

**Actas del 23 Congreso Universitario de
Innovación Educativa en las
Enseñanzas Técnicas**
Valencia, 15-17 de julio de 2015

ISBN: 978-84-606-5611-1



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

© 23 CUIEET - Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas
Autor: 23 CUIEET
Editor: Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Coordinador: Enrique Ballester Sarrias
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Universitat Politècnica de València
Camino de Vera s/n – 46022 Valencia
Tel +34 96 387 71 81
Fax +34 96 387 71 89
Web: <http://23cuieet.webs.upv.es>
Maquetación y diseño: Marta Ballester Collado
ISBN: 978-84-606-5611-1

ÍNDICE

Actas del 23 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Bienvenida.....	4
Plano de Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.....	5
Direcciones y teléfonos de interés	5
Comité de honor	6
Comité organizador	6
Comité científico	7

Programa del Congreso

Programa de Congresistas.....	9
Temáticas	11
Sesiones de Ponencias	13
Sesion de Posters	17
Ponencias por temática	20
Temática 1	21
Temática 2.....	118
Temática 3.....	296
Temática 4.....	335
Temática 5.....	469
Temática 6.....	510
Temática 7	1108
Temática 8.....	1119
Temática 9.....	1314
Listado de ponencias por temática (índice)	1352

BIENVENIDO AL 23 CONGRESO UNIVERSITARIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS (23 CUIEET)



Este año tendrá lugar el vigesimotercer Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (23 CUIEET), impulsado por la Conferencia de Directores. En esta ocasión, esta nueva edición del CUIEET se celebrará en Valencia durante los días 15-17 de julio de 2015, siendo la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño la encargada de organizarla.

Respecto a las áreas temáticas, junto a las tradicionales aparecen algunas nuevas fruto del momento que atraviesa la enseñanza superior. Son las siguientes:

1. INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS
2. DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE LAS NUEVAS TITULACIONES DE INGENIERÍA
3. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS
4. UNIVERSIDAD Y EMPRESA
5. CALIDAD EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS
6. DISEÑO
7. ENSEÑANZA SUPERIOR BASADA EN COMPETENCIAS. COMPETENCIAS TRANSVERSALES
8. EMPRENDEDORES
9. INNOVACIÓN EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS PREUNIVERSITARIAS

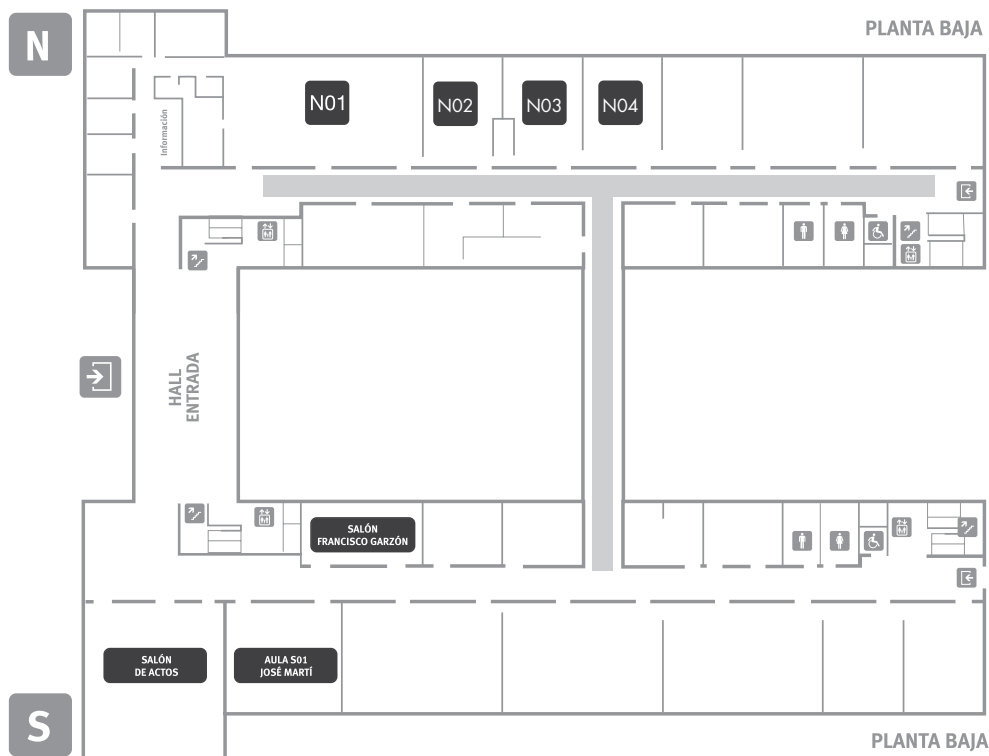
Como sabéis, el CUIEET es un foro de intercambio de experiencias y difusión de las últimas innovaciones en el campo de la investigación educativa. Se plantea como uno de sus objetivos primordiales, la reflexión y la puesta en común de propuestas para mejorar la contribución de las enseñanzas de ingeniería en el desarrollo económico, profesional y social. Asimismo, se dedica una especial atención a la vinculación Universidad-Empresa en la formación de los futuros graduados. En esta edición, además, pretendemos dar cabida al profesorado de las enseñanzas técnicas preuniversitarias, sus aportaciones enriquecerán el intercambio de ideas y experiencias. Se proponen espacios y actividades específicos para este ámbito educativo.

Además, para incrementar la difusión de las investigaciones que aquí se compartirán, se publicarán las actas con ISBN, en el formato que viene siendo habitual, y se propondrán los mejor valorados a diferentes revistas de prestigio de diferentes áreas: *Journal of Advances in Education Research*, *Modelling in Science Education and Learning*.

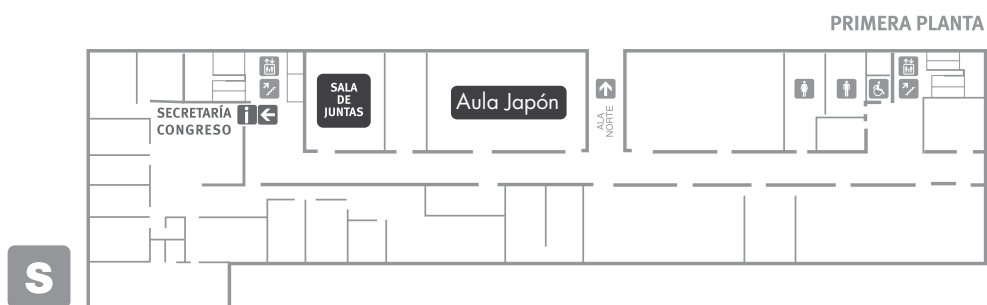
Confiamos que la celebración de esta nueva edición contribuya a mantener la calidad de este congreso universitario, y os animamos a participar en este 23CUIEET.

Recibid un cordial saludo, Enrique Ballester Sarrias

PLANO DE LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
 AULAS 23 CUIEET - PLANTA BAJA
 Salón de Actos, N01, N02, N03, N04, Salón Francisco Garzón
 Zona Presentación de Posters S01



AULAS 23 CUIEET - PLANTA PRIMERA SUR
 Sala de Juntas, Aula Japón, SECRETARÍA DEL 23 CUIEET



DIRECCIONES Y TELÉFONOS DE INTERÉS

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Edificio 7 , Universitat Politècnica de València
 Camino de Vera, s/n 46022 Valencia

Teléfonos:	Externo	Extensión	Servicio
+34 963877181	71810		Dirección
+34 963877180	71800		Información ETSID
+34 963877181	81816		Información 23CUIEET
Fax	+34 963877709		

Cómo llegar <http://www.upv.es/organizacion/como-llegar-upv/index-es.html>

COMITÉ DE HONOR

FRANCISCO JOSÉ MORA MÁS
Rector de la Universitat Politècnica de València

JUSTO NIETO NIETO
Ex-Rector de la Universitat Politècnica de València

JUAN FRANCISCO JULIÁ IGUAL
Ex-Rector de la Universitat Politècnica de València

FRANCISCO MICHAVILA PITARCH
Ex-Secretario General del Consejo de Universidades

JORGE J. LÓPEZ VÁZQUEZ
Presidente Conferencia Directores Escuelas Ingenierías Técnicas

MARTÍ LLORENS I MORRAJA
Ex-Presidente Conferencia Directores Escuelas Ingenierías Técnicas

JOSÉ MARÍA DE LA PORTILLA FERNÁNDEZ
Ex-Presidente Conferencia Directores Escuelas Ingenierías Técnicas

JOSÉ LÓPEZ LÓPEZ
Ex-Presidente Conferencia Directores Escuelas Ingenierías Técnicas

MARÍA ÁNGELES MARTÍN BRAVO
Ex-Vicepresidenta de la Conferencia de Directores

MARIANO MARCOS BÁRCENA
Ex-Vicepresidente de la Conferencia de Directores

JOSÉ ANTONIO GALDÓN RUIZ
Presidente en Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI)

ESTEFANÍA MATESANZ ROMERO
Decana/Presidenta COIAE/AIAE

JOSÉ LUIS JORRÍN CASAS
Decano del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales y de Grado de Valencia

MIGUEL ÁNGEL GONZÁLEZ PÉREZ
Decano Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Aeronáuticos de España

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente

ENRIQUE BALLESTER SARRIÁS

Vicepresidenta

FRANCESCA ROMERO FORTEZA

Vocales

MANUEL GRAÑA LÓPEZ
JOSÉ LÓPEZ LÓPEZ
JORGE J. LÓPEZ VÁZQUEZ
VALENTÍN MIGUEL EGUÍA
M^a AMPARO SAMPER MARTÍNEZ

COMITÉ CIENTÍFICO

Coordinadores

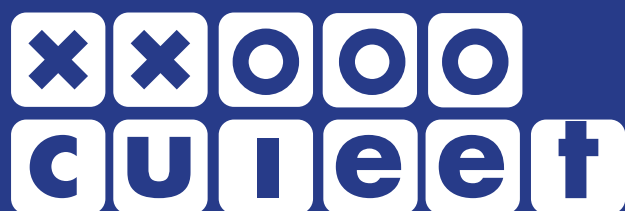
ENRIQUE BALLESTER SARRIÁS
Director de la ETSID

FRANCESCA ROMERO FORTEZA
Subdirectora de Innovación Educativa ETSID

Asesores Científicos

BERNARDO ÁLVAREZ VALENZUELA / Jefe de Estudios ETSID- Universitat Politècnica de València
MARTA BALLESTER COLLADO / ETSID- Universitat Politècnica de València
ANA BALLESTER COLLADO / ETSID- Universitat Politècnica de València
RAFAEL BILBAO DUÑABEITIA / Director de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería y Arquitectura- Universidad de Zaragoza
SUITBERTO CABRERA GARCÍA / Subdirector Relaciones con Empresa ETSID- Universitat Politècnica de València
JOSE MARÍA CÁMARA NEBREDÁ / Universidad de Burgos
LUIS MIGUEL CAMARERO ESTELA / Ex-Director de la Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria
U. del País Vasco EUI Vitoria- Universidad del País Vasco
ISABEL CARRILLO RAMIRO / Subdirectora de Alumnos y Relaciones Internacionales
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño- Universidad Politécnica de Madrid
RICARDO COBACHO JORDÁN / Subdirector Laboratorios y Planificación TSID- Universitat Politècnica de València
BALDOMERO COLL PERALES / Universidad Miguel Hernández de Elche
ROSA COLLADO FONTS / Subdirectora Infraestructura ETSID- Universitat Politècnica de València
VICENTE DOLZ RUIZ / Subdirector Cátedras Empresa ETSID- Universitat Politècnica de València
JOAN DOMINGO PENYA / Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona- Universitat de Barcelona
JUAN JOSÉ DOMÍNGUEZ JIMENEZ / Director Escuela Superior de Ingeniería- Universidad de Cádiz
PEDRO FUENTES DURÁ / ETSID- Universitat Politècnica de València
EMILIO GÓMEZ GARCÍA / Director ETSIDI- Universidad Politécnica de Madrid
INMACULADA GUAITA PRADAS / ADE- Universitat Politècnica de València
HOUCINE HASSAN MOHAMED / ETSID- Universitat Politècnica de València
GUY HAUG / Experto europeo y asesor de diversos comités europeos y universidades,
incluyendo la UPV, ex Secretario General de SEFI
SERGIO HOYAS CALVO / Subdirector Relaciones Internacionales ETSID- Universitat Politècnica de València
MILAGROS HUERTA GÓMEZ DE MERODIO / Escuela Superior de Ingeniería- Universidad de Cádiz
NICOLÁS LAGUARDA MIRÓ / Subdirector Alumnado ETSID- Universitat Politècnica de València
JOSÉ LÓPEZ LÓPEZ / Ex-Director de la Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona
EUETIB- Universitat Politècnica de Catalunya
JORGE J. LÓPEZ VÁZQUEZ/ Director de la EPS Sevilla U. de Sevilla EPS Sevilla- Universidad de Sevilla
ASUNCIÓN MARCO GARCÍA / IES BENLLIURE
MARIANO MARCOS BÁRCENA / ESI- Universidad de Cádiz
VALENTÍN MIGUEL EGUÍA / Director de la EII Albacete - Universidad de Castilla la Mancha
PILAR MOLINA PALOMARES / Secretaria de la ETSID- Universitat Politècnica de València
JUAN ANTONIO MONSORIU SERRA / Subdirector Act. Profesionales ETSID- Universitat Politècnica de València
DANIEL PALACIOS MARQUÉS / ETSID- Universitat Politècnica de València
CRISTINA PÉREZ BARREIRO / Subdirección de Estudiantes - Vicerrectora U. de Valladolid
RICARDO PÉREZ HERRERÍAS / Subdirector 1º Calidad ETSID- Universitat Politècnica de València
AMPARO PONS MARTÍ / Departament d'Òptica- Universitat de València
JOSÉ MARÍA PORTELA NUÑEZ / Escuela Superior de Ingeniería- Universidad de Cádiz
MARINA PUYUELO CAZORLA / ETSID- Universitat Politècnica de València
ISRAEL QUINTANILLA GARCÍA / Subdirector ETSIGCT /Relaciones Exteriores Universitat Politècnica de València
LAURA REMÓN MARTÍN / ETSID- Universitat Politècnica de València
MARÍA DEL PILAR ROMERO LÓPEZ / Universidad de las Palmas de Gran Canaria
JOSEP LLUIS SUÑER MARTÍNEZ / ETSID- Universitat Politècnica de València
ISABEL TORT AUSINA / Dpto. De Física Aplicada- Universitat Politècnica de València
FRANCISCO DAVID TRUJILLO AGUILERA / EPS-Málaga

PROGRAMA DEL 23 CUIEET



PROGRAMA
MARTES 14 DE JULIO

18:00 - 18:45 h.	Entrega de documentación en el Hall de la ETSID
18:30 - 19:00 h.	Presentación de la UPV
19:00 - 20:00 h.	Concierto
19:30 - 20:30 h.	Vino de honor en los jardines de la ETSID
20:45 h.	Desplazamiento con autobuses a los hoteles

MIÉRCOLES 15 DE JULIO

8:15 h.	Salida autobuses de los hoteles
8:45 - 9:15 h.	Entrega de documentación en el Hall de la ETSID /Colocación de Pósteres
9:15 - 9:45 h.	Acto de inauguración presidido por el Rector
10:00 - 11:00 h.	Mesa Redonda: "Situación de los títulos después de las reformas" moderada por José Antonio Galdón, Presidente en Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (COGITI). Participantes: Jorge Sainz González, Director General de Política Universitaria del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Ana López del Olmo, Presidenta de AERRAITI, Miguel Angel Fernández Prada, Vicerrector de Estudios, Calidad y Acreditación, Jorge López Vázquez, Presidente de la Conferencia de Directores
11:00 - 11:30 h.	Pausa / Café
11:30 - 12:30 h.	Mesa Redonda: "Valoración de las competencias de los egresados y alumnos en prácticas por los Empleadores" moderada por Suitberto Carbrera García, Subdirector de Relaciones con la Empresa de la ETSID
12:30 - 13:15 h.	Sesión de Ponencias y Pósteres en la ETSID
14:00 - 16:00 h.	Comida en l'Albufera
16:00 - 20:00 h.	Actividades programadas junto con los acompañantes
20:30 h.	Vuelta a los hoteles

JUEVES 16 DE JULIO

8:15 h.	Salida autobuses de los hoteles
8:45 - 10:00 h.	Sesión de Ponencias en la ETSID
10:00 - 11:00 h.	Conferencia: "Acreditaciones Internacionales: el sello Euro-Ace", Guy Haug, ex Secretario General de SEFI y Juan Jaime Cano, ex-Vicerrector de Calidad y Evaluación de la Actividad Académica en la UPV. Moderada por Marina Puyuelo Cazorla, Directora Académica Título de Grado en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos de la ETSID
11:00 - 11:30 h.	Pausa / Café
11:30 - 12:30 h.	Conferencia: "La renovación de la acreditación y la acreditación por centros", Miguel Ángel Galindo Martín, Coordinador de Ev. de Enseñanzas e Instituciones de la ANECA. Moderada por Daniel Palacios Marqués, Profesor Titular de la UPV
12:30 - 13:45 h.	Sesión de Ponencias en la ETSID - Ponencias Virtuales
14:00 - 16:00 h.	Comida en cafetería de la Universidad
16:00 - 19:00 h.	Actividades programadas junto con los acompañantes
20:30 h.	Cena de gala en el Hotel Silken

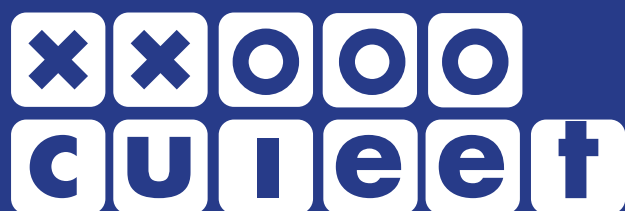
VIERNES 17 DE JULIO

8:15 h.	Salida autobuses de los hoteles
8:45 - 10:00 h.	Sesión de Ponencias y Pósteres en la ETSID
10:00 - 11:00 h.	Conferencia: "La Universidad Digital. Una universidad diferente de la tradicional", Javier Uceda Antolín, Ex-Rector de la Universidad Politécnica de Madrid. Moderada por Francesca Romero Forteza, Subdirectora de Innovación Educativa en la ETSID
11:00 - 11:30 h.	Pausa / Café
11:30 - 13:00 h.	Exhibición de drones
13:00 - 14:15 h.	Sesión de Ponencias y Pósteres en la ETSID
14:15 - 14:45 h.	Clausura
14:45 - 17:00 h.	Comida

ACTIVIDADES PARALELAS AL XXIII CUIEET

Viernes 11:00 Reunión de la Conferencia de Directores de Ingeniería Técnica Industrial en el Salón de Actos de la ETSID

PONENCIAS POR TEMÁTICA



PONENCIAS

Las sesiones de Ponencias y Pósteres se han agrupado en función a las siguientes áreas temáticas:

1 CALIDAD EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS

- Acreditaciones profesionales
- Modelo de aseguramiento de la calidad universitaria
- Observatorios de seguimiento
- Procesos de verificación
- Programas de evaluación y seguimiento en enseñanzas universitarias
- Sistemas internos y externos de garantía de calidad de las titulaciones

2 COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- Competencias transversales
- Evaluación de competencias
- Experiencias educativas basadas en la adquisición de competencias

3 DESARROLLO DE EMPRENDEDORES EN NUESTRAS ESCUELAS

- Experiencias de emprendedores
- Innovación en el emprendedurismo
- Retos del emprendedurismo

4 DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE LAS NUEVAS TITULACIONES DE INGENIERÍA

- Actualización y mejora de los títulos
- Dobles grados
- Evaluación de los resultados: rendimiento académico, inserción laboral, nivel de cualificación
- Experiencias y resultados de la implantación de las titulaciones de grado
- Experiencias y resultados de la implantación de las titulaciones de máster
- Innovación en coordinación horizontal y vertical

5 DISEÑO

- Diseño, complejidad y crisis
- Eco-diseño
- Gestión del Diseño

6 INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS

- Equipos de Innovación y Calidad Educativa (EICE)
- Formación multidisciplinar
- Gestión del proceso de enseñanza-aprendizaje
- Metodologías activas
- Proceso de enseñanza-aprendizaje basado en proyectos
- Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (PIME)

7 INNOVACIÓN EN LAS ENSEÑANZAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS PREUNIVERSITARIAS

- Campus científico
- Experiencias educativas de las enseñanzas científico o-técnicas preuniversitarias
- Innovación en las enseñanzas científico o-técnicas preuniversitarias
- Programa Praktikum

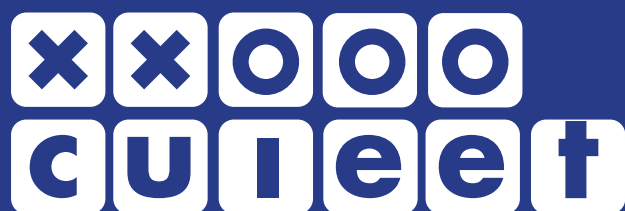
8 NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS

- Experiencias educativas basadas en las TIC: blended learning, flipped-teaching, mobile learning, etc.
- Laboratorios virtuales
- Objetos y módulos de aprendizaje
- Plataformas educativas

9 UNIVERSIDAD Y EMPRESA

- Alumni
- Cátedras y aulas de empresa
- Empleabilidad de egresados
- Formación continua
- Formación Dual. Diseño y evaluación de programas
- Innovación en prácticas profesionales

SESIONES DE PONENCIAS ORALES



SESIONES DE PONENCIAS

Cada sesión de comunicaciones tiene asignadas entre 3 y 5 ponencias, en alguna de dichas sesiones coinciden trabajos de diferentes temáticas, clasificados por temáticas o sesión mixta.

MIÉRCOLES 15 DE JULIO 12:30 – 13:15 H. SESIÓN A

SESIÓN A1. Sala 1

- 12:30 1055 Integración empresarial en el desarrollo de proyectos para Ingeniería del Diseño
- 12:45 1112 Formula Student, talento fuera de las clases
- 13:00 1087 Curvas en el espacio: un laboratorio virtual

SESIÓN A2. Sala 2

- 12:30 1073 Estudio de empleabilidad de las personas tituladas en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
- 12:45 1096 Las prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València
- 13:00 1045 Alumni de la Universitat Politècnica de València (UPV). Servicio Universitario creado para mantener el vínculo de la universidad con sus titulados

SESIÓN A3. Sala 3

- 12:30 5 Experiencias de Cloud Computing en la Gestión de Entornos Virtuales Computacionales en la Enseñanza
- 12:45 1059 La innovación en la enseñanza de la Geometría Descriptiva. El uso de las herramientas digitales y el estudio de casos reales
- 13:00 1097 La Docencia de la Estadística en las Titulaciones de Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València

SESIÓN A4. Sala 4

- 12:30 1032 Procedimiento para la incorporación de resultados de aprendizaje en las guías docentes, orientado a la acreditación de títulos de Grado en Ingeniería
- 12:45 1036 Aplicación de la distancia de Mahalanobis al estudio del rendimiento académico de los títulos de grado
- 13:00 1037 Estudio del rendimiento académico de los grados del área industrial

JUEVES 16 DE JULIO 8:45 – 10:00 H. SESIÓN B

SESIÓN B1. Sala 1

- 8:45 9 Modelos matemáticos en un problema de epidemias
- 9:00 15 Representando números enteros en el computador mediante un puzle de Aronson
- 9:15 1072 Elaboración de propuestas europeas para el aprendizaje por descubrimiento guiado en sesiones de seminarios: caso de estudio en Bioinformática
- 9:30 1067 Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería

SESIÓN B2. Sala 2

- 8:45 1024 Evaluación de competencia transversales. Experiencia en evaluación del trabajo en equipo en proyectos de implantación de Poka-Yoke
- 9:00 1030 Metodología de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de Blended-Learning
- 9:15 1081 Claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica Superior de Ingeniería
- 9:30 1044 Evaluación de la competencia transversal "comunicación escrita" en las asignaturas de Física
- 9:45 1076 Experiencia piloto de desarrollo de competencias transversales mediante aprendizaje basado en proyecto en Ingeniería de Telecomunicación

SESIÓN B3. Sala 3

- 8:45 1098 Relación de la nota de selectividad y la nota media del primer y segundo curso de los Grados de Energía y Mecánica de la EUE-TIB
- 9:00 1100 Reflexiones sobre el progreso académico de los estudiantes en la Escuela Politécnica Superior de la Universitat de les Illes Balears: Implicaciones del perfil de ingreso
- 9:15 1105 Evaluación por Currículum en los Títulos de Grado y Máster en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
- 9:30 1064 La Evaluación Continua en la ETSID

JUEVES 16 DE JULIO 12:30 – 13:30 H. SESIÓN C

SESIÓN C1. Sala 1

- 12:30 1051 Estudios previos sobre doble titulación en Ingeniería Mecánica y Administración de Empresas
- 12:45 1063 La INGENIERÍA FORENSE: Una oportunidad profesional
- 13:00 1031 Simulación de vuelo en entornos multiusuario, experiencia del Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de RPAS

SESIÓN C2. Sala 2

- 12:30 14 Rescate de la magnitud tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Turbomáquinas Hidráulicas
- 12:45 1094 Diseño preliminar de una planta de valorización de residuos de industrias agroalimentarias en la región de Castilla-La Mancha
- 13:00 1103 Análisis del funcionamiento de motores de combustión interna alternativos en condiciones de conducción reales y evaluación de la eficiencia en la conducción mediante el uso de sistemas GPS y OBD
- 13:15 1107 Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas

SESIÓN C3. Sala 3

- 12:30 1069 Propuesta de introducción de la Educación para el Desarrollo en la Universitat Politècnica de València a través de la metodología de aprendizaje-servicio
- 12:45 3 Aprendizaje activo: un escenario para la motivación de los alumnos a través de la adquisición de competencias
- 13:00 1082 DisTecD, una revista para la divulgación del Diseño y la Tecnología para el Desarrollo

SESIÓN C4. Sala 3

- 12:30 1109 Cómo trabajar de forma interdisciplinar: una experiencia práctica
- 12:45 1110 Diseño de una programación de clase invertida para una asignatura de Grado
- 13:00 1113 Innovación educativa a través de la evaluación: de las rúbricas a la autoevaluación
- 13:15 1114 Modalidades educativas emergentes: la clase inversa

VIERNES 17 DE JULIO 8:45 – 10:00 H. SESIÓN D

SESIÓN D1. Sala 1

- 8:45 13 Uso de Matlab para resolución de problemas, orientado al fomento del aprendizaje reflexivo en la Enseñanza de la Ingeniería
- 9:00 7 Estrategia de aprendizaje activo en la asignatura "Ingeniería Ambiental"
- 9:15 1021 Implementación de la propuesta docente CDIÓ en una asignatura de último curso del grado de Ingeniería electrónica Industrial y automática
- 9:30 1062 Utilización de técnicas de gamificación para potenciar el aprendizaje en una asignatura optativa
- 9:45 1101 Acreditación de las titulaciones de grado. Experiencia de la EET-UPC

SESIÓN D2. Sala 2

- 8:45 1078 Taller de Energías Renovables: Una nueva forma de aprender y desarrollar la imaginación creando conceptos
- 9:00 1095 Decálogo para el desarrollo de la creatividad
- 9:15 1092 Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos
- 9:30 1115 Evaluación de la competencia transversal Comunicativa Efectiva en la ETSID de Valencia
- 9:45 1108 Estrategias de intercambio y colaboración internacional en la ETSID-UPV

SESIÓN D3. Sala 3

- 8:45 1054 ¿Por qué no enseñamos MODELIZACIÓN con hoja de cálculo para ANÁLISIS de SENSIBILIDAD y PROSPECTIVA en Escuelas de Ingeniería, ni siquiera en prestigiosas Escuelas de Negocios?
- 9:00 1091 La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudios de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
- 9:15 1023 Experiencias en la implantación del Master en Ingeniería Industrial en la Universidad de Burgos
- 9:30 1066 Experiencia en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial en la implantación del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid
- 9:45 1049 Proyecto de orientación y mentorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería

VIERNES 17 DE JULIO 13:00 – 14:15 H. SESIÓN E

SESIÓN E1. Sala 1

- 13:00 1074 Aprendizaje Basado en Proyectos en Instrumentación Industrial y Medida
- 13:15 12 Fomento de la habilidad de búsqueda bibliográfica de los alumnos a través de un proyecto de innovación docente
- 13:30 1058 Implantación de metodologías de cálculo a través del lenguaje Python para asignaturas impartidas en las titulaciones de la ETSIN
- 13:45 1046 El rol del profesor en las enseñanzas de grado en la Escuela Politécnica de Mondragon Unibertsitatea
- 14:00 8 Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen. Caso práctico del electroscópio como experiencia interdisciplinar entre Física y Matemáticas

SESIÓN E2. Sala 2

- 13:00 1071 Propuesta metodológica para analizar la intención emprendedora de los estudiantes universitarios en relación a su perfil socioeconómico. Validación en el Campus d'Alcoi de la Universitat Politècnica de València
- 13:15 1099 Buscando mejorar la eficiencia: experiencia tras el primer año de una nueva Subdirección
- 13:30 1060 WAVEFRONT TESTER: Un nuevo laboratorio virtual para el estudio de los sensores frente de onda
- 13:45 1116 Experiencia del Curso de Adaptación a Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática
- 14:00 1117 Metodología Activa para el Desarrollo de Sistemas Informáticos Industriales Avanzados

SESIÓN E3. Sala 3

- 13:00 1053 Uso de las demostraciones prácticas en las clases de teoría para mejorar el aprendizaje de la Electrotecnia
- 13:15 1061 Visualización de las curvas de Lissajous mediante los sensores de aceleración de los smartphones
- 13:30 1084 Curso Semipresencial de Adaptación al Grado en Arquitectura Técnica
- 13:45 1104 Una iniciativa para fomentar el trabajo continuo en ingeniería acústica: del laboratorio a casa

PÓSTERES Y PRESENTACIONES VIRTUALES

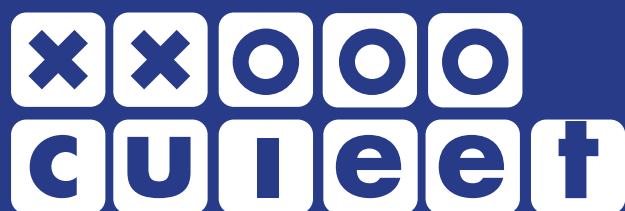


SESIÓN DE PÓSTERES

Tem	Sub	Nº	Título
1	3	1029	Enseñanza de Geología en Ingeniería Civil: retos actuales
1	4	1052	Circunstancias y condiciones existentes en el proceso de acreditación de las titulaciones de grado en la Escuela de Ingenieros Industriales de Albacete
2	1	1079	Competencia transversales: Implantación comparativa en distintos países
2	1	1111	Desarrollo de la competencia transversal análisis y resolución de problemas en el Grado de Ingeniería Química, mediante el uso de MATLAB.
2	3	1039	Desarrollo de competencias genéricas y estratégicas mediante plataforma Wiki en grados de ingeniería industrial.
2	3	1077	Los arquitectos técnicos también necesitan hablar en público: mejora de la competencia en comunicación oral.
4	1	1017	Actualización de criterios formativos en gestión de la sostenibilidad: Contenidos temáticos para su aplicación transversal en diversas asignaturas de grados de ingeniería
4	3	1083	desarrollo de herramientas para la recogida de información y el análisis de los procedimientos de evaluación de asignaturas en la UPM. Conclusiones respecto al cumplimiento de la normativa.
4	4	1068	Estudio de empleabilidad de las personas tituladas en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
4	4	1075	La duración de los estudios de Ingeniería a debate
4	5	1065	Aplicación práctica del Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura Construcciones Industriales del Master Universitario de Ingeniería Industrial
5	1	1102	Experiencia de coordinación trasversal y aprendizaje basado en proyectos
5	2	4	Metodología "Emotion Research LAB" en diseño de objeto para resguardar de la lluvia a usuarios en silla de ruedas
6	2	1109	Cómo trabajar de forma interdisciplinar: una experiencia práctica
6	3	1035	Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas valencianas
6	3	1085	Implementación de una metodología de corrección automatizada usando el campus virtual y herramientas externas. Aplicación práctica en asignaturas del ámbito de la termotecnia
6	4	1	Aprendizaje Basado en Problemas y Flipped Classroom. Una experiencia de innovación docente en ingenierías del ámbito industrial
6	4	1020	Metodología docente aplicada a las tecnologías de seguridad industrial mediante los criterios del órgano nacional científico - técnico especializado en la materia
6	4	1038	Una mirada retrospectiva al Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería
6	4	1040	Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de LPRES Library
6	4	1041	La crítica como herramienta para el aprendizaje activo. Un ejemplo de aplicación en las asignaturas de Estadística en la EUETIB
6	4	1043	Aplicación y validación de un Aprendizaje Basado en Problemas en estudiantes universitarios de Ingeniería de la Construcción
6	4	1110	Diseño de una programación de clase invertida para una asignatura de Grado
6	5	1026	Nuevas tecnologías docentes basadas en sistemas automáticos micro-controlados
6	5	1027	Didáctica en los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de ingeniería civil: bases metodológicas
6	5	1042	Evaluación y Calificación en Grupo de Laboratorio de Matemática Computacional
6	5	1057	Diseño de una línea de fresado químico a escala de laboratorio
7	1	1019	El Aula de Física en las Colonias Científicas de la Universitat Jaume I de Castellón
8	1	2	Utilización de recursos software y mini-videos docentes como herramientas didácticas en asignaturas de ingeniería industrial
8	1	6	Metodología "Flipped classroom" para el aprendizaje de software de diseño en las asignaturas de grado en ingeniería mecánica
8	1	11	Experimenta la Física con tu Smartphone: medida de la constante elástica de un muelle
8	1	1034	¿Qué opinan de la metodología "flipping" los alumnos de nuevo ingreso?
8	1	1080	Aplicación de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza Universitaria.

8	2	1022	Docencia presencial y laboratorio remoto: una unión idónea para las prácticas de motores alternativos
8	2	1088	Aplicación de la convolución de matrices al filtrado de imágenes
8	3	1048	Aplicación del protocolo Ilti a la resolución de ejercicios en una plataforma moodle
8	3	1089	Hacia un nuevo entorno de aprendizaje en la Electrónica de Potencia: de lo virtual a lo personal
8	4	1056	Diseño de un Experimento de Optimización del Proceso de Coagulación-Floculación de Aguas en el Laboratorio de Química
2	3	1033	Evaluación de la competencia transversal UPV: "Responsabilidad ética, medioambiental y profesional" mediante herramientas de ludificación. <i>(Presentación Virtual)</i>
6	4	16	El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal <i>(Presentación Virtual)</i>
6	4	1090	Aplicación de metodologías de gestión y dinamización grupal en carreras técnicas mediante la técnica Jigsaw: un caso práctico. <i>(Presentación Virtual)</i>
6	5	1050	La participación social aplicada al aprendizaje basado en proyectos. Su desarrollo metodológico en asignaturas de diseño urbano y diseño de producto <i>(Presentación Virtual)</i>

PONENCIAS POR TEMÁTICA (índice)



ÍNDICE DE PONENCIAS POR TEMÁTICA

1 CALIDAD EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS

- Acreditaciones profesionales
- Modelo de aseguramiento de la calidad universitaria
- Observatorios de seguimiento
- Procesos de verificación
- Programas de evaluación y seguimiento en enseñanzas universitarias
- Sistemas internos y externos de garantía de calidad de las titulaciones

2 COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- Competencias transversales
- Evaluación de competencias
- Experiencias educativas basadas en la adquisición de competencias

3 DESARROLLO DE EMPRENDEDORES EN NUESTRAS ESCUELAS

- Experiencias de emprendedores
- Innovación en el emprendedurismo
- Retos del emprendedurismo

4 DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE LAS NUEVAS TITULACIONES DE INGENIERÍA

- Actualización y mejora de los títulos
- Dobles grados
- Evaluación de los resultados: rendimiento académico, inserción laboral, nivel de cualificación
- Experiencias y resultados de la implantación de las titulaciones de grado
- Experiencias y resultados de la implantación de las titulaciones de máster
- Innovación en coordinación horizontal y vertical

5 DISEÑO

- Diseño, complejidad y crisis
- Eco-diseño
- Gestión del Diseño

6 INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS

- Equipos de Innovación y Calidad Educativa (EICE)
- Formación multidisciplinar
- Gestión del proceso de enseñanza-aprendizaje
- Metodologías activas
- Proceso de enseñanza-aprendizaje basado en proyectos
- Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (PIME)

7 INNOVACIÓN EN LAS ENSEÑANZAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS PREUNIVERSITARIAS

- Campus científico
- Experiencias educativas de las enseñanzas científico-técnicas preuniversitarias
- Innovación en las enseñanzas científico-técnicas preuniversitarias
- Programa Praktikum

8 NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS

- Experiencias educativas basadas en las TIC: blended learning, flipped-teaching, mobile learning, etc.
- Laboratorios virtuales
- Objetos y módulos de aprendizaje
- Plataformas educativas

9 UNIVERSIDAD Y EMPRESA

- Alumni
- Cátedras y aulas de empresa
- Empleabilidad de egresados
- Formación continua
- Formación Dual. Diseño y evaluación de programas
- Innovación en prácticas profesionales

TEMÁTICA 1

CALIDAD EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS

- Acreditaciones profesionales
- Modelo de aseguramiento de la calidad universitaria
- Observatorios de seguimiento
- Procesos de verificación
- Programas de evaluación y seguimiento en enseñanzas universitarias
- Sistemas internos y externos de garantía de calidad de las titulaciones



Enseñanza de Geología en Ingeniería Civil: retos actuales

I. Menéndez-Pidal de Navascues^a, A. Lomoschitz Mora-Figueroa^b, J. I. Jiménez López^b, E. Sanz Pérez^a

^a Universidad Politécnica de Madrid. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. C/ Prof. Aranguren s/n, 28040 Madrid. e-mail: ignacio.menendezpidal@upm.es; esanz@caminos.upm.es y

^b Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles, Campus de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria. e-mail: alejandro.lomoschitz@ulpgc.es
juan.jimenez@ulpgc.es.

Abstract

In this paper we are dealing with the teaching situation of Geology in the Civil Engineering degree, its advantages and disadvantages, along with its changing nature in time. Nowadays, land analysis in many infrastructure projects is becoming extremely important. However, it has been detected a scarce knowledge in Geology, thus three basic challenges are considered: 1) Transmit a wide knowledge of General Geology; 2) Introduce students to the practical characteristics of Geology; and 3) Build up a connection between the subjects Applied Geology and Geotechnics and Foundations, Soil and Rock Mechanics and Engineering Geology, etc. The content of the current teaching project concerning this subject has been revised in UPM, Escuela de Caminos, and ULPGC, Escuela de Ingeniería.

Keywords: *Geology, Civil Engineering, Teaching Project, EEES, UPM, ULPGC.*

Resumen

En este artículo se intenta mostrar una realidad: la enseñanza de la Geología en el grado de Ingeniería Civil, con sus ventajas e inconvenientes, y como una realidad cambiante en el tiempo. Se resalta la importancia actual del estudio del terreno en los proyectos de muchas obras de infraestructura. Por contraste, se ha detectado en los alumnos una formación previa escasa en Geología y se plantean tres retos

Enseñanza de Geología en Ingeniería Civil: retos actuales

básicos para la asignatura: 1) transmitir conocimientos amplios de Geología general; 2) introducir a los alumnos en los aspectos prácticos de la Geología; y 3) servir de puente con las asignaturas tecnológicas del área de Ingeniería del Terreno como son Geotecnia, Mecánica de Suelos y Rocas, Ingeniería Geológica, etc. Se ha revisado de forma genérica los contenidos actuales del proyecto docente de la asignatura de la Escuela de Caminos de la UPM y de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la ULPGC y se ha consultado el de otras 5 universidades españolas. Por último, se exponen las mejoras que se están implantando gradualmente, agrupadas según cuatro principios metodológicos básicos.

Palabras clave: *Geología, Ingeniería civil, Proyecto docente, EEES, UPM, ULPGC.*

Introducción

En el presente trabajo se vierten ideas sobre la enseñanza de Geología aplicada a la Ingeniería Civil impartida durante diez años en la titulación de Ingeniería Técnica de Obras Públicas (EUP, Escuela Universitaria Politécnica de Las Palmas) y en los seis cursos que lleva impartándose en la titulación del Grado en Ingeniería Civil de la E.I.I.C. (Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria así como la experiencia de más de cien años de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid.

La Geología es una ciencia integrada actualmente en las Ciencias de la Tierra (*Earth Sciences*), en las que se combina con la Geofísica, la Geoquímica, la Oceanografía, la Física de la atmósfera y la Biología. Tiene así mismo mucha relación con los riesgos naturales y sirve de base a las Ciencias Medioambientales.

En su vertiente práctica, la Geología aplicada a la Ingeniería Civil (*Engineering Geology*) ha tenido una gran evolución durante los últimos 30 años, pues se ha extendido el uso de procedimientos y técnicas específicas, que hasta hace algunos años eran sólo empleadas por geólogos e ingenieros que trabajaban en grandes empresas de Ingeniería. Dichos procedimientos permiten hoy el estudio del terreno, como un medio físico e hídrico complejo, en ocasiones cambiante, donde se desarrollan los diversos tipos de proyectos y obras.

Los estudios del terreno para proyectos de Ingeniería Civil.

I. Menéndez-Pidal, A. Lomoschitz, J.R. Jiménez López, E. Sanz Pérez.

Los estudios del terreno forman parte necesaria de los proyectos de Ingeniería Civil (carreteras y obras ferroviarias, embalses y presas, obras marítimas y costeras, edificaciones industriales o civiles, etc.). Estos, con frecuencia incluyen apartados sobre la Geología y el aprovechamiento de materiales pétreos, así como de las características geotécnicas de los terrenos donde se emplazará o discurrirá el trazado de la obra en cuestión. Son frecuentes los anejos de Geología y Geotecnia, que incluyen planos geológicos del trazado o emplazamiento de la obra, perfiles con las características geomecánicas de los materiales; así como apartados sobre la Geotecnia de túneles o estructuras de diverso tipo.

Hoy en día resulta esencial el conocimiento de las formaciones geológicas y de sus propiedades geotécnicas para el adecuado diseño, ejecución y explotación de muchas obras de infraestructura.

No obstante, la Geología requiere de una dedicación especial, pues los terrenos resultan muy variados (rocas, suelos, aguas subterráneas, etc.) y sólo una atenta observación y descripción, por aproximaciones sucesivas, permite una adecuada clasificación de los mismos. No debe olvidarse que la Geología tiene métodos propios: descriptivos, interpretativos y analíticos, que se dirigen al estudio de los más variados tipos de terrenos. Por lo tanto, no puede obviarse el reconocimiento geológico específico y concreto de cada una de las zonas donde se vaya a realizar un proyecto de Ingeniería.

La Geología en las titulaciones universitarias de Ingeniería.

La Geología ha sido materia de los planes de estudio de diversas ingenierías. En orden de importancia relativa, de mayor a menor, se ha impartido en las titulaciones de Ingenierías de Minas; Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos; Ingeniería Técnica de Obras Públicas; Ingenierías de Montes e Ingenierías Agrónomas. Esta presencia se ha mantenido en España al menos durante la mitad del siglo XX y primera década del siglo XXI. La Geología se ha considerado siempre como una materia básica de dichas titulaciones.

La creación de la Escuela de Minas de México (1775), una de las primeras del mundo, y la del Real Seminario de Minería y Geometría Subterránea de Almadén (1777), son evidencias del interés por las Ciencias Geológicas y su importancia económica (centrada en la minería), y delatan el elevado nivel científico y técnico que tenía España.

La Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales fue fundada en 1802 pero no se consolidó hasta 1834. Desde el comienzo, aunque de forma irregular y bajo diferentes nombres, se enseñó Geología Aplicada. Probablemente, la convicción de Agustín de Bethancourt de incluir desde el primer momento la Geología aplicada influyó el accidente de la rotura de la presa del Estrecho de Puentes sobre el río Guadentín en 1802, que inundó Lorca y causó 608 muertos. El proyectista fue incapaz de darse cuenta de las verdaderas características del terreno, con un espesor de acarreo por los que se filtraba el agua y que fue la causa de la

Enseñanza de Geología en Ingeniería Civil: retos actuales

rotura. El primer profesor que se conoce fue Ezquerro de Bayo. Desde 1943 figura en el plan de estudios la asignatura de Mineralogía y Geognosia, y el profesorado desde 1843 a 1861 incluye al ingeniero de Minas y de Caminos, Amar de la Torre, que contó con la ayuda del ingeniero de Minas Aranzazu. La docencia se apoyaba en el libro de Lyell “Elements of Geology” que fue traducido por Ezquerro de Bayo. El Laboratorio tenía una colección de rocas y minerales proporcionada por el conservador del Museo de Ciencias Naturales Garcés de Maella y confeccionada por el Catedrático Donato García; este Laboratorio contaba también con modelos cristalográficos y algunos aparatos.

Desde 1864 el profesor de Geología fue el ingeniero de Caminos D. Rogelio de Inchaurrendieta, y en la que tuvo como discípulos a Intilini y Palau, que llegaron a ser después los catedráticos de Geología. Según relata Saénz (1953) fue notable su intervención en el hallazgo y estudio de los restos óseos de un mastodonte en el Mioceno de Madrid. Rogelio Inchaurrendieta escribió seguramente el primer libro de Geología Aplicada del mundo, adelantándose en un siglo al primer Congreso de Geología del Ingeniero. Este libro, de 95 páginas, trata de diversos temas, tales como “estadística de los materiales de construcción”, “resumen de los materiales más frecuentes en los diversos terrenos”, “nociones de hidrografía subterránea”, “investigaciones de manantiales”, “investigaciones de aguas ascendentes”, “saneamientos de terrenos”, etc.

Posteriormente la enseñanza de Geología Aplicada fue dirigida por D. Eduardo Mojadas Ramos, Vicente Rodríguez Intilini, Melchor de Palau, Narciso M. Puig de la Bellacasa y Sánchez. La labor docente de Puig quedó recogida en dos ediciones de su texto “Nociones de Geología y Geografía Física aplicadas a la Ingeniería” que sirvió de texto básico también para otras Escuelas Especiales.

El salto cualitativo que supone la incorporación de Clemente Saenz, y posteriormente su hijo Clemente Sáenz Ridruejo, es muy grande respecto de otros predecesores, ya que introduce su vocación científica y su experiencia profesional, pues intervino en un gran número de obras de la época de desarrollo de infraestructuras que le tocó vivir. Simultaneó su actividad científica y docente a la actividad profesional, también muy intensa, a la Geología Básica y a la Geología Aplicada a la Obra Pública.

El creciente desarrollo de las infraestructuras de nuestro país, cada vez más extendidas y tecnificadas (carreteras, ferrocarriles interurbanos y metropolitanos, aeropuertos, etc.) ha llevado emparejado un conocimiento mayor del territorio y, por extensión, de la Geología. Y esto ha hecho que los estudios universitarios incorporasen esta experiencia creciente sobre los estudios geológicos realizados en dichas obras de infraestructura.

En la presente comunicación se pretenden mostrar tres ideas: a) la práctica ausencia de conocimientos básicos de Geología en los alumnos que llegan a la universidad; b) la necesidad de adquirir dichos conocimientos básicos y también aplicados a lo largo de los estu-

I. Menéndez-Pidal, A. Lomoschitz, J.R. Jiménez López, E. Sanz Pérez.

dios del Grado en Ingeniería Civil; y c) proponer unos objetivos mínimos (denominados competencias y resultados del aprendizaje en el EEES) que deberían alcanzar todos los alumnos.

¿De donde partimos hoy?

Nuestro punto de partida incluye a los alumnos que llegan a primer curso del Grado de Ingeniería Civil y los conocimientos previos de Geología que tienen al llegar a la Universidad. Como los alumnos cambian y el nivel de conocimientos previos son variables con el tiempo, nuestro punto de partida es también cambiante.

De forma muy extendida se piensa que los planes de estudio de enseñanza primaria y secundaria actuales son peores que los anteriores y, de forma generalizada, se cree que los alumnos estudian y “aprenden menos ahora que antes”. Son, sin duda, apreciaciones generales, difíciles de contrastar. Sin embargo, se pueden considerar dos tipos de condicionantes, que influyen notablemente: 1) condicionantes sociales o del entorno; y 2) condicionantes de la formación previa.

Condicionantes sociales o del entorno

Los últimos años, hemos notado cambios notables en los alumnos, en cuando a su nivel de conocimientos y forma de afrontar sus estudios. Pensamos que estos cambios son globales y son difíciles de analizar pues en parte son atribuibles a los cambios que la propia sociedad y que las familias han tenido.

Del lado negativo, podemos indicar que existe:

- Poca exigencia por parte de la familia y bajo nivel de compromiso de los hijos respecto a sus obligaciones (familiares, sociales, de amistad, etc.).
- Cierta apatía vital y dejadez en parte del alumnado y poca dedicación a sus estudios.
- Gran influencia de la “era tecnológica” que produce una dispersión excesiva en la información que reciben los alumnos.

Del lado positivo podemos destacar:

- Gran parte de los alumnos que comienzan una carrera de Ingeniería cuentan con un nivel intelectual medio a alto.
- Los alumnos son afines a las Matemáticas y la Física, que ayudan a ordenar los conocimientos, según una estructura lógica.
- En los primeros cursos, donde se imparte Geología, los alumnos están abiertos a las nuevas enseñanzas y, en general, son bastante receptivos.

Enseñanza de Geología en Ingeniería Civil: retos actuales

Condicionantes de la formación previa

Si se analiza la estructura de las enseñanzas obligatorias de la ESO (RD 1631/2009) y del bachillerato (RD 1467/2007) se pueden obtener dos conclusiones:

- El estudiante recibe conocimientos de Geología, siempre compartidos con Biología en 1º, 2º y 3º de ESO y en una relación de contenidos del temario equivalente a 2/3 de Biología y 1/3 de Geología (Decreto 231/2007 y Orden del 10 de agosto de 2007).
- En el Bachillerato de Ciencias y Tecnología, la asignatura de Biología y Geología se oferta como optativa, y el alumno debe elegir de un grupo de seis asignaturas: Matemáticas, Física y Química, Biología y Geología, Dibujo Técnico y Tecnología Industrial, (Decreto 416/2008 y Orden del 5 de agosto de 2008).

En la práctica, muy pocos alumnos que vayan a cursar carreras universitarias de Ingeniería eligen la asignatura de Biología y Geología y, por el contrario, son los que se orientan a las titulaciones biomédicas los que más las eligen.

Tal vez, nuestra percepción del cambio en los alumnos esté emparejada con el cambio de planes de estudio y la situación de la enseñanza de la Geología en diferentes semestres, todos dentro de lo considerado enseñanzas básicas de los grados.

En consecuencia, tanto el entorno (social y familiar) y la escasa formación previa en Geología de los alumnos son condicionantes que habrá que tener en cuenta.

¿A dónde queremos llegar?

Básicamente, se nos plantean tres retos:

- Transmitir conocimientos amplios de Geología general a los alumnos, mediante una adecuada combinación de clases teóricas y prácticas, que configuren una buena base del aprendizaje. Los conceptos teóricos que es necesario enseñar en esta etapa son numerosos y la terminología específica es amplia. Además la Geología “se ayuda del laboratorio” y “se muestra en el campo”, y de ahí deriva la importancia de las clases prácticas.
- Introducir a los alumnos en los aspectos prácticos de la Geología como, por ejemplo: el comportamiento y utilización de los diferentes tipos de rocas, las técnicas de reconocimiento del terreno y la influencia de las zonas con geodinámica activa (costas, ríos, dunas, etc.) en los proyectos de Ingeniería.
- Servir de puente con las asignaturas tecnológicas dentro del área de la Ingeniería del Terreno: Geología Aplicada, Geotecnia, Mecánica de Suelos y Rocas, Ingeniería Geológica, etc. Los profesionales de la Ingeniería del terreno saben que en

I. Menéndez-Pidal, A. Lomoschitz, J.R. Jiménez López, E. Sanz Pérez.

los estudios geotécnicos hay que contar en primer lugar con el contexto geológico. Además, muchos problemas que aparecen en las obras se han debido a un deficiente reconocimiento previo de las formaciones geológicas.

Proyecto docente de Geología Aplicada en el grado de ingeniería civil

Se han consultado los Proyectos Docentes de esta asignatura de siete universidades españolas (Tabla 1):

Tabla 1. Asignaturas de Geología (aplicada) de siete universidades españolas.

Universidad	Nombre Asignaturas	Curso	Cuatrimestre o Semestre	Créditos ECTS
Politécnica de Madrid	Geología. Geología aplicada a las obras públicas.	2º	1º+2º	4.5+4.5
Politécnica de Catalunya	Geología	1º	1º	6
Politécnica de València	Geología aplicada a la Ingeniería Civil	2º	1º	6
Granada	Geología	1º	2º	9
Salamanca	Geología	2º	1º	6
Cantabria	Geología Aplicada	2º	1º	6
Las Palmas de G.C.	Geología Aplicada	1º	1º	6

Fuente: Elaboración propia

Pensamos que pedagógicamente es mejor que la Geología se imparta en el primer semestre de 2º curso, cuando el alumno ya esté introducido en la carrera y empieza a tener nociones de construcción; además, dicha posición permite impartir a continuación la asignatura de Geotecnia y Cimientos.

En cuanto a los contenidos del proyecto docente, difieren de una universidad a otra, si bien todos se rigen por los criterios establecidos por la Orden CIN/307/2009, de 9 de febrero, que estos títulos oficiales necesitan cumplir, pues habilitan para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas en España.

Partimos de realidades diferentes según la adaptación de los planes de estudios a las diferentes universidades, entre 6 a 9,5 créditos ECTS (ULPGC, 2013a).

Tabla2. Resumen de contenidos de la asignatura de Geología Aplicada, con los temas generales y algunas de sus aplicaciones en ingeniería Civil para garantizar el desarrollo de orientación profesional del estudiante, según el Verifica de la ACEAU (ULPGC, 2014-a).

Enseñanza de Geología en Ingeniería Civil: retos actuales

<u>Temas de teoría</u>	<u>Objetivos</u>
1. Introducción a la Geología	Refrescar los conocimientos geológicos básicos previos o darlos a conocer.
2. Estructura interna de la Tierra. Tectónica Global.	
3. Las rocas ígneas y la actividad ígnea.	Ampliación de dichos temas relacionándolos con la Ingeniería (utilización y comportamiento de las rocas)
4. Rocas sedimentarias y medios sedimentarios	
5. Metamorfismo y rocas Metamórficas	
6. Fracturación de las rocas. Fallas y diaclasas.	Descripción de cómo afectan estos factores a los proyectos de Ingeniería.
7. Pliegues y estructuras asociadas.	
8. Climatología y Meteorización.	Nociones que servirán a lo largo de los estudios en la carrera.
9. Reconocimiento del terreno para proyectos.	
<u>Prácticas</u>	<u>Objetivos prácticos</u>
Prácticas de laboratorio	Descripción y clasificación de rocas. Geología el trazado de una obra lineal. Reconocimiento de depósitos sedimentarios y afloramientos rocosos. Exposición de casos prácticos reales.
Reconocimiento y clasificación de rocas.	
Lectura e interpretación de mapas geológicos.	
Prácticas de campo	
Itinerarios geológicos.	
Reconocimiento de materiales geológicos.	
Prácticas de aula	

Didáctica de la geología en el ámbito de los proyectos

Integración de la actividad proyectual

La metodología del estudio del terreno debe estar enmarcada dentro del aprendizaje por proyectos dentro del mundo de la ingeniería civil. Éste se desarrolla persistentemente mediante la integración de las actividades siguientes: Identificación del problema, Análisis de Alternativas, Proyecto, Producción y Ejecución y, por último, Control.

En general, desde el punto de vista docente no se contemplan trabajos parciales que en el mundo profesional sí se pudieran dar. Esto, sin embargo, como veremos puede cambiar ante los retos que está despertando los nuevos planes de Estudio traídos por Bolonia. Solo

I. Menéndez-Pidal, A. Lomoschitz, J.R. Jiménez López, E. Sanz Pérez.

en caso de trabajos ingenieriles parciales los anejos relacionados con la Geología y Geotecnia cambian su orientación y dependiendo del trabajo, podrían no ser necesarios.

Integración del estudio del terreno dentro del TFT

El proyecto de ingeniería civil recoge, al menos, estos grandes grupos de elementos: Estudios preliminares, anteproyecto, diseño de partes, cálculos, planos generales y de detalle., memorias descriptivas general y de partes, mediciones, costes, precios y presupuestos, planificación y programación del proyecto, implementación y normalización de su desarrollo. Habitualmente se agrupan en documentos bien conocidos como Memoria, Anejos a la Memoria, Planos, Mediciones y Presupuesto y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Generales. Los trabajos realizados en el ámbito geológico en forma de anejos, por tanto, deberán ser capaces de poder responder a los requisitos que estos documentos tienen en el mundo profesional de la ingeniería. El enfoque a nivel pedagógico debiera orientar en esa dirección los anejos, siendo el alumno capaz de sintetizar conceptos e información para cada objetivo de cada parte del proyecto. Por otro lado debe considerarse que la interacción con el terreno es intrínseca en la inmensa mayoría de las infraestructuras por lo que la información correspondiente a este ámbito debe estar omnipresente en el proyecto, y de forma particular a cada tipología de obra.

Didáctica del proyecto y didáctica del anejo de geología

En nuestro caso, la didáctica exige enseñar a proyectar, y por tanto a manejar los conceptos que se desarrollan en el ámbito geológico y geotécnico. Esto sólo puede hacerse haciendo y aún más, integrándose en los demás saberes de la carrera. He aquí lo verdaderamente interesante y didáctico que tiene la redacción del proyecto en las carreras de ingeniería civil. Por tanto, al ser el terreno parte esencial en el proyecto, la información contenida en el proyecto se apoyará inequívocamente en dichos saberes: geología y geotecnia, entre otros. Su elaboración resulta fundamental para el éxito didáctico del proyecto.

Desde ese punto de vista didáctico, esta información, como todo el proyecto debe coadyuvar a la educación del criterio, a su formación. Aunque sólo la experiencia profesional podrá forjarlo, las pautas pueden enseñarse en el proyecto didáctico. Se debe pretender por tanto que el alumno sea capaz de fundamentar, justificar, criticar, construir, proyectar, sustentar criterios, modelizar, etc. La incertidumbre que tiene el conocimiento del terreno hace que la redacción de los anejos de geología y geotecnia, sean muy adecuados para ejercitar el criterio.

Plazos de redacción

El método de proyectos da sus frutos cuando se parte del estudio del problema. Los trabajos relacionados con el terreno para el alumno, no deben ser una mera recolección de datos sin mayores pretensiones, sino formar parte del problema. Esto exige dedicación por parte del

Enseñanza de Geología en Ingeniería Civil: retos actuales

alumno y del profesor. Los tiempos son largos. La tutoría es esencial, y la orientación es el catalizador de la formación del criterio en el alumno. Sin embargo, es recomendable, la combinación de la tutoría junto a otras estrategias didácticas como los seminarios y las clases teóricas que permitan exponer conceptos en torno a la redacción de los proyectos. Aquí pueden enmarcarse los contenidos por ejemplo en forma de guías metodológicas.

Etapas del proyecto

No puede tampoco olvidarse que el proyecto de ingeniería se resuelve en etapas o escalones de conocimiento del problema y en, también, etapas o escalones de la soluciones y sus definiciones. Esta idea se materializa en los documentos llamados, Estudios de Planificación, Estudios Previos de Soluciones, Anteproyectos, y Proyectos de Construcción. Aunque los Estudios de Planificación no suelen incluirse en los proyectos didácticos por ser multidisciplinarios e integrar saberes que trascienden lo meramente técnico con creces, conviene que los proyectos se enmarquen en ámbitos reales o no, pero verosímiles, con el fin de dar unidad y dirección a todo el trabajo. La labor del tutor en este caso es esencial.

El resto de las etapas deben estar presentes para el alumno y formar parte de su trabajo. En el ámbito del terreno, y en la redacción del anejo de geología y geotecnia, esto se traduce en unos contenidos diferentes para cada etapa como así ocurre en el campo profesional. Por ejemplo la precisión de los estudios, la fotointerpretación, escalas de los mapas geológicos elaborados o los ensayos y campañas de sondeos y geofísica serán muy diferentes en unas etapas.

Integración de los estudios del terreno con el resto de la ingeniería

Dado que el proyectar no es un proceso lineal, sino que se trata de una aproximación desde diferentes campos de la ingeniería civil y con diferentes grados de profundidad, los anejos relacionados con el terreno, poseen también estas características. No es, pues, lo mismo un anejo de una obra lineal que un proyecto de túnel o de una presa. Esta aproximación tipológica y “en espiral” hace que los contenidos en el ámbito del terreno varíen también doblemente: por su tipología y por su etapa proyectual.

Por tanto, es complejo dar pautas unívocas y que sirvan como modelo único. Sin embargo, es posible una aproximación genérica que puede particularizarse para cada caso en función de los condicionantes ya mencionados.

Propuestas de mejora

Los profesores de Geología aplicada somos conscientes de que los alumnos, a comienzo de curso, parten prácticamente de cero en conocimientos básicos de Geología, salvo algunos casos. Dicha afirmación se basa en la realización de un test de conocimientos previos, realizado los primeros días de clase. En contra tenemos que la Geología incluye abundante

I. Menéndez-Pidal, A. Lomoschitz, J.R. Jiménez López, E. Sanz Pérez.

terminología y nociones completamente nuevas. Por ello, cada curso nos proponemos introducir 1 o 2 mejoras en la enseñanza de la asignatura, comprobamos su eficacia durante ese curso y si resultan beneficiosas para el aprendizaje del alumno, las incorporamos al proceso educativo. En 4-6 años confiamos que la asignatura consiga un cuerpo apropiado de contenidos básicos, de actividades formativas (controlables o evaluables), y se asegure la consecución de las competencias específicas de la materia.

Estas propuestas, se han agrupado en cuatro principios fundamentales del binomio enseñanza – aprendizaje de la Geología en Ingeniería Civil. Estos principios se enumeran a continuación con ejemplos de mejoras introducidas, algunas materializadas en actividades concretas.

Partir de lo básico ayuda a estructurar la mente

Pueden emplearse diversos métodos como, por ejemplo:

- Test de conocimientos previos, a comienzo del curso.
- Índice claro para cada tema y enseñanza secuenciada en etapas de dificultad creciente.
- Resumen que compendia las nociones básicas de cada tema.
- Bibliografía paginada para los apartados de cada tema.
- Test de nociones básicas cada 2 temas. Posible test de autoevaluación vía web.

La práctica totalidad de los contenidos teóricos quedan englobados en varios mini-temas y en un conjunto limitado de palabras clave. Estos mini-temas y palabras clave pueden formar parte de las pruebas de evaluación, parciales o finales.

Aprender a observar el terreno y a describirlo

En las prácticas de campo hemos experimentado con éxito las siguientes actividades:

- Reconocimiento en campo de un corte geológico que aparece en una parcela o en un talud de carretera. Se aprende así a diferenciar los materiales, a describirlos, a medir sus espesores, su continuidad lateral y a realizar esquemas o croquis representativos.
- Itinerario geológico y lectura del mapa geológico. Una vez reconocidos y diferenciados los materiales en el campo, se hace una primera descripción. Después, se contrasta con la información que aporta el mapa geológico y se completa la descripción.
- Manejo de la brújula de geólogo y flexómetro para la medida de fracturas en campo. Las fracturas naturales de las rocas (siempre que su afloramiento sea adecua-

Enseñanza de Geología en Ingeniería Civil: retos actuales

do) permiten obtener diversos datos (orientación, espaciamiento, continuidad, forma, apertura, relleno, rugosidad y presencia de agua).

Didáctica de los Viajes de Prácticas

El ingeniero debe tener unos conocimientos teóricos suficientes para que puedan ser aplicados a resolver problemas concretos, con la capacidad de criterio necesaria para simplificar éstos, y teniendo en cuenta factores como la rapidez, sencillez, calidad y economía.

La Geología aplicada a la Ingeniería se podría definir como la ciencia y disciplina de la Geología aplicada al diseño, construcción y ejecución de estructuras ingenieriles en y sobre el terreno.

Se ha discutido mucho sobre la primacía de la teoría sobre la práctica. Hoy prevalece la exageración de lo práctico, con la que se obtienen buenos obreros, pero rutinarios y mediocres maestros. Se olvida demasiado que el problema docente es un problema de equilibrio de criterios y de su aplicación.

El estudio de la Geología Aplicada representa para muchos alumnos el primer contacto real con el medio físico, con la profesión y con las obras, dado la situación de la asignatura en los primeros cursos de la carrera. Ello supone la ligazón con otras asignaturas de la carrera (túneles, presas, aguas subterráneas, carreteras, etc).

Con los viajes de prácticas, se pretende (o se busca) fijar los conocimientos impartidos en el aula durante el curso con la enseñanza de la geología de campo, y con la visita a diferentes obras, en las que se destacarán la importancia de la geología en ellas.

La experiencia de campo, aunque sea mínima, es de importancia fundamental en todo adiestramiento de una ciencia de la Naturaleza, como es la Geología. Ningún curso de Geología para el ingeniero puede considerarse completo, sin haberse incluido recorridos de campo bien planeados, donde el alumno pueda ponerse en contacto con el campo y ver aquello que se le explica en las aulas. Las visitas a obras puede proporcionarle una visión de relación entre la Geología y la Ingeniería Civil.

Estas salidas deben estar pensadas de tal manera que ilustren distintos tipos de fenómenos y estructuras geológicas, generalmente no muy complejas, y también con la visita de obras construidas o en construcción, y que hayan estado relacionadas con la geología.

La Geología como base de la Geotecnia y de los proyectos

Como toda obra civil se realiza en un medio físico determinado (con su topografía y geología particulares) resulta conveniente:

- Mostrar ejemplos de proyectos reales, con sus anejos de Geología y Geotecnia. Esto permite enlazar con la asignatura de Geotecnia.

I. Menéndez-Pidal, A. Lomoschitz, J.R. Jiménez López, E. Sanz Pérez.

- Proponer la lectura de artículos de revistas técnicas, donde se describan los materiales geológicos de una obra en ejecución, sus propiedades geotécnicas, su comportamiento y problemas asociados. Se puede proponer como tarea redactar un resumen y/o preparar una presentación en clase.

No hemos pretendido introducir todas estas mejoras simultáneamente, lo cual sería imposible; si no que hemos ido probando con cada una y contrastando su eficacia, de forma flexible.

Conclusiones

A lo largo del artículo se ha intentado mostrar una realidad: la enseñanza de la Geología en Ingeniería Civil, con sus ventajas e inconvenientes y como una realidad cambiante en el tiempo. Por un lado, hoy en día resulta esencial el conocimiento de las formaciones geológicas y de sus propiedades geotécnicas para el adecuado diseño, ejecución y explotación de muchas obras de infraestructura. Por otro lado, la enseñanza de la Geología en las titulaciones universitarias de Ingeniería cuenta ya con una larga trayectoria.

Nuestro punto de partida incluye a los alumnos que llegan a primer curso del Grado de Ingeniería Civil. Existen condicionantes sociales o del entorno, que influyen en la enseñanza y el aprendizaje, a los que se suma los condicionantes de la formación previa, considerada escasa.

A partir de ahí, se plantean tres retos básicos para la asignatura: 1) Transmitir conocimientos amplios de Geología general; 2) Introducir a los alumnos en los aspectos prácticos de la Geología; y 3) Servir de puente con las asignaturas de tipo tecnológico relacionadas con la Geotecnia y la Ingeniería Geológica.

Por último, se han expuesto algunas mejoras que hemos ido introduciendo, retirando aquellas que no han resultado óptimas según nuestro criterio. Se han agrupado siguiendo 4 principios: 1) Partir de lo básico ayuda a estructurar la mente; 2) aprender a observar el terreno y a describirlo; 3) Viajes de Prácticas; y 4) la Geología como base de la Geotecnia y de los proyectos.

No obstante, no podemos olvidar que la asignatura está limitada en el tiempo (9 a 6 créditos ECTS) y ubicada en primer o segundo curso. No se puede pretender impartir una formación más extensa que sería propia de un Grado en Geología o en Ingeniería Geológica.

Por ello, confiamos en la eficacia de seguir un orden, una sistemática en la enseñanza que, en última instancia, permite estructurar los conocimientos que adquiera cada alumno.

Referencias

Decreto 231/2007 de 31 de julio de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la educación secundaria, (2007).

Enseñanza de Geología en Ingeniería Civil: retos actuales

Decreto 416/2008, del 22 de julio de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes al Bachillerato en Andalucía, (2008).

Jiménez López, J.R., Lomoschitz Mora-Figueroa, A., Sánchez Avilés, M. (2014). *Enseñanza de Geología en Ingeniería Civil: del desconocimiento a su aplicación en proyectos y obras*. CUIEET 2014. XXIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. 14 pp.

Menéndez-Pidal de Navascués, I. Sanz Pérez, E.(2011) *Survey on integration of applied geology and geomorphology in civil engineering curricula in the framework of the european higher education area (eha) by using practical trip*. INTED2011 Proceedings.

Menéndez Pidal, I., Santamarta Cerezal, J.C.,Hernández Gutiérrez, L.E., Sanz Pérez, E. (2011) *Learning experience on applied geology in civil engineering curricula by using university cooperation and practical trips* INTED2011 Proceedings.

Orden del 10 de agosto de 2007 de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía, (2007).

Orden del 5 de agosto de 2008 de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al Bachillerato en Andalucía, (2008).

Orden CIN/307/2009, Memoria de Título de Graduado/Graduada en Ingeniería Civil del 26 de octubre de 2009, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, (2009).

ULPGC. Ficha de la materia Geología, Asignatura Geología aplicada, incluida en la Memoria de Verificación del título oficial de Graduado/a en Ingeniería Civil por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, (2009).

ULPGC. Proyecto docente de la asignatura “Geología aplicada” del título de Grado en Ingeniería Civil de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, curso 2014-15, (2014a).

ULPGC. Proyecto docente de la asignatura “Geotecnia y cimientos” del título de Grado en Ingeniería Civil de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2014-15, (2014b).

RD 1631/2006, de 29 de diciembre del Ministerio de Educación y Ciencia, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria, (2006).

RD 1467/2007 de 2 de noviembre del Ministerio de Educación y Ciencia, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas, (2007).

Aplicación de la distancia de Mahalanobis al estudio del rendimiento académico de los títulos de grado.

Hervás A. ^a, Polit J. ^b, Jiménez A. ^c, Capilla R. ^d.

^aUniversitat Politècnica València, ahervas@mat.upv.es; ^bjavierpolit@gmail.com; ^candreu-jimenez@gmail.com; ^dUniversitat Politècnica València, capilla@eln.upv.es

Abstract

One of the data that are usually used to evaluate the academic performance of a bachelor's degree is the academic performance of the degree.

This paper proposes a method for comparing the performance of a degree respect to the average admission mark, with respect to the system (other institutions offering the same degree).

We will use the "Mahalanobis distance", which will allow us to obtain the deviation of the results from the expected result.

Keywords: *Academic performance, Mahalanobis distance, Learning analytics.*

Resumen

Uno de los datos que se suelen utilizar para evaluar los resultados académicos de un título de grado es el rendimiento académico de la titulación.

En este trabajo se propone un método para comparar los rendimientos de un grado respecto de la nota media de admisión, con respecto al sistema (resto de centros que imparten el grado).

Para ello utilizaremos la "distancia de Mahalanobis", lo que nos permitirá obtener la desviación de los resultados obtenidos respecto al resultado esperado.

Palabras clave: *Rendimiento académico, distancia de Mahalanobis, Learning analytics.*

Aplicación de la distancia de Mahalanobis al estudio del rendimiento académico de los títulos de grado

Introducción

Tradicionalmente, especialmente entre el profesorado universitario, se ha tenido la impresión de que el rendimiento de los alumnos durante los primeros años de sus estudios universitarios mantenía una cierta relación con la nota de acceso a la Universidad.

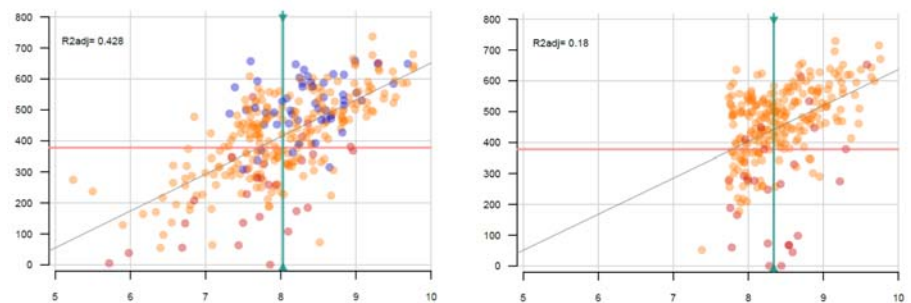
En el caso de titulaciones como las de Ingeniería o Ciencias experimentales, en las que el alumno debe hacer uso de conocimientos adquiridos en el bachillerato, ya sea por su necesidad conceptual o por su uso instrumental, este hecho se hace visible como podemos ver en la Figura 1. Es el caso de titulaciones donde cobran especial importancia materias del bachillerato como son matemáticas, física, química, etc.

Para títulos universitarios donde los conocimientos que se deben de adquirir son prácticamente nuevos, y el alumno no necesita recurrir a conocimientos previos, esa relación queda mucho menos patente [Soriano, Hervás, Capilla].

En la Figura 1 se muestran los resultados de dos titulaciones distintas de ingeniería, con una nota media de acceso similar, en una 8 y en la otra 8'2, sin embargo en la segunda, la nota de corte supera el 7 y en la primera apenas supera el 5. En ellas se representan todos los alumnos de la promoción, y para cada alumno, el número de créditos aprobados en función de su nota de acceso. La línea de color verde marca la nota de acceso media, la roja la media de créditos aprobados por los alumnos del título y la línea gris la recta de correlación.

Figura 1 Rendimiento académico en función de la nota de acceso.

Fuente: Elaboración propia.



Aunque no podemos expresar taxativamente la correlación entre estas dos variables, ni hemos encontrado en la literatura resultados en ese sentido, el propio Ministerio de Educación, Cultura y Deporte aporta en su página web [Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. ¿Qué estudiar y dónde?], una herramienta que suministra el rendimiento probable del estudiante en función de su nota de acceso a la Universidad. Discriminando el probable

Hervás A., Polit J., Jiménez A., Capilla R.

rendimiento en cuanto al género y a la vía de acceso, bachillerato o ciclos formativos. Para el caso de los estudios de ingeniería, el rendimiento aumenta con la nota de acceso.

Tabla 1. Rendimiento probable del alumno de nuevo ingreso en los estudios de ingeniería en función de las notas de acceso

Forma de acceso	Rango de notas	Rend. Mujer (%)	Rend. Hombre (%)	Rend. Medio (%)
Bachillerato	[5-6.5]	51	46	66
Bachillerato	[6.5-8]	65	57	
Bachillerato	[8-9.5]	74	67	
Bachillerato	[9.5-14]	83	80	
FP	[5-6.5[48	42	
FP	[6.5-8[58	54	
FP	[8-9.5[70	67	
FP	[9.5-14]	79%	67%	

En este trabajo mostraremos una metodología de análisis del rendimiento académico en función de la nota de acceso aplicable a los grados del área de ingeniería que se imparten en el SUPE. Los datos utilizados proceden de la información facilitada por el MECyD, [Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. ¿Qué estudiar y dónde?], (datos descargados de la propia web en mayo 2014 y abril 2015) y a ellos nos remitimos. Las variables y operadores que vamos a utilizar son las siguientes:

- **DEMANDA (D):** Es el número de alumnos pre-inscritos o solicitantes de una determinada titulación. Consideraremos solamente la Demanda en primera opción en la convocatoria de Junio, descartando por tanto segundas y terceras opciones etc., así como la convocatoria de Septiembre por no resultar significativa a efectos de este estudio.
- **OFERTA(O):** Es el número de plazas que una Universidad ofrece para alumnos de nuevo ingreso en primer curso de una titulación, sin desglosar en los diferentes cupos. Consideramos como *alumnos de nuevo ingreso*, aquellos que se matriculan por primera vez en una determinada titulación cualquiera que sea su procedencia.
- **NOTA MEDIA DE ADMISIÓN (NMA):** Es la media aritmética de las notas de acceso de los alumnos que han sido admitidos cada año. Simplemente se suman las notas medias de todos los alumnos admitidos, y el resultado se divide por el número de alumnos admitidos.

Aplicación de la distancia de Mahalanobis al estudio del rendimiento académico de los títulos de grado

- RENDIMIENTO (TREND): Cuando hablemos de Rendimiento, nos estaremos refiriendo al porcentaje de créditos superados por los alumnos de primer curso del año en cuestión. Se aplica a los alumnos que se matriculan por primera vez en el título.
- TASA DE RENDIMIENTO (R): Es la proporción de créditos superados respecto a los créditos matriculados. Su rango oscila entre 0 y 1, y se expresa de manera porcentual.

$$R = (\text{Créditos superados} / \text{créditos matriculados}) \% \text{ (Tasa de Rendimiento)}$$

- TASA DE RENDIMIENTO PONDERADO (CsN): créditos superados multiplicados por la nota obtenida en el mismo.

$$CsN = \sum_{\text{asignaturas}} (\text{Créditos superados} \times \text{Nota obtenida})$$

Distancia de Mahalanobis (DMH).

Vamos a tratar de determinar, para cada centro en el que se imparte un determinado grado, si el rendimiento obtenido por sus alumnos se encuentra en una posición acorde a los resultados genéricos del título.

Para un mejor estudio comparativo representaremos en un mapa cartesiano el TREND y la NMA de cada centro y destacaremos aquellos cuya “distancia” es adecuada respecto al valor esperado para la titulación.

Para representar la distancia utilizaremos la DMH. Fue desarrollada por el científico hindú Prasanta Chandra Mahalanobis en 1936, su interés radica en el hecho de introducir la correlación entre variables aleatorias.

En los casos en los que se desea obtener la distancia entre dos o más variables que presentan diferentes valores cada una de ellas y representarlas en un espacio métrico, es la distancia euclídea el camino más lógico y natural, pero este método no es válido cuando hay correlación entre las variables, como es nuestro caso de estudio. Según determinamos en la introducción, en los estudios de ingeniería existe una cierta correlación entre la nota media de acceso y el rendimiento académico de los estudiantes.

La “DMH” tiene aplicación en los casos de cálculos de distancia estadística en los que se busca no solo conocer la distancia entre las variables, sino también su correlación haciendo su cálculo independiente de la escala, lo que permite determinar la similitud entre dos variables aleatorias multidimensionales.

Hervás A., Polit J., Jiménez A., Capilla R.

Si establecemos que X_1 (TREND) y X_2 (NMA) son las características a estudiar de los centros X_i en los que se imparte un determinado grado, podemos caracterizarlos en forma vectorial como $\vec{X}_i(X_{1i}, X_{2i})$

Se define la DMH, como:

$$\delta_m(\vec{x}_1, \vec{x}_2) = \sqrt{(\vec{x}_1 - \vec{x}_2)^T \Sigma^{-1} (\vec{x}_1 - \vec{x}_2)}$$

Donde Σ^{-1} es la matriz de covarianzas, $(\vec{x}_1 - \vec{x}_2)^T$ es la matriz traspuesta de las distancias al centroide, y $(\vec{x}_1 - \vec{x}_2)$ es la matriz de las distancias al centroide.

Como comentamos anteriormente la DMH nos ofrece una ventaja clara frente a la distancia euclídea, ya que tiene en cuenta las diferentes varianzas de las variables, NMA y TREND, pero además guarda la correlación que tienen entre sí estas variables.

En sí misma no nos ofrece información significativa, ahora bien, es interesante cuando la utilizamos en conjunción con la representación gráfica de TREND x NMA de cada titulación.

Su representación cartesiana corresponde a un elipsoide, a diferencia de la distancia euclídea que es circular.

Cálculo y representación de la DMH en Excel.

Para calcular la DMH se pueden utilizar diferentes programas SPSS, R, Excel, Matlab, etc. hemos optado por Excel...

En nuestro caso hemos analizado cada título de grado por separado.

Los datos los hemos obtenido de la página web del ministerio de educación [Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. ¿Qué estudiar y dónde?]

El algoritmo utilizado es:

1. Creamos una tabla por grado en la que situamos en filas los centros que imparten el grado y en columnas OFERTA, NMA y TREND.
2. Calculamos la media ponderada y la varianza de las columnas NMA y TREND.
3. Obtenemos la matriz centrada: Para ello calculamos la diferencia de cada valor de NMA respecto a la NMA ponderada y hacemos lo mismo para cada valor de TREND.
4. Calculamos la matriz de varianzas- covarianzas, se trata de una matriz cuadrada y simétrica, siendo los valores de su diagonal los valores de la varianza. (podemos utilizar la función covarianza de análisis de datos de Excel o las funciones

Aplicación de la distancia de Mahalanobis al estudio del rendimiento académico de los títulos de grado

=MMULT, =TRANSPONER, y =MINVERSA). (Dado que Excel calcula la covarianza para N, y nosotros necesitamos esta magnitud para N-1, simplemente multiplicaremos la matriz resultante de aplicar la función estándar de Excel por el cociente de N/N-1)

5. Multiplicamos la inversa de la matriz de covarianzas obtenida por la Matriz Centrada y posteriormente multiplicamos la matriz obtenida por la traspuesta de la Matriz Centrada.
6. La DMH de cada centro la obtenemos calculando la raíz cuadrada del valor que le corresponde en la diagonal de la matriz del punto 5.
7. Obtenemos la media de las distancias obtenidas.

Cuanto mayor es el valor de DMH respecto del centro, mayor es la desviación de TREND en función de NMA para la titulación, pudiendo ser su TREND mayor o menor de lo esperado.

Para poder realizar un estudio más pormenorizado seleccionaremos de toda la muestra el 30% de los centros que mayor DMH presentan. Para ello delimitaremos con la elipse la zona que abarca a los centros cuyo valor de distancia es menor.

La representación de los datos

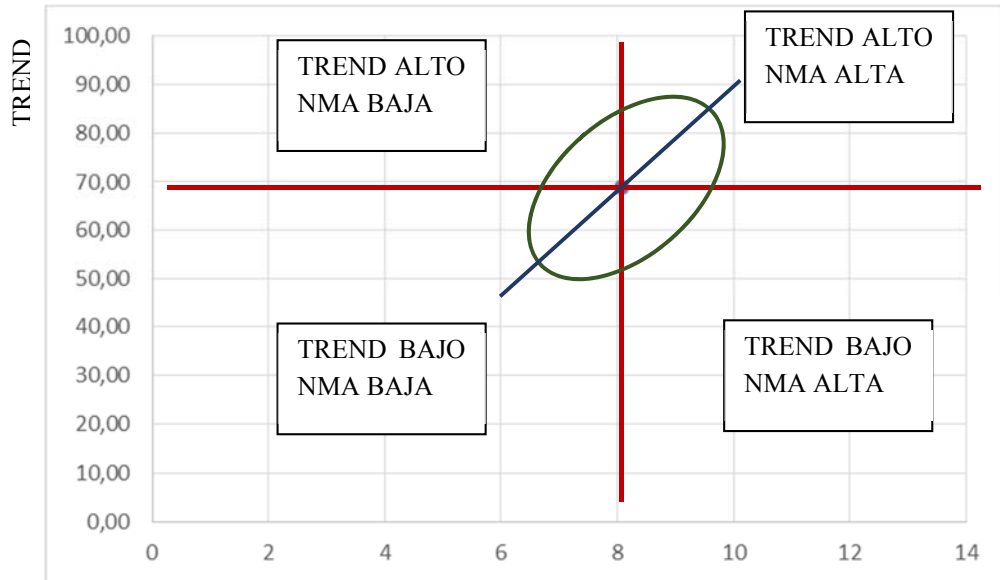
Representamos los datos TREND en función de NMA de cada centro en un mapa cartesiano (figura 2).

Incluimos en la gráfica la recta de regresión y la elipse que agrupa al 70% de los centros que presentan un valor más bajo de DMH.

Los valores que estén en el cuadrante 1 y 3 serán los que tienen un comportamiento mejor relativo a TREND en relación a NMA y cuanto más próximos a la recta de regresión menor será su DMH.

Hervás A., Polit J., Jiménez A., Capilla R.

Figura 2. Rendimiento medio en función de nota media de acceso,



NMA

Ejemplo de aplicación: Comparativa de los estudios de Ingeniería Informática.

De la página web del Ministerio de Educación Cultura y Deporte [Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. ¿Qué estudiar y dónde?] obtenemos los datos de oferta, TREND y NMA.

Imparten el título 59 centros.

Promedio ponderado en función de la oferta de TREND= 0,60 (60%)

Promedio ponderado en función de la oferta de NMA= 7,57

Varianza de TREND= 0,01

Varianza de NMA= 0,85

DMH media: 1,27. Obtenida siguiendo el proceso detallado en el apartado anterior.

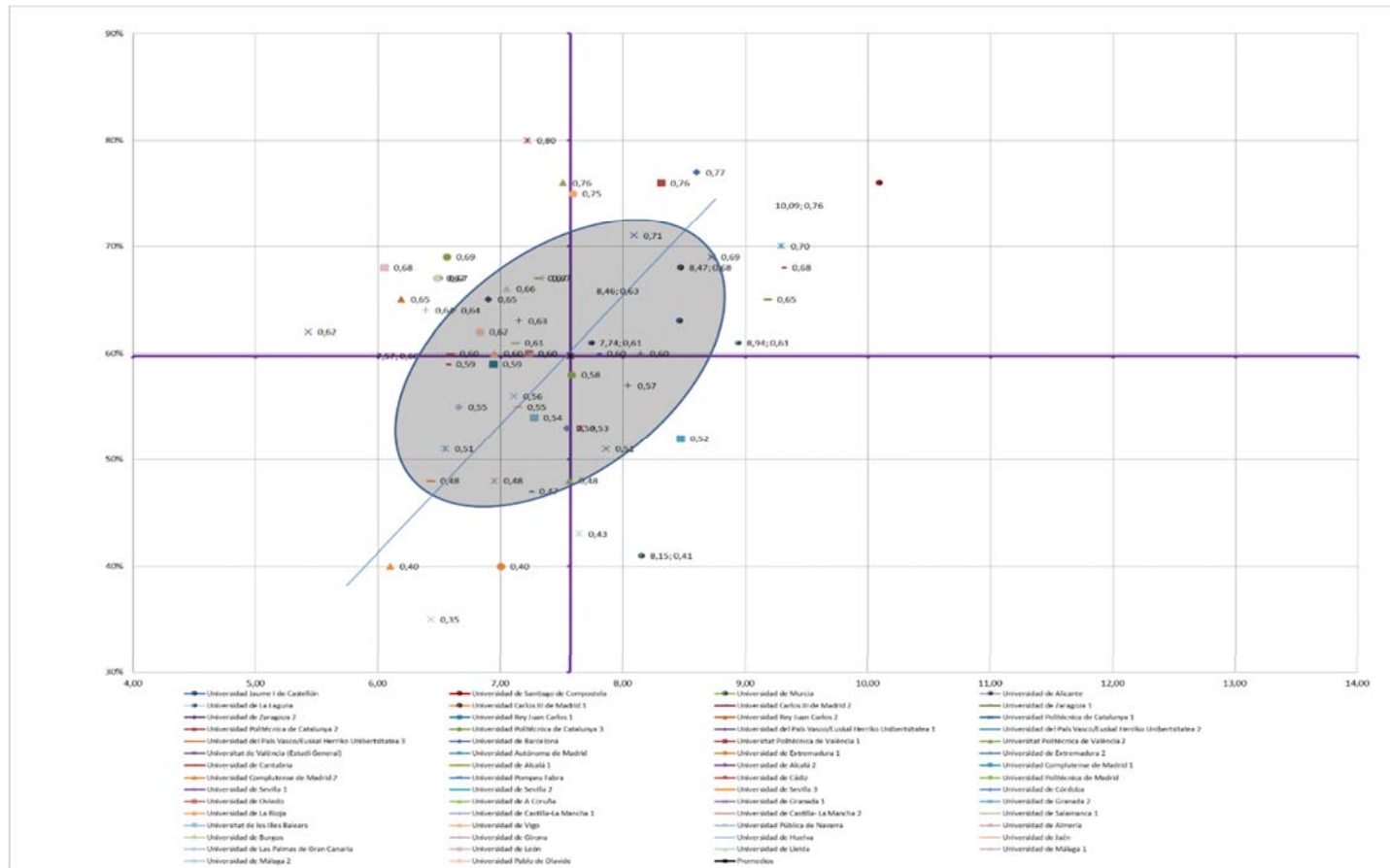
DMH mínima=0,2

DMH Máxima=2,89

Nº de centros dentro de la elipse= 40.

DMH del centro que está en la posición 40 (70%) = 1,6.

Tabla 2. Rendimiento, en función de NMA. Elipse de DMH.



En la representación de los TREND observamos que en el grado de Informática los valores situados de la elipse se sitúan alrededor de la misma, lo que indica una cierta homogeneidad de resultados, excepto algunos valores extremos. Si analizáramos el resultado creando una nueva elipse obtenida exclusivamente a partir de las escuelas que se encuentran dentro de la primera, los resultados situados en los cuadrantes 2 y 3 quedarían mucho más alejados.

Este análisis lo dejamos para futuros trabajos.

Conclusiones.

En la introducción indicábamos que, a diferencia de otras áreas, en el área de ingeniería existe una cierta relación entre la nota de acceso y el rendimiento académico de los estudiantes.

Dejar el análisis de los resultados a un solo factor, como puede ser el rendimiento académico, no parece adecuado, ya que son muchos los factores que intervienen en el resultado final, tanto internos como externos a la propia titulación. Sin embargo la relación entre la nota media de acceso de una titulación, nunca la de corte, y el rendimiento académico si que nos permite analizar y situar con unas coordenadas normalizadas bajo un criterio común a todo el sistema.

Para este análisis, la distancia de Mahalanobis es un método apropiado pues permite determinar que centros tienen un rendimiento académico mayor o menor del que podría considerarse como conveniente en función de la nota media de acceso de los estudiantes.

Las conclusiones de los resultados que se obtengan pertenecen a los centros y a las universidades, y, en ningún caso, es objeto de nuestro estudio.

Referencias

- Barnes, N. G., & Mattson, E. (2009). Social media and college admissions: The first longitudinal study. Center for Marketing Research. Retrieved May, 5, 2009. <https://www.umassd.edu/media/umassdartmouth/cmrr/studiesandresearch/socialmediaadmissions.pdf>
- Browne, M.W., & Cudeck, R. (1992). Alternative ways of assessing model fit. *Sociological Methods and Research*, 21, 230-258.
- Campbell, J.P., DeBlois, P.B., & Oblinger, D.G. (2007). Academic Analytics: A New Tool for a New Era. *EDUCAUSE Review*, 42(4), 40-57.
- Capilla, R. (2009). Análisis estratégico de los estudios TIC en la Universidad Politécnica de Valencia. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València. <http://riunet.upv.es/handle/10251/5767>
- Capilla Lladro, R., Hervas Jorge, A., Jimenez, P. P. S., & Salt, J. A. (2012, June). Vocational training as a reservoir of students in the ICT sector. In *Technologies Applied to Electronics Teaching (TAAE)*, 2012 (pp. 298-303). IEEE.
- Capilla P, P.P. Soriano, A. Hervás, P. López, A. Mocholí, "Análisis de la evolución de la Demanda de estudios universitarios de primer ciclo relacionados con la informática y las telecomunicaciones" TAAE2008, Zaragoza. 2008.

Aplicación de la distancia de Mahalanobis al estudio del rendimiento académico de los títulos de grado

de Miguel Díaz, M. et al. (2002) Evaluación del Rendimiento en la enseñanza superior. Comparación de resultados entre alumnos procedentes de la LOGSE y del COU. *Revista de Investigación Educativa*. 20. Nº 2. pp. 357-383.

Escobedo Portillo M. T. & Salas Plata J. A. P. Ch. Mahalanobis y las aplicaciones de su distancia estadística. Tech report.

Gale, D., & Shapley, L. S. (1962). College Admissions and the Stability of Marriage. *The American Mathematical Monthly*, 69(1), 9-15.

Guardia, J., Peró, M., Hervás, A., Capilla, R., Soriano, P.P. y Porras, M. (2012). Factores asociados con la decisión de cursar estudios universitarios de psicología. Una aproximación mediante modelos de ecuaciones estructurales. *Anuario de Psicología*. Vol. 42. Nº 1. pp. 87-104.

Huang S. & N. Fang. Predicting student academic performance in an engineering dynamics course: A comparison of four types of predictive mathematical models. *Computers & Education*, 61, 133-145. 2013

Mahalanobis, P.C. On the generalised distance in statistics, *Proceedings of the National Institute of Science of India* 12 (1936) 49-55.

Martín Cabera, E. et al. El Rendimiento académico del Alumnado de Nuevo Ingreso en la Universidad de La Laguna. (2010) La Laguna. S.P.U.L.L.

Michavila F, J. M. Martínez, R. Merhi, J. García Delgado y otros "La Universidad española en cifras 2012". CRUE. Madrid 2012

Minaei-Bidgoli, B., Kashy, D. A., Kortmeyer, G., & Punch, W. F. (2003, November). Predicting student performance: an application of data mining methods with an educational web-based system. In *Frontiers in Education, 2003*. FIE 2003 33rd Annual (Vol. 1, pp. T2A-13). IEEE.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Secretaría General de Universidades. "Datos y Cifras del Sistema Universitario Español. Curso 2012-2013". Depósito Legal: M-41287-2012. Madrid 2012.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. <https://www.educacion.gob.es>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. ¿Qué estudiar y donde?. <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/areas-educacion/universidades/educacion-superior-universitaria/que-estudiar-donde.html>

Misran, N., Sahuri, S. N. S., Arsad, N., Hussain, H., Zaki, W. M. D. W., & Aziz, N. A. (2012). The influence of socio-economic status among matriculation students in selecting university and undergraduate program. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 56, 134-140.

Prat Viñas, L. y Blázquez García, I. (2005). Los estudios de ingeniería de telecomunicación en la ETSIT de Barcelona (UPC). Análisis del Rendimiento académico. *Revista de Educación*. Nº 336. pp. 467-474.

Soriano P.P., Hervás A, Capilla R, Estudio del rendimiento académico en función del acceso en el caso de una universidad politécnica. X Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior (FECIES). ISBN: 978-84-695-8376-0. Granada 2013.

Schönberger, V. M. (2013). Big data: la revolución de los datos masivos. Turner.

Sukegawa, N., & Yamamoto, Y. (2012). Preference profiles determining the proposals in the Gale–Shapley algorithm for stable matching problems. *Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics*, 29(3), 547-560. Doi: 10.1007/s13160-012-0077-x.

Estudio del rendimiento académico de los grados del área industrial.

Capilla R.^a, Polit J.^b, Jiménez A.^c, Peinado J.^d.

^aUniversitat Politècnica València, capilla@eln.upv.es; ^bjavierpolit@gmail.com; ^candreuJimenez@gmail.com; ^dUniversitat Politècnica València, jpeinado@dsic.upv.es.

Abstract

This paper analyzes the performance obtained by students of each grade of the industrial area.

This paper proposes a method for comparing the performance of a degree respect to the average admission mark, with respect to other centers offering the same degree in the Industrial Area.

To do this we will apply Mahalanobis distance that allows us to study correlated variables such as performance and access mark in engineering degrees.

Keywords: *Academic performance, Mahalanobis distance, Learning analytics, Industrial Engineering, Mechanical Engineering, Electrical Engineering, Industrial Electronics, Automation, Industrial Design Engineering.*

Resumen

Este trabajo pretende analizar el rendimiento que obtienen los alumnos de cada uno de los grados del área industrial.

En este trabajo se propone un método para comparar los rendimientos de un grado respecto de la nota media de admisión, con respecto al resto de centros que imparten el mismo grado dentro del Área Industrial.

Para ello aplicaremos la distancia de Mahalanobis que nos permite estudiar variables correlacionadas como son el rendimiento y la nota de acceso en los grados de ingeniería.

Palabras clave: *Rendimiento académico, distancia de Mahalanobis, Learning analytics, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica Industrial, Automática, Ingeniería Diseño Industrial.*

Estudio del rendimiento académico de los grados del área industrial.

Introducción

En la ponencia presentada en este mismo congreso titulada “Aplicación de la distancia de Mahalanobis al estudio del rendimiento académico de los títulos de grado” determinábamos que en los grados de ingeniería existe una cierta relación entre el rendimiento de los alumnos (TREND) y su nota media de acceso (NMA). Esta relación no es tan evidente en otros grados en los que las materias estudiadas en bachillerato no son desarrolladas en los grados.

Esta relación posibilita el estudio de los rendimientos de una titulación empleando técnicas de análisis de variables correlacionadas.

Es en estos casos donde la “distancia de Mahalanobis” (DMH) aporta información que nos permite comparar los resultados con los de otros centros que imparten el mismo título.

En la misma ponencia indicábamos el procedimiento a seguir para determinar la DMH a los estudios de grado.

En este trabajo pretendemos aplicar el algoritmo descrito en la ponencia a los grados del área industrial:

- Ingeniería Mecánica.
- Ingeniería Eléctrica.
- Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial.
- Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.

El estudio lo realizaremos para cada una de ellas por separado y plasmaremos los resultados en un mapa cartesiano.

Resultados del análisis de cada grado

Tabla 1.

	Ingeniería Mecánica	Ingeniería Eléctrica	Ing. Electrónica Ind. y Automática	Ing Diseño Ind. y Des. Producto
Nº centros que imparten el título	38	28	46	14
Promedio TREND (%)	63	61	58	77
Promedio NMA	8,29	7,61	8,24	8,7
Varianza TREND	0,01	0,02	0,02	0,02

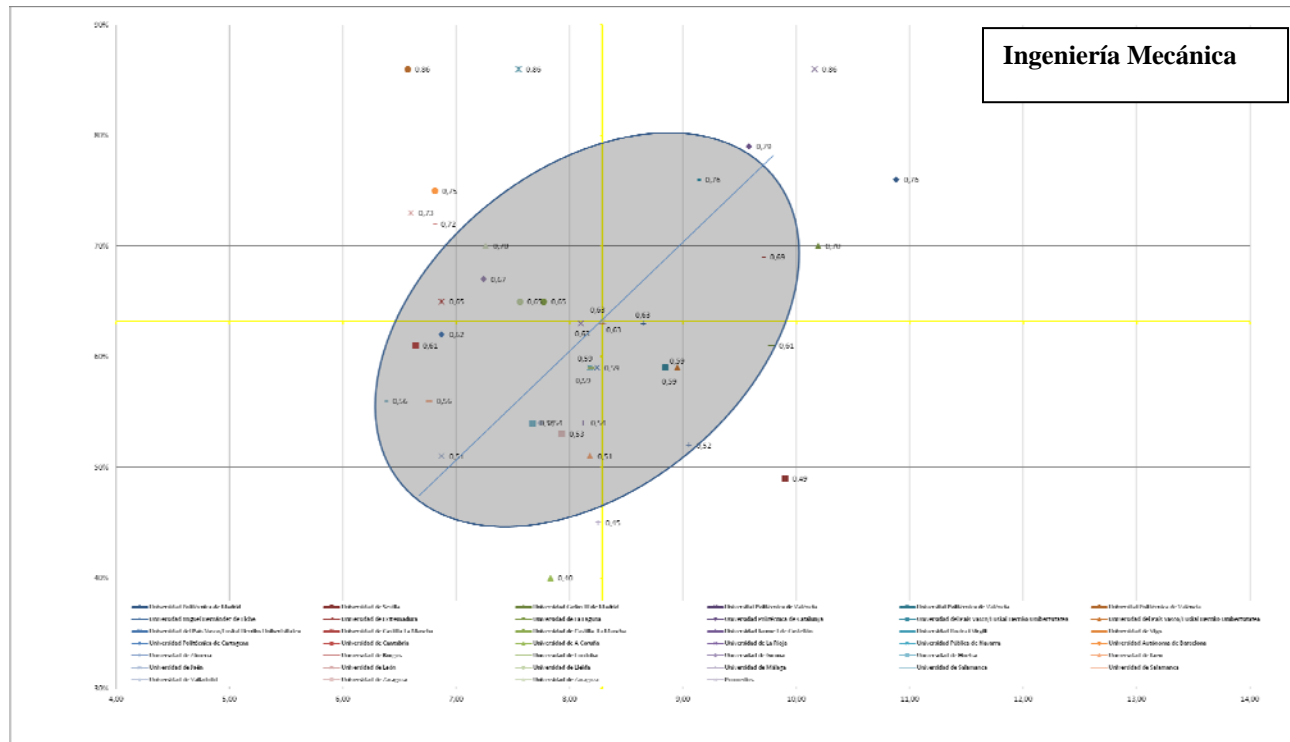
Capilla R., Polit J., Jiménez A., Peinado J..

Varianza NMA	0,85	0,95	1,5	1,6
DMH media	1,24	1,23	1,3	1,24
DMH mínima	0,02	0,03	0,45	0,37
DMH Máxima	2,89	2,73	2,44	2,28
Nº centros dentro elipse	27	19	31	10
DMH del centro posición 70%.	1,56	1,54	1,63	1,6

Representación cartesiana de la TREND en función de NMA para cada título de grado

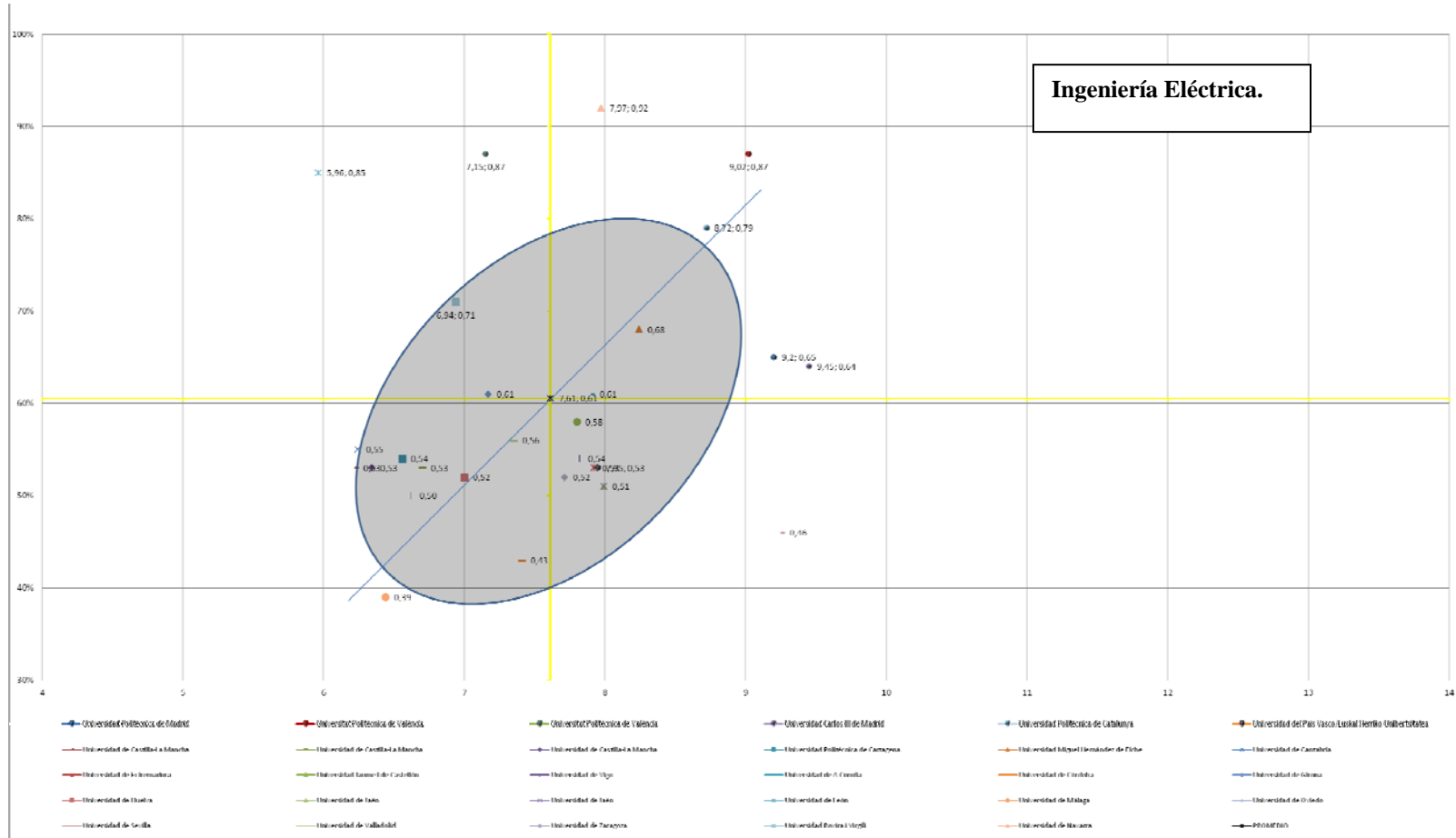
En la gráfica indicamos para cada título el TREND en función de su NMA de cada uno de los centros que imparten dicho grado.

En ellas situamos la elipse obtenida a partir de las DMH obtenidas y que delimita el 70% de los centros que presentan menor DMH, con el objetivo de hacer visible los centros cuyo TREND se aleja más de lo esperado por su NMH.

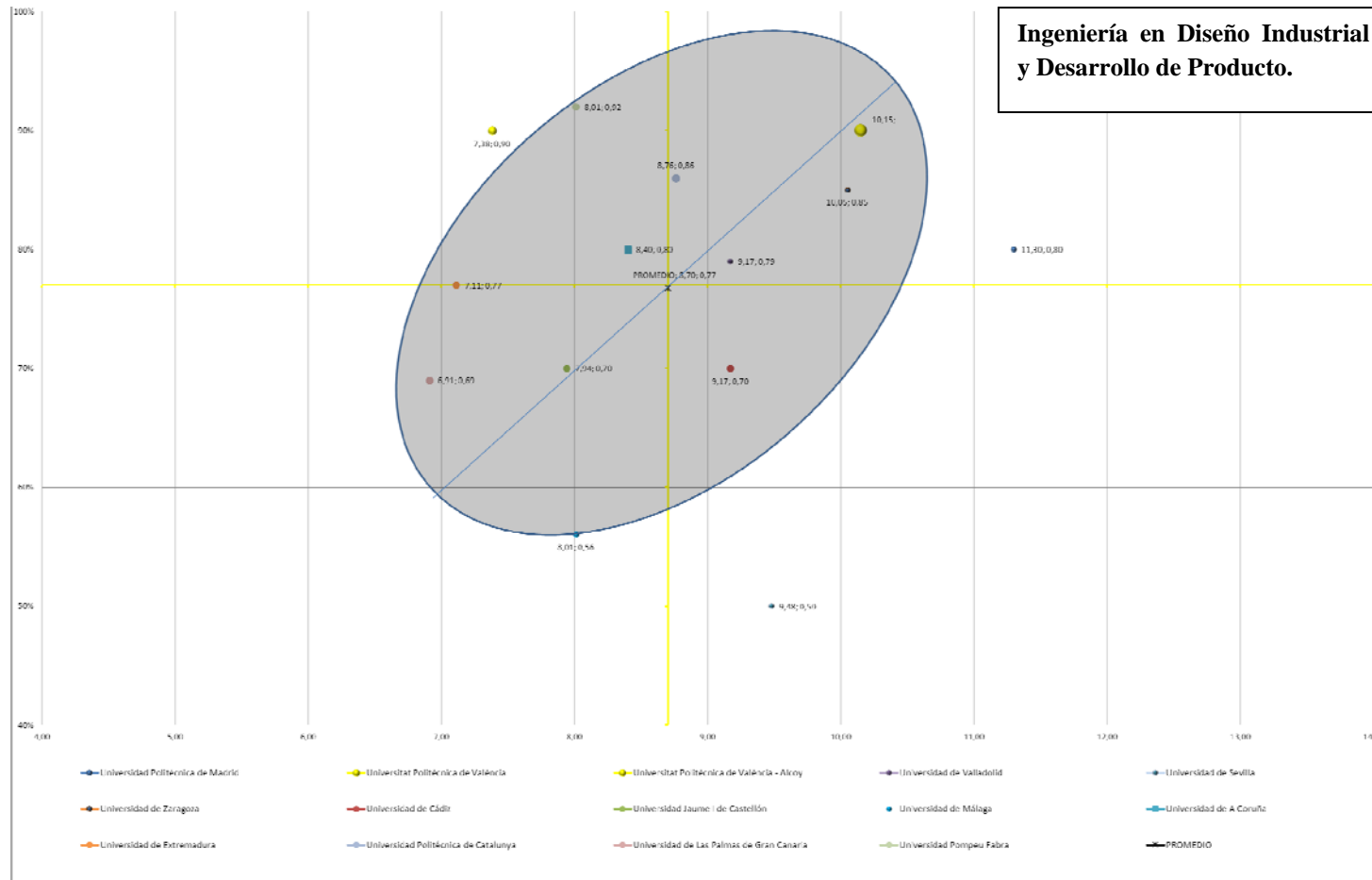


23 Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2015)

Capilla R., Polit J., Jiménez A., Peinado J..



Capilla R., Polit J., Jiménez A., Peinado J..



En la representación de los TREND observamos que en el grado:

- Ingeniería Mecánica los resultados se acumulan en la parte baja de la elipse, lo que parece indicar un nivel de exigencia alto. Los valores de fuera de la elipse están muy alejados de ella.
- Ingeniería Eléctrica: la concentración dentro de la elipse es alta y fuera de la elipse los centros están bastante alejados.
- Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática: los centros que están fuera de la elipse están próximos a ellas y los de dentro se distribuyen por la parte baja de la misma.
- Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de producto: el hecho de que hayan pocos centros hace que los resultados sean poco reveladores, los que quedan fuera de la elipse generan resultados que podríamos considerar en cierta manera anómalos.

Referencias

- Barnes, N. G., & Mattson, E. (2009). Social media and college admissions: The first longitudinal study. Center for Marketing Research. Retrieved May, 5, 2009
<https://www.umassd.edu/media/umassdartmouth/cmr/studiesandresearch/socialmediaadmissions.pdf>
- Browne, M.W., & Cudeck, R. (1992). Alternative ways of assessing model fit. *Sociological Methods and Research*, 21, 230-258.
- Campbell, J.P., DeBlois, P.B., & Oblinger, D.G. (2007). Academic Analytics: A New Tool for a New Era. *EDUCAUSE Review*, 42(4), 40-57.
- Capilla, R. (2009). Análisis estratégico de los estudios TIC en la Universidad Politécnica de Valencia. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València. <http://riunet.upv.es/handle/10251/5767>
- Capilla Lladro, R., Hervás Jorge, A., Jiménez, P. P. S., & Salt, J. A. (2012, June). Vocational training as a reservoir of students in the ICT sector. In *Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE)*, 2012 (pp. 298-303). IEEE.
- Capilla P, P.P. Soriano, A. Hervás, P. López, A. Mocholí, “Análisis de la evolución de la Demanda de estudios universitarios de primer ciclo relacionados con la informática y las telecomunicaciones” TAEE2008, Zaragoza. 2008.
- de Miguel Díaz, M. et al. (2002) Evaluación del Rendimiento en la enseñanza superior. Comparación de resultados entre alumnos procedentes de la LOGSE y del COU. *Revista de Investigación Educativa*. 20. Nº 2. pp. 357-383.

Capilla R., Polit J., Jiménez A., Peinado J..

- Escobedo Portillo M. T. & Salas Plata J. A. P. Ch. Mahalanobis y las aplicaciones de su distancia estadística. Tech report.
- Gale, D., & Shapley, L. S. (1962). College Admissions and the Stability of Marriage. *The American Mathematical Monthly*, 69(1), 9-15.
- Guardia, J., Peró, M., Hervás, A., Capilla, R., Soriano, P.P. y Porras, M. (2012). Factores asociados con la decisión de cursar estudios universitarios de psicología. Una aproximación mediante modelos de ecuaciones estructurales. *Anuario de Psicología*. Vol. 42. Nº 1. pp. 87-104.
- Huang S.& N. Fang. Predicting student academic performance in an engineering dynamics course: A comparison of four types of predictive mathematical models. *Computers & Education*, 61, 133-145. 2013
- Mahalanobis, P.C. On the generalised distance in statistics, Proceedings of the National Institute of Science of India 12 (1936) 49-55.
- Martín Cabera, E. et al. El Rendimiento académico del Alumnado de Nuevo Ingreso en la Universidad de La Laguna. (2010) La Laguna. S.P.U.L.L.
- Michavila F, J. M. Martínez, R. Merhi, J. García Delgado y otros “La Universidad española en cifras 2012”. CRUE. Madrid 2012
- Minaei-Bidgoli, B., Kashy, D. A., Kortmeyer, G., & Punch, W. F. (2003, November). Predicting student performance: an application of data mining methods with an educational web-based system. In *Frontiers in Education, 2003. FIE 2003 33rd Annual* (Vol. 1, pp. T2A-13). IEEE.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Secretaría General de Universidades. “Datos y Cifras del Sistema Universitario Español. Curso 2012-2013”. Depósito Legal: M-41287-2012. Madrid 2012.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. <https://www.educacion.gob.es>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. ¿Qué estudiar y dónde? <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/areas-educacion/universidades/educacion-superior-universitaria/que-estudiar-donde.html>
- Misran, N., Sahuri, S. N. S., Arsad, N., Hussain, H., Zaki, W. M. D. W., & Aziz, N. A. (2012). The influence of socio-economic status among matriculation students in selecting university and undergraduate program. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 56, 134-140.
- Prat Viñas, L. y Blázquez García, I. (2005). Los estudios de ingeniería de telecomunicación en la ETSIT de Barcelona (UPC). Análisis del Rendimiento académico. *Revista de Educación*. Nº 336. pp. 467-474.
- Soriano P.P.; Hervás A, Capilla R, Estudio del rendimiento académico en función del acceso en el caso de una universidad politécnica. X Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior (FECIES). ISBN: 978-84-695-8376-0. Granada 2013.
- Schönberger, V. M. (2013). Big data: la revolución de los datos masivos. Turner.
- Sukegawa, N., & Yamamoto, Y. (2012). Preference profiles determining the proposals in the Gale–Shapley algorithm for stable matching problems. *Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics*, 29(3), 547-560. Doi: 10.1007/s13160-012-0077-x.

Relación de la nota de selectividad y la nota media del primer y segundo curso de los Grados de Energía y Mecánica de la EUE-TIB

José López López^a, Pablo Buenestado Caballero^b, Joan Grau Barceló^c, Juan Martínez Sánchez^d, Ricardo Torres Cámara^e, Olga Alcaraz Sendra^a

^aEUETIB, Departamento de Física e Ingeniería nuclear de la UPC e-mails: josep.lopez-lopez@upc.edu y olga.alcaraz@upc.edu, ^bEUETIB, Departamento de Matemática aplicada III de la UPC e-mail: pablo.buenestado@upc.edu, ^c EUETIB, Departamento de Mecánica de fluidos (CEIB) e-mail: joan.grau@upc.edu, ^d EUETIB, Departamento de Organización de empresas de la UPC e-mail: joan.martinez-sanchez@upc.edu y ^e EUETIB, Departamento de Mecánica de Fluidos de la UPC e-mail: ricardo.torres@upc.edu,

Abstract

This work explains the relationships between the final mark of the first and second courses of the Mechanical Engineering degree and Energy Engineering degree with the access note of the EUETIB.

Keywords: *Access note, final mark of first course, final mark of second course*

Resumen

El presente trabajo presenta la relación entre la nota de acceso a la universidad y las notas finales del primer y Segundo curso de los grados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería de la Energía de la EUETIB.

Palabras clave: *Nota de acceso a la Universidad, nota final del primer curso, nota final del Segundo curso.*

Introducción

En múltiples ocasiones, los responsables académicos universitarios así como el personal académico de las universidades teorizan sobre la utilidad o no de la nota con la que los estudiantes acceden a la Universidad.

En el caso de las carreras tecnológicas, en una gran mayoría de los grados, hay nota de corte, lo cual indica que hay más estudiantes que plazas para realizar ese grado. Es en ese momento en el que un número nada desdeñable de profesores de Universidad dudan de que la nota de acceso realmente sea un indicador de la aptitud del estudiante a cursar el Grado

Relación de la nota de selectividad y la nota media del primer y segundo curso de los Grados de Energía y Mecánica de la EUETIB

escogido. Este planteamiento es un error. La nota de acceso a la Universidad es un mérito ganado por el estudiante en base a su dedicación durante los cursos previos a su llegada a Universidad. Y junto con la prueba de la selectividad que, por ser global a todos los estudiantes, se introduce un factor uniformizador que garantiza la ecuanimidad de los contenidos durante los dos años de bachillerato independientemente del centro en el que se desarrolle así como igualdad en el trato evaluador de esta prueba.

Los estudiantes escogen su línea de bachillerato en función de sus aptitudes y capacidades así como del interés en un tipo u otro de formación. Por supuesto que se puede dar el caso de estudiantes que, con una menor nota de acceso a la Universidad, tengan una gran predisposición para una carrera determinada, al igual que algún estudiante con una nota de acceso muy alta, no se vea motivado a realizar el Grado escogido. Pero es que las universidades públicas deben tener un criterio objetivo que permita discriminar la prioridad en escoger carrera (máxime cuando la demanda es superior a la oferta), y la nota obtenida en una prueba, es un criterio incontestable. Incluso los más reacios a aceptar que la nota de acceso es un buen indicador de aptitud, si se les da a escoger, preferirían tener en sus aulas Buenos estudiantes, los mejores si fuese posible, y estos suelen ser siempre los que tienen mayor nota de acceso a la Universidad.

Ahora bien, una vez los estudiantes han accedido a un grado universitario, parece que se empieza de cero y que el bagaje previo es borrado. Por eso en este punto la pregunta es, ¿los estudiantes con mayor nota de acceso son los que sacarán mejores notas en la carrera?

Analisis de datos

En la EUETIB tenemos la oportunidad de trabajar con las notas obtenidas por los estudiantes de grado. Los estudiantes que entran cada año en la EUETIB son teóricamente 600 (en la realidad se superan los 650) que se reparten de la siguiente forma:

Tabla 1.1. Distribución de estudiantes de nuevo acceso a la EUETIB

Grado en Ingeniería Biomédica	50
Grado en Ingeniería de la Energía	60
Grado en Ingeniería Eléctrica	100
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática	120
Grado en Ingeniería Mecánica	210
Grado en Ingeniería Química	60

De entre las numerosas preocupaciones de las direcciones académicas y de los profesores de un centro, está el conseguir que los estudiantes evolucionen adecuadamente en la carre-

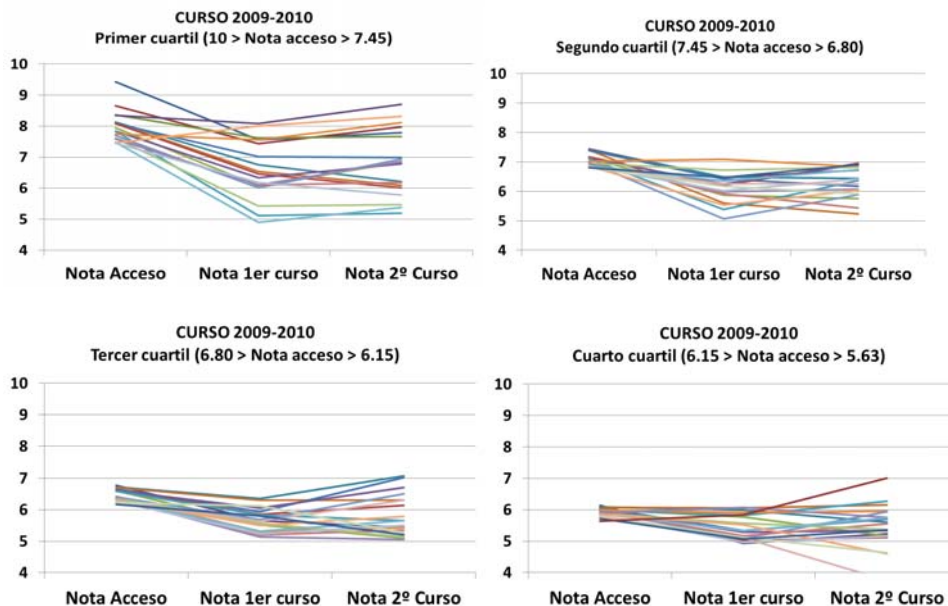
J. López, P. Buenestado, J. Grau, J. Martínez, R. Cámara, O. Alcaraz

ra, generar ilusión en los mismos sobre todo aquello que tiene que ver con sus estudios , pero sobre todo, detectar los mejores estudiantes y conseguir que algunos realicen una carrera investigadora.

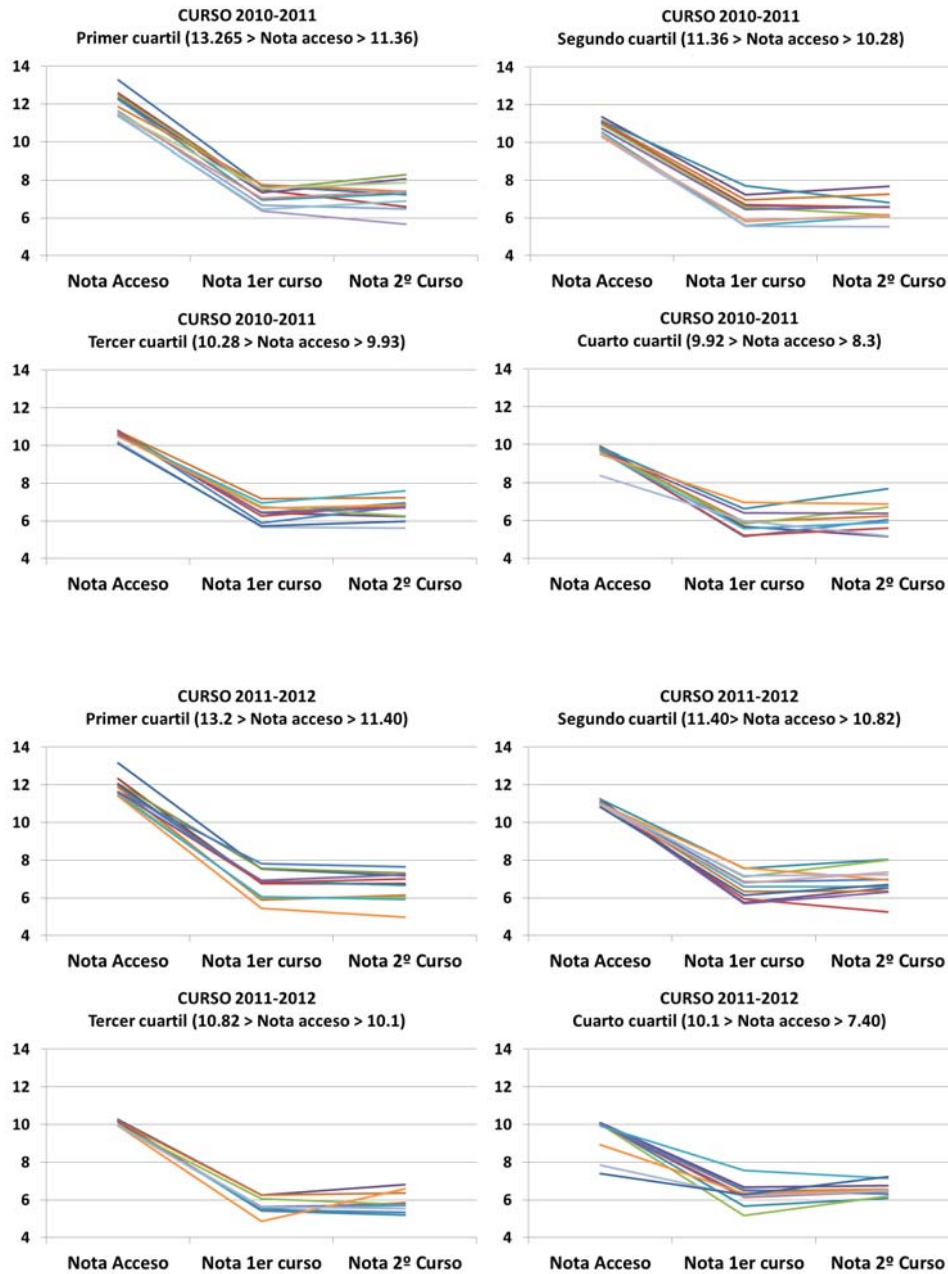
Para detectar estos mejores estudiantes se puede pensar que siempre se va a tratar de aquellos/as que accedieron a nuestros centros con las mejores notas de acceso, pero esto no está del todo contrastado con datos numéricos. De hecho, el pequeño porcentaje de estudiantes que sacan prácticamente el 100% de la nota máxima y que, hagan lo que hagan siempre lo van a hacer muy bien, con el resto de estudiantes, la afirmación anterior no tiene porqué ser cierta. En ocasiones, es mas identificadora la nota media del primer curso que la nota de acceso a la Universidad.

A continuación se va a mostrar la evolución de la nota de los estudiantes de dos grados de ingeniería industrial de la EUETIB: Ingeniería de la Energía e Ingeniería Mecánica. Se han escogido estas dos titulaciones porque en el primer caso son pocos estudiantes de nueva entrada (60) con una nota de acceso bastante elevada, mientras que mecánica es el grado más numeroso de la EUETIB (210 estudiantes de nuevo ingreso) que tiene también estudiantes con muy buena nota de acceso aunque la nota de corte acabe sobre el 8.00 debido al número tan elevado de estudiantes.

Figura 1. Evolución de las notas finales 1^{er} y 2^o curso (en cuartiles) de Energía. Cohorte años 2009, 2010, 2011 y 2012 (77, 42, 46 y 34 estudiantes respectivamente)



Relación de la nota de selectividad y la nota media del primer y segundo curso de los Grados de Energía y Mecánica de la EUETIB



J. López, P. Buenestado, J. Grau, J. Martínez, R. Cámara, O. Alcaraz

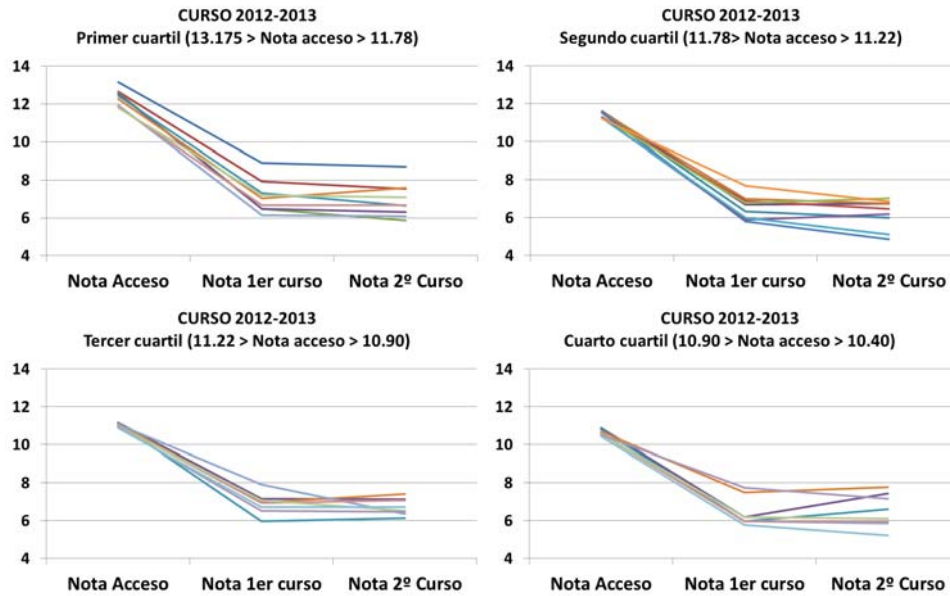
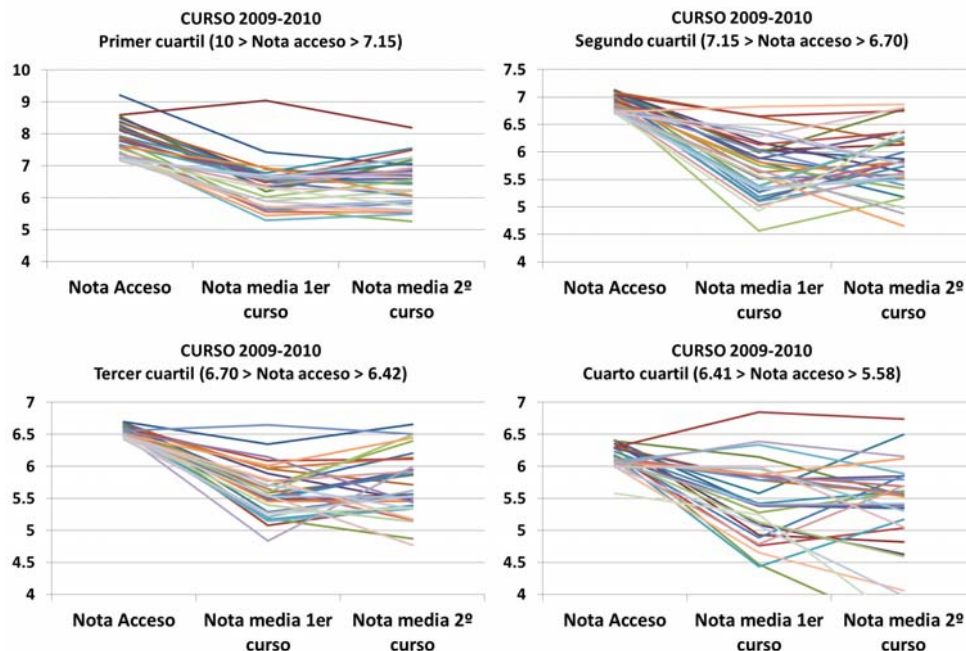
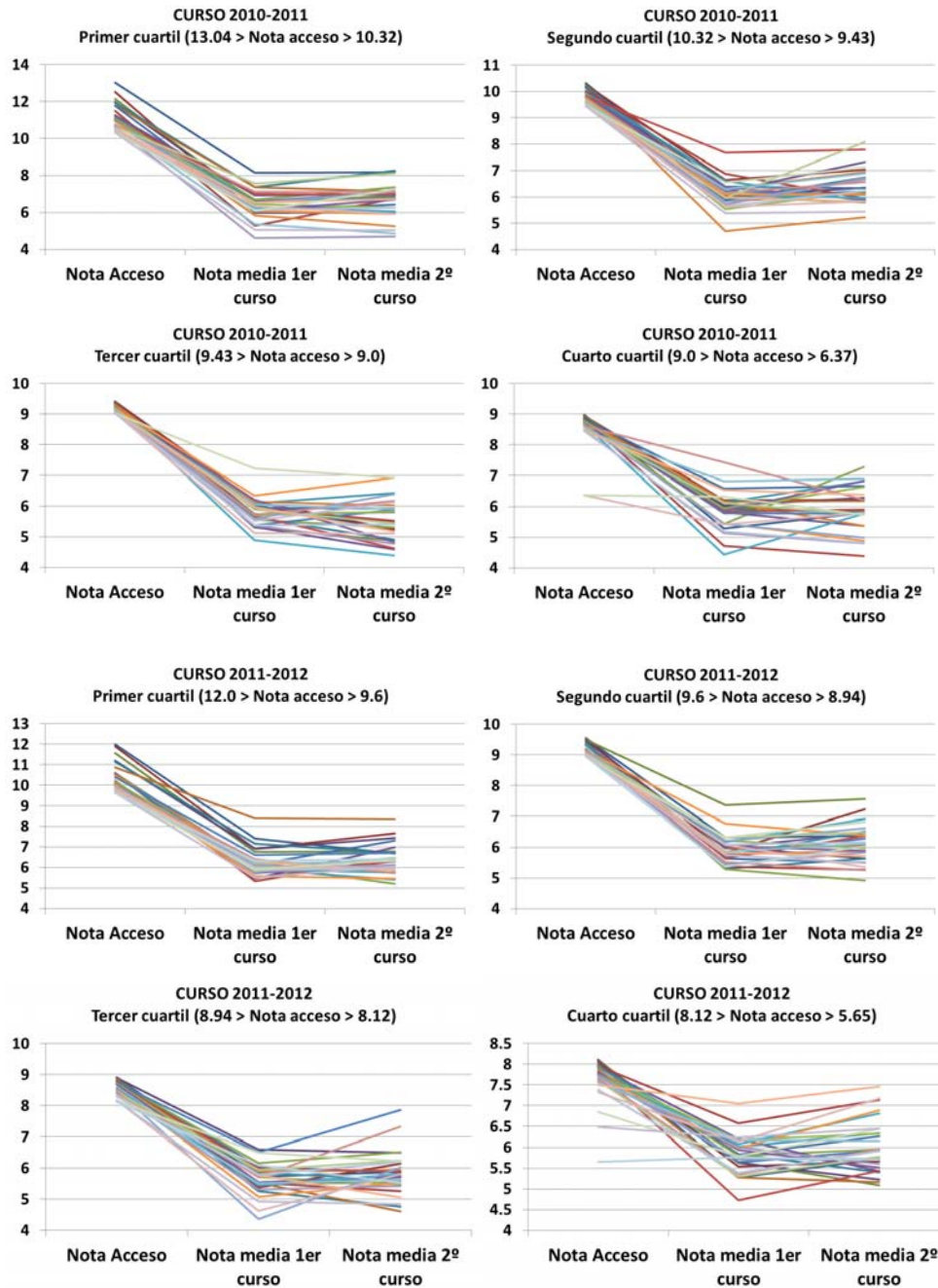


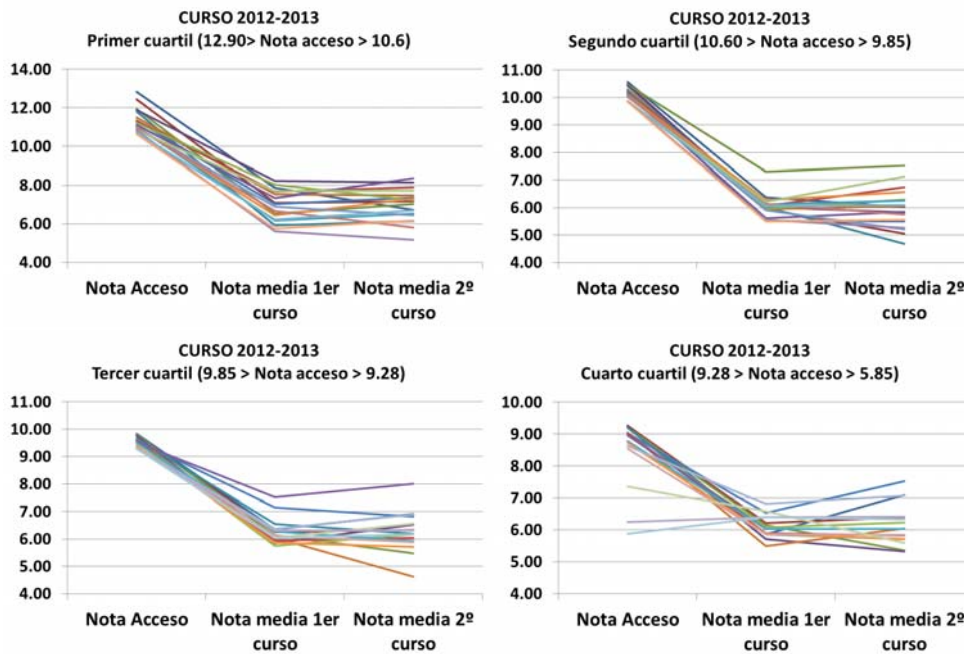
Figura 2. Evolución de las notas finales 1er y 2º curso (en cuartiles) de Mecánica. Cohorte años 2009, 2010, 2011 y 2012 (132, 111, 116 y 70 estudiantes respectivamente.)



Relación de la nota de selectividad y la nota media del primer y segundo curso de los Grados de Energía y Mecánica de la EUETIB



J. López, P. Buenestado, J. Grau, J. Martínez, R. Cámara, O. Alcaraz



En las gráficas de la figura 1 (correspondiente al Grado de Ingeniería de la Energía) y de la figura 2 (correspondiente al grado de Ingeniería Mecánica), se constata la lógica bajada de nota del primer curso respecto a la nota de acceso a la Universidad. En el caso de ambos grados se puede ver una bajada bastante paralela (generalizando) mientras que la nota del segundo curso ya pierde un tanto este paralelismo. Las líneas que proyectan la nota de un estudiante en el primer y en el segundo año, ya no son muy paralelas entre sí.

Para determinar si los estudiantes mejoran o empeoran sus notas en el Segundo año respecto al primero, se han realizado una serie de histogramas que determinan la diferencia de nota entre el primer y Segundo año, concretamente, se realiza el histograma de la diferencia: Nota primer curso – Nota Segundo curso.

En este histograma, un desplazamiento hacia valores negativos indica que los estudiantes han mejorado su nota del Segundo curso respecto al primer curso (y viceversa).

Relación de la nota de selectividad y la nota media del primer y segundo curso de los Grados de Energía y Mecánica de la EUETIB

Figura 3. Grado Energía. Diferencia entre la Nota final del 1^{er} curso y la Nota final del 2^o curso. Cohorte años 2009, 2010, 2011 y 2012

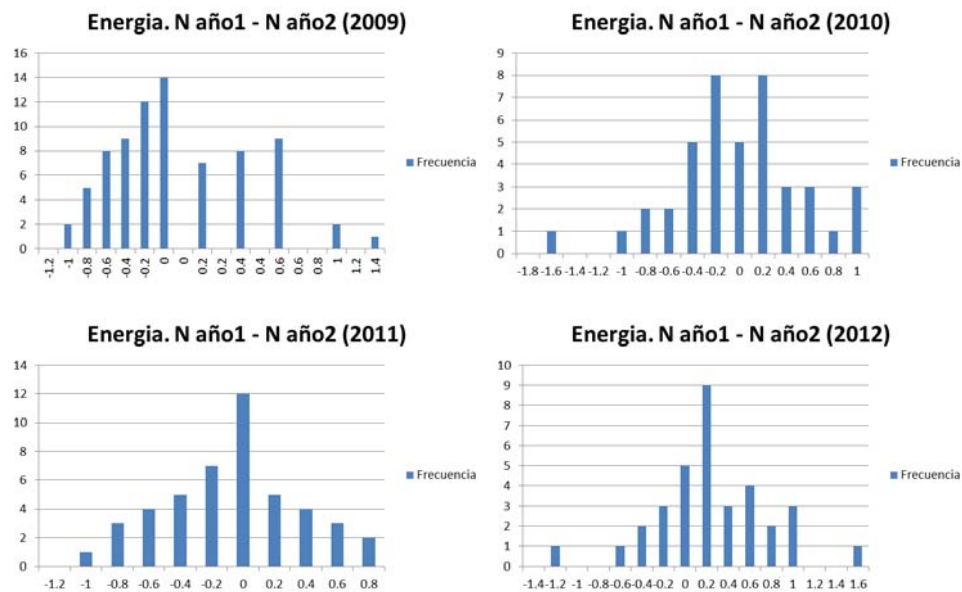
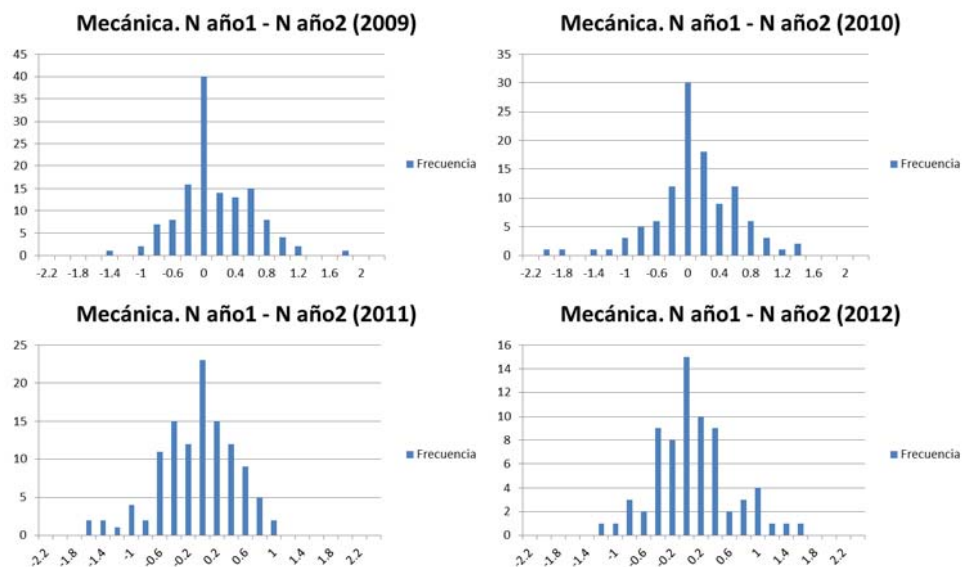
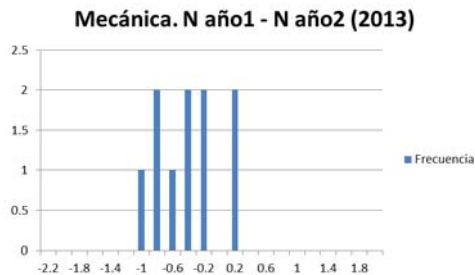


Figura 4. Grado Mecánica. Diferencia entre la Nota final del 1^{er} curso y la Nota final del 2^o curso. Cohorte años 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013



J. López, P. Buenestado, J. Grau, J. Martínez, R. Cámara, O. Alcaraz



En las gráficas de la figura 4 no se observa un desplazamiento claro de mejora de nota media de un curso respecto al anterior. Sin embargo, en las gráficas de la figura 3 si se intuye una mejora de notas ya que los valores negativos superan a los positivos prácticamente en todos los años. Esto puede indicar que, en global, los estudiantes de Energía (representados en la gráfica 3) son mejores (en global también), que el conjunto de estudiantes de Mecánica.

Caso aparte es la última gráfica de la figura 4 (en la parte superior de esta hoja). En esta figura se encuentran los estudiantes (pocos) que en año y medio han aprobado por completo los dos primeros cursos. En este caso, las mejoras de las notas medias del Segundo curso respecto al primero han sido notables.

Conclusiones

El análisis de las notas de los estudiantes en cualquier titulación de grado es una herramienta esencial para poder identificar las dificultades o incoherencias en la evolución a lo largo de una Carrera.

En este estudio no se ha focalizado en asignaturas, pero hay otros artículos que si lo hacen, y cabría esperar que los resultados de cada asignatura fuera proporcional con la global nota del estudiante en el año anterior. No siempre es así, y ello puede indicar un mal funcionamiento de la asignatura (descoordinación, temarios y/o contenidos de asignaturas inadecuados,...) o unos objetivos de asignatura excesivos.

Los análisis de datos demuestran que la nota de acceso a la Universidad no es una garantía para asegurar unos buenos resultados en el primer año en un grado de Ingeniería (datos de la EUETIB). Si parece intuirse una mejora de resultados en el Segundo curso respecto del primero. Ello puede detener una lectura positiva: la formación de los estudiantes el primer curso (asignaturas básicas como dibujo, Matemáticas, Física, Química, Informática,...) es adecuada para enfrentarse a la formación del Segundo curso (asignaturas de ámbito industrial (Mecánica, Electricidad, Electrónica, Control, Fluidos, Termodinámica, estadística,...)).

Relación de la nota de selectividad y la nota media del primer y segundo curso de los Grados de Energía y Mecánica de la EUETIB

Pero también puede tener una lectura negativa: Los estudiantes que acceden a un grado de Ingeniería Industrial, tienen, en general, unas puntuaciones que están muy centradas alrededor de notas como 6,0 o 6,5. En el caso de la EUETIB, y la propia UPC, el desmenuzamiento de la nota en múltiples pruebas hace que pueda obtenerse con cierta razonabilidad una superación de la asignatura, pero se penaliza la probable obtención de notas muy altas.

Referencias

- López J., Buenestado P., Torres R., Pérez V, Martínez J., garcía-Alzórriz J.A., Velasco G. *Evolución de los estudiantes de segundo curso de la EUETIB referenciado a la nota de primer año de carrera y a la de selectividad, análisis de resultados por titulación.*, XXII CUIEET, Almadén, Ciudad Real, 2014.
- López J., Buenestado P., Torres R., Pérez V, Martínez J., garcía-Alzórriz J.A., Velasco G. *Resultados del 2º año de Grado en la EUETIB en función de la titulación y la nota de selectividad de los estudiantes*, XXI CUIEET, Valencia, 2013.
- López J., Buenestado P., Torres R., Pérez V, Martínez J., garcía-Alzórriz J.A., Velasco G. *Resultados de la Fase inicial de los Grados de Ingeniería Industrial de la EUETIB en función de la procedencia de los estudiantes y su nota de corte*. XX CUIEET, Las Palmas, 2012.
- López J., Buenestado P., Torres R., Pérez V, Martínez J., garcía-Alzórriz J.A., Velasco G. *Correlación entre la nota de ingreso a los estudios de grado de ámbito industrial y los resultados académicos obtenidos en el primer año de estudios de grado*, XIX CUIEET, Barcelona, 2011.
- Bricall J. M. *Informe Universidad 2000*, Barcelona (España).
- López V., López J. *Estudio de la evolución de los alumnos a lo largo de la fase selectiva*. Actas del VII Congreso Universitario de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas, Huelva, 1999.
- López V., López J. *Relación entre la nota de Física del último curso de bachiller o FP y el progreso en esta asignatura durante el primer cuatrimestre*. Vigo, 2001.

Reflexiones sobre el progreso académico de los estudiantes en la Escola Politècnica Superior de la Universitat de les Illes Balears: Implicaciones del perfil de ingreso.

M. Roca, Y. González, R. Mas, J. Rosselló, L. Carrasco, F. Forteza, B. Cardona, M. Llabrés y C. Guerrero

Escola Politècnica Superior. Universitat Illes Balears, Campus UIB – Ed Anselm Turmeda.
Cra. Valldemossa km 7.5. 07122 Palma de Mallorca. E_mail: miquel.roca@uib.es

Abstract

In this work the influence of the income profile is analyzed, in particular the mark of access to the university exam, in the academic progress of the students of our Faculty. A data analysis is performed, where these data have been treated completely anonymously. These data are registered ECTS, mark exams, obtained ECTS, mark of access exams, access type, etc. Conclusions of each considered degree are presented at the end of the work.

Keywords: *Income profile, Academic performance, access exams.*

Resumen

En este trabajo se analiza la influencia de aspectos relacionados con el perfil de ingreso, en particular la nota de acceso a la universidad, en el progreso académico de los estudiantes dentro de los estudios de grado impartidos en la Escuela Politècnica Superior de la Universitat de les Illes Balears (UIB). Para ello se realiza un análisis de datos, los cuales han sido tratados de forma completamente anónima, relacionados con créditos matriculados, calificaciones, créditos superados, notas de acceso, tipo de acceso, etc. Se extraen conclusiones a nivel particular de cada estudio de grado impartido y también a nivel del conjunto de todos los estudios.

Palabras clave: *Perfil ingreso, rendimiento académico, pruebas de acceso*

Reflexiones progreso académico estudiantes en la EPS(UIB): Implicaciones del perfil de ingreso

Introducción

Una de las preocupaciones de los equipos encargados de la gestión de los estudios de grado en las universidades españolas consiste en analizar el progreso académico de sus estudiantes, y en el caso de que este progreso no sea satisfactorio, buscar las causas e implementar procesos de mejora, siempre que sea posible.

Estas preocupaciones son más relevantes desde la implantación de los estudios de grado adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior, donde se supone que se ha pasado a un sistema de evaluación por competencias, a un sistema centrado en el trabajo del alumno, a un sistema de evaluación continua, ... en definitiva a un sistema donde el proceso de enseñanza-aprendizaje debería implicar unos mejores resultados respecto a los que se obtenían en los planes de estudio anteriores al plan Bolonia.

En el caso de las carreras de ingeniería, las tasas de éxito no suelen ser las mejores si las comparamos con otras titulaciones. De hecho, dichos estudios son considerados difíciles por la sociedad, por tanto el tipo de análisis que presentamos es de vital importancia en este tipo de titulaciones.

A estos aspectos, se une el hecho de que la mayoría de centros (Escuelas) del estado español se encuentran inmersos en pleno proceso de renovación de la acreditación de los estudios, ya que llevan seis años académicos impartándose, y ha llegado el momento de analizar los resultados, detectar fortalezas y debilidades, y proponer planes de mejora en dichos estudios. El proceso de renovación de la acreditación (ACREDITA [1] y ACREDITA + [2]) terminará con la realización de un autoinforme por parte del centro y la evaluación del mismo por el panel de expertos que propone la agencia nacional de evaluación ANECA (o la agencia de la comunidad autónoma correspondiente en el caso de que tenga competencias para la realización de dicha evaluación).

Estos hechos introducen una motivación especial para el desarrollo de estudios, análisis y reflexiones como los que se proponen en este trabajo. De todas maneras ya podemos encontrar en la bibliografía estudios similares [3-6] donde los compañeros de la EUETIB analizan dichos efectos. En este trabajo se compararán resultados y se analizarán las principales diferencias y similitudes en los resultados obtenidos.

El esquema del artículo es el siguiente. En la sección 2 se detalla cómo se ha realizado el estudio, como se han analizado los datos. La sección 3 está dedicada a la presentación de los resultados obtenidos así como a un primer comentario sobre las causas de los mismos. Finalmente en la sección 4 se presentan las principales conclusiones del trabajo

Roca, González, Mas, Rosselló, Carrasco, Forteza, Cardona, Llabrés, Guerrero

Estudio Realizado

El objetivo principal del estudio es ver si existe una correlación entre las notas de acceso de los alumnos y los créditos que superan cada año en los estudios universitarios. En una segunda fase, también se ha querido estudiar si el número de créditos superados durante el primer curso tiene alguna relación con los créditos superados a lo largo del resto de años de los estudios.

El estudio realizado se aplica a los diferentes grados que se imparten en la Escola Politècnica Superior de la UIB. Los grados impartidos son: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (lo denominaremos GEEI a lo largo de este estudio), Grado en Ingeniería Informática (GEIN), Grado en Edificación (GEED), Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural (GEAM), Grado en Ingeniería Telemática (GTTT) y Grado en Matemáticas (GMAT).

El estudio se ha realizado sobre un total de 2625 alumnos a lo largo de los cursos académicos 2009-10 al 2014-15. La distribución de alumnos por estudio y curso académico se puede ver en la Tabla 1.

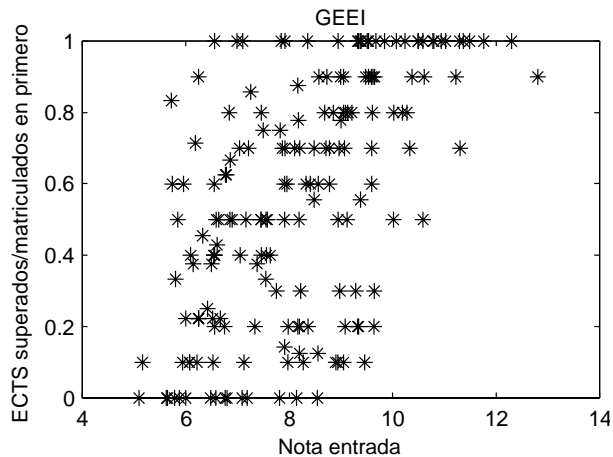
Tabla 1. Distribución de los alumnos

	Curso 09/10	Curso 10/11	Curso 11/12	Curso 12/13	Curso 13/14	Curso 14/15	Total
GEEI		126	55	71	65	69	386
GEIN		175	132	160	158	141	766
GEED	86	83	205	249	142	56	821
GEAM		57	37	54	46	41	235
GTTT		41	31	76	50	44	242
GMAT	29	26	31	41	17	31	175

Los datos han sido proporcionados por el servicio de alumnos de la UIB y por el Centro de Tecnologías de la Información (CTI) a través de un fichero tipo hoja de cálculo (Excel). Los datos se han contemplado de forma anónima, de manera que cada alumno nos viene indicado a través de un código (diferente del nombre y del DNI) de manera que no es posible identificarlo, y por tanto el anonimato queda garantizado.

Reflexiones progreso académico estudiantes en la EPS(UIB): Implicaciones del perfil de ingreso

Figura 1. Rendimiento créditos primer curso vs nota de acceso a la universidad para el caso de los estudiantes de GEEI



El procesado de los datos se ha realizado mediante el uso de MatLab. Se traducen los datos de Excel a Matlab y mediante programación MatLab obtenemos todos los resultados y gráficas indicativas de los mismos. A modo de ejemplo la figura 1, muestra el rendimiento de los alumnos en primer curso, entendido como cociente entre créditos aprobados respecto a créditos matriculados (normalizado a la unidad) en función de la nota de acceso a la universidad. Cada punto de la gráfica representa un estudiante. A partir de estas distribuciones de puntos, observamos correlaciones y obtenemos conclusiones al respecto.

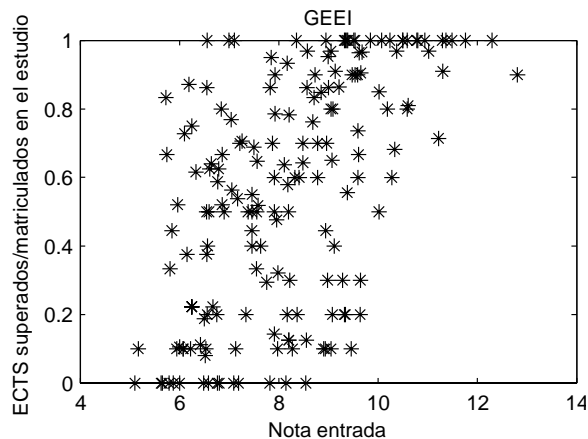
Resultados Obtenidos. Análisis de Causas

Si observamos el caso GEEI, se distinguen en la figura 1 tres zonas, una primera zona a la izquierda, que comprende las notas de entrada entre 5 y un valor ligeramente inferior a 6. En esta zona el tanto por ciento de créditos superados respecto de los presentados es muy bajo. Dicha zona se corresponde con los estudiantes con baja nota de acceso, viéndose un muy bajo rendimiento en primer curso. A partir de una nota de entrada de 6 y hasta un valor ligeramente superior a 9 aparece una segunda región, en la que el rendimiento del alumno es muy variable. Esta región se correspondería con la de los estudiantes de nota media. En este conjunto, algunos estudiantes se adaptan muy bien y a otros les cuesta mucho adaptarse al cambio producido en esta transición bachillerato-universidad. Por último aparece una tercera zona, que comprende a los estudiantes con nota superior a 9 y hasta el máximo de 14. En esta zona se observa como el rendimiento de los estudiantes es elevado. Se puede concluir, que para estudiantes de nota baja y para estudiantes de nota alta existe una importante correlación entre nota de entrada y éxito medido en porcentaje de créditos superados respecto de créditos matriculados, mientras que para estudiantes medios no existe una co-

Roca, González, Mas, Rosselló, Carrasco, Forteza, Cardona, Llabrés, Guerrero

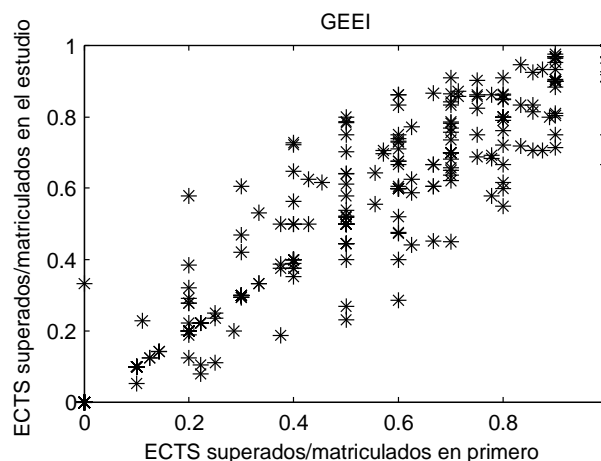
relación clara, los hay que presentan un alto rendimiento, otros un rendimiento medio y otros un bajo rendimiento.

Figura 2. Rendimiento créditos grado vs nota de acceso a la universidad para el caso de los estudiantes de GEEI.



Si nos centramos en el mismo estudio, pero ahora analizando el rendimiento a lo largo de todo el grado (figura 2) y no solo en primer curso, se observa como el resultado es muy similar, presenta un patrón de comportamiento casi idéntico. Finalmente, en la figura 3 se representa el rendimiento o éxito a lo largo de todo el grado en función del mismo rendimiento en primer curso. Aquí se observa una correlación importante, de manera que el alumno que presenta un alto porcentaje de créditos superados en primero suele presentar también un alto porcentaje a lo largo del estudio y viceversa, el que presenta bajo porcentaje en primero también suele seguir esa tendencia a lo largo del estudio.

Figura 3. Rendimiento créditos grado vs rendimiento créditos en primer curso para el caso GEEI.

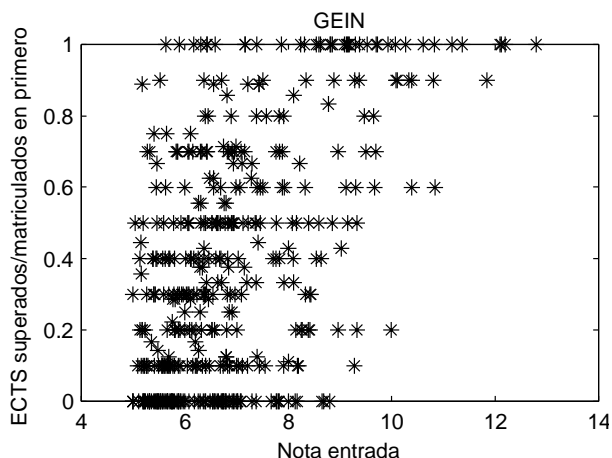


Reflexiones progreso académico estudiantes en la EPS(UIB): Implicaciones del perfil de ingreso

Puede parecer que el rango de notas de acceso altas se inicia en valores muy altos de nota (superior a 9 en el caso analizado), pero se debe tener en cuenta que la nota de acceso es sobre 14, y dos puntos pueden ser obtenidos a través de la fase específica. Por tanto una nota de acceso de 9 puede ser originada por una nota de la fase general inferior a 7, ya que la nota de acceso viene dada por el promedio (60%) bachillerato– (40%) fase general añadiéndose hasta 2 puntos más dependiendo del resultado de la fase específica.

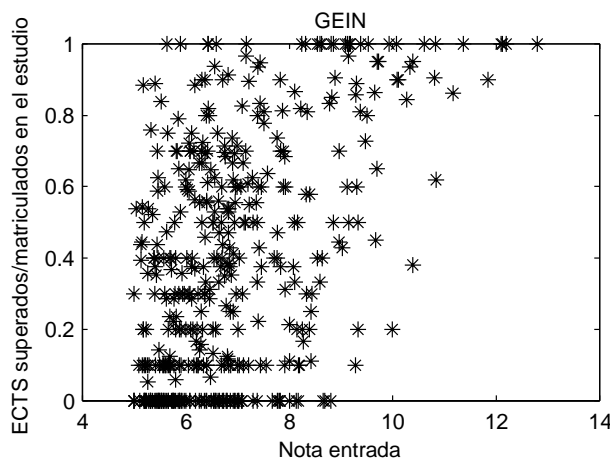
Si pasamos al grado GEIN, se observa como la zona de estudiantes de nota alta empieza en valores similares al caso de GEEI, presentando correlación con el rendimiento alto de dichos alumnos. Por otra parte en este caso no parece existir una zona de estudiantes de nota baja con correlación de bajo rendimiento (o dicha zona es muy estrecha). También se observa como hay un gran número de estudiantes (con nota media de acceso) que presentan un rendimiento extremadamente bajo. Este hecho podría ser debido a la entrada de bastantes alumnos, con un gran interés por la informática (muy introducida en la sociedad actual), pero con desconocimiento de la diferencia existente entre usuario, técnico e ingeniero. Dichos alumnos posiblemente tengan una baja formación en aspectos matemático-científicos. El comportamiento referido a rendimiento a lo largo del estudio en lugar de solo en primer curso sigue presentando un patrón casi idéntico. También se observa, como en el caso anterior, correlación con el rendimiento en a lo largo del estudio y rendimiento en primer curso, si bien el grado de correlación parece ligeramente inferior.

Figura 4. Rendimiento créditos primer curso vs nota de acceso a la universidad para el caso de los estudiantes de GEIN.



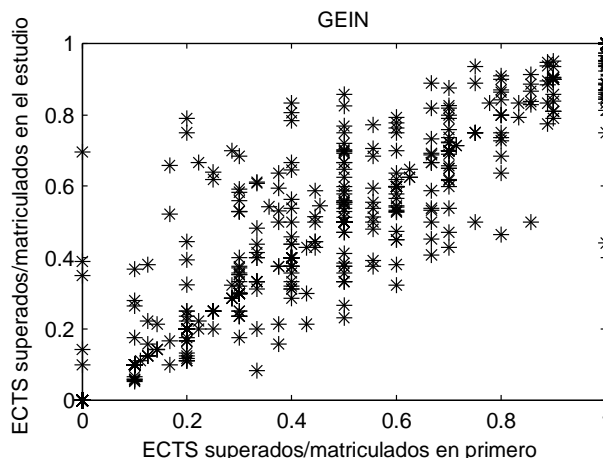
Roca, González, Mas, Rosselló, Carrasco, Forteza, Cardona, Llabrés, Guerrero

Figura 5. Rendimiento créditos grado vs nota de acceso a la universidad para el caso de los estudiantes de GEIN.



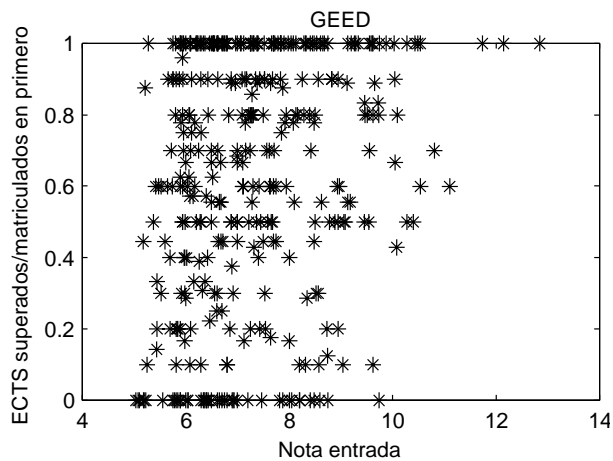
En el grado GEED (Figuras 7, 8 y 9), el comportamiento es muy similar al caso de GEEI, si bien la zona de alumnos con nota de acceso alta aparece en un rango que se inicia en una nota ligeramente superior, ahora alrededor de 10 (sobre 14). En este estudio es remarcable la aparición de un conjunto no despreciable de alumnos que han tenido un alto rendimiento en primer curso y a lo largo del estudio este rendimiento baja (puntos situados en el valor 1 de abscisas y por debajo de 1 en ordenadas en la figura 9). Este resultado es debido a que en esta titulación hay bastantes estudiantes cuyos expedientes se adaptan desde la arquitectura técnica y en primer curso se les reconocen bastantes asignaturas.

Figura 6. Rendimiento créditos grado vs rendimiento créditos en primer curso para el caso GEIN.



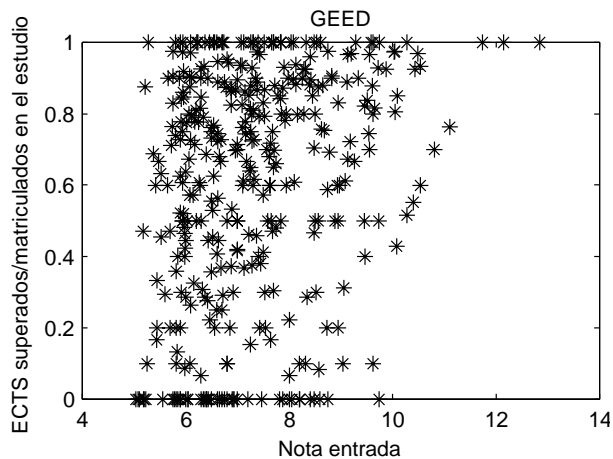
Reflexiones progreso académico estudiantes en la EPS(UIB): Implicaciones del perfil de ingreso

Figura 7. Rendimiento créditos primer curso vs nota de acceso a la universidad para el caso de los estudiantes de GEED.



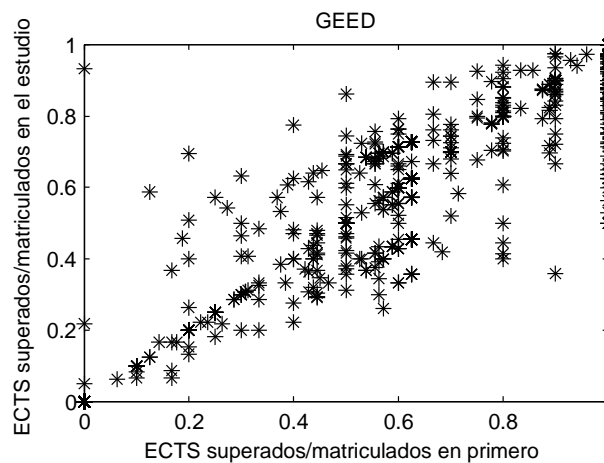
En el grado de GEAM se observan resultados similares, si bien destaca el hecho de que en la zona de notas de acceso medias y bajas aparece un núcleo de alumnos que presenta un rendimiento más que aceptable. Este hecho puede ser debido al carácter más vocacional de estudiantes en este tipo de titulaciones.

Figura 8. Rendimiento créditos grado vs nota de acceso a la universidad para el caso de los estudiantes de GEED.



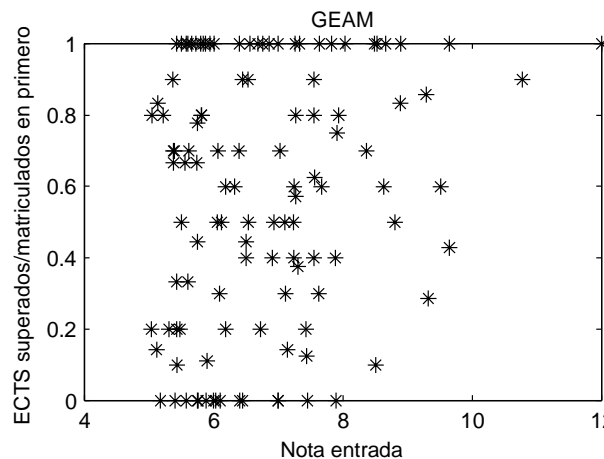
Roca, González, Mas, Rosselló, Carrasco, Forteza, Cardona, Llabrés, Guerrero

Figura 9. Rendimiento créditos grado vs rendimiento créditos en primer curso para el caso GEED.



Finalmente en los grados GMAT y GTTT se siguen observando tendencias similares- Cabe comentar que estos grados tienen un número de alumnos menor en nuestra Universidad. En el caso de GTTT se comprueba un resultado similar al caso de GEIN en términos de alumnos con rendimientos muy bajos con notas de acceso medias. La razón posiblemente sea la misma.

Figura 10. Rendimiento créditos primer curso vs nota de acceso a la universidad para el caso de los estudiantes de GEAM



Reflexiones progreso académico estudiantes en la EPS(UIB): Implicaciones del perfil de ingreso

Figura 11. Rendimiento créditos primer curso vs nota de acceso a la universidad para el caso de los estudiantes de GTTT

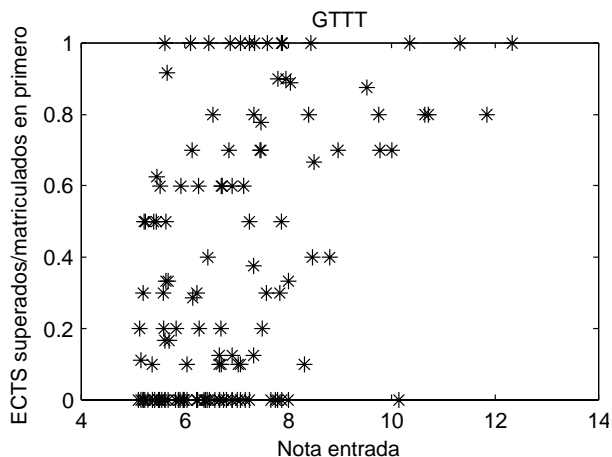
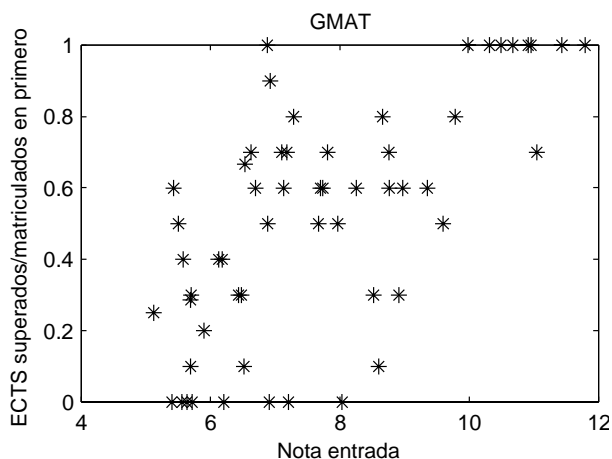


Figura 12. Rendimiento créditos primer curso vs nota de acceso a la universidad para el caso de los estudiantes de GMAT.



Conclusiones

Dada la fama de estudios con alto grado de dificultad para los relacionados con ingeniería, que conlleva a unos abandonos superiores a otro tipo de estudios y también a unos rendimientos académicos inferiores, resulta interesante analizar el progreso académico de los estudiantes en función del perfil de ingreso, nota de acceso, o cualquier otro dato que pueda resultar significativo.

Se han analizado en este trabajo las titulaciones de grado que se imparten en la Escola Politècnica Superior de la Universitat de les Illes Balears. Los resultados obtenidos muestran

Roca, González, Mas, Rosselló, Carrasco, Forteza, Cardona, Llabrés, Guerrero

tendencias similares en los diferentes grados, si bien se observan singularidades particulares.

De los resultados se desprende una correlación entre resultados en el grado y resultados de la prueba de acceso en dos zonas acentuadas, la de alumnos con notas bajas de acceso y estudiantes con notas muy altas de acceso, existiendo una amplia región de notas de acceso en las que la correlación es prácticamente inexistente. De esta manera, la frase “es que los estudiantes que entran en mi estudio no son los que tienen mejores notas de acceso” no puede considerarse como una razón absoluta para que sus resultados sean peores. La correlación, como se ha demostrado en el trabajo, es muy acentuada solo en regiones extremas.

Donde sí que se ha mostrado que existe una gran correlación es entre los resultados del primer curso, y la tendencia que sigue el estudiante durante los siguientes años de sus estudios. Esto nos hace pensar que el rendimiento durante ese primer curso se podría utilizar como elemento de predicción en el comportamiento del estudiante a lo largo de la carrera y poder actuar sobre los alumnos que presenten mayores dificultades.

Se procederá a analizar otros parámetros indicativos, como procedencia de los estudiantes, (ciclos, bachillerato, otros), para intentar obtener más información al respecto.

Referencias

- [1] Guía de Autoevaluación: renovación de la acreditación de títulos oficiales de Grado, Máster y Doctorado. Programa ACREDITA. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. ANECA 18/06/2014
- [2] Programa ACREDITA PLUS. Guía de evaluación para la renovación de la acreditación y la obtención del sello EUR-ACE para títulos oficiales de Grado y de Máster en Ingeniería. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. ANECA 05/02/2015
- [3] J. López et al. “Resultados del 2º año de grado en la EUETIB en función de la titulación y la nota de selectividad de los estudiantes”. XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas CUIEET2013, Valencia, 2013
- [4] J. López et al. “Resultados de la fase inicial de los grados de ingeniería industrial de la EUETIB en función de la procedencia de los estudiantes y su nota de corte”. XX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas CUIEET2012, Las Palmas de Gran Canaria, 2012
- [5] J. López et al. “Correlación entre la nota de ingreso a los estudios de grado de ámbito industrial y los resultados académicos obtenidos en el primer curso”. XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas CUIEET2011, Barcelona, 2011
- [6] J. López et al. “Evolución de los estudiantes de segundo curso de la EUETIB referenciado ala nota de primer año de carrera y a la de selectividad, análisis de resultados por titulación”. XXII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas CUIEET2014, Almadén (Ciudad Real), 2014

Procedimiento para la incorporación de resultados de aprendizaje en las guías docentes, orientado a la acreditación de títulos de Grado en Ingeniería

M^a Victoria Moya, M^a Carmen Aranda, Óscar de Cózar, Alberto Fernández, Antonio Guerra, Rafael Molina, Inmaculada de las Peñas, Alejandro Rodríguez

Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Málaga, c/ Dr. Ortiz Ramos s/n, c.p.: 29071, Tfno.: 951 952 315, email: mvmoya@uma.es

Abstract

The last stage of the external evaluation process of university degrees is a checking of the existing fit between the implanted degree and its initially proposed design, considering the actions taken on possible deviations and their causes. One of the most important dimensions in this verification are the learning outcomes. In this paper we present a method developed, supported by a relative database, in order to transfer the importance of these results to lectures and encourage their incorporation onto the syllabus of the subjects. The results justify the developed procedure.

Keywords: Accreditation, learning outcomes.

Resumen

La última fase del proceso de evaluación externa de los títulos oficiales es una comprobación del ajuste existente entre el título implantado y el diseño propuesto inicialmente, contemplando las acciones realizadas sobre las posibles desviaciones y sus causas. Una de las dimensiones más relevantes en esta comprobación son los resultados de aprendizaje. En el presente trabajo se presenta un procedimiento desarrollado, apoyado en una base de datos relacional, con el fin de trasladar al profesorado la importancia de estos resultados y fomentar la incorporación de los mismos en las guías docentes de las asignaturas. Los resultados obtenidos justifican el procedimiento desarrollado.

Palabras clave: Acreditación, resultados de aprendizaje.

Procedimiento para la incorporación de resultados de aprendizaje en las guías docentes, orientado a la acreditación de títulos de Grado en Ingeniería

Introducción

La adaptación de los estudios universitarios al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), España (2001, 2007), ha supuesto un cambio en el modelo de enseñanza-aprendizaje, evolucionando desde un enfoque centrado en el profesor, en la enseñanza y en el desarrollo de contenidos a un modelo centrado en el estudiante, en el aprendizaje y en el desarrollo de competencias.

Por otra parte, esta adaptación también ha supuesto un cambio importante en el concepto de los propios títulos universitarios, donde se combina la autonomía en el diseño del título con un sistema de evaluación externa, esto último con el objeto de garantizar la calidad y establecer un marco de referencia que permita a la sociedad tener una mayor información y una garantía sobre dichos títulos.

Esta evaluación externa se implementa en una serie de programas establecidos por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), que permiten realizar esta evaluación en tres fases distintas. La primera consiste en una evaluación de la propuesta inicial del título universitario, verificando que los planes de estudio están diseñados en consonancia con el EEES. La segunda, donde se realiza un seguimiento del título oficial para comprobar su correcta implantación y resultados, y una tercera, donde se comprueba que el título se desarrolla cumpliendo los requerimientos establecidos en su proyecto inicial, ANECA (2014).

Todo ello, el cambio de modelo de enseñanza-aprendizaje y la evaluación externa han supuesto un esfuerzo ímprobo para las Universidades que no ha sido valorado y dotado adecuadamente y que ha recaído, principalmente, sobre el profesorado universitario.

Cabe destacar, además, que los procedimientos no han estado perfectamente definidos desde las primeras fases y, así, algunos aspectos a los que inicialmente no se les dieron su adecuada dimensión han cobrado una importancia vital en fases posteriores. Esto ha supuesto un esfuerzo adicional y han generado una duda razonable sobre el procedimiento de evaluación externa, aun cuando el objeto de dicho procedimiento sea completamente necesario.

Es evidente que el profesorado universitario, independiente de la rama a la que pertenece, debe estar formado mínimamente en temas relacionados con la educación y la pedagogía para desarrollar su labor docente. Pero en este escenario de cambios se le exige adicionalmente al personal docente universitario de las Escuelas superiores de Ingeniería que sea un experto en estos temas, cuando normalmente pertenece a Áreas de conocimiento de Ingeniería y Ciencias. En este aspecto cabe destacar que en niveles previos a la enseñanza universitaria, por ejemplo los títulos de técnico superior, donde la componente didáctica tiene mayor relevancia, tienen perfectamente definidos las competencias, los objetivos, los resul-

M^a Victoria Moya, M^a Carmen Aranda, Óscar de Cózar, Alberto Fernández, Antonio Guerra, Rafael Molina, Inmaculada de las Peñas, Alejandro Rodríguez

tados de aprendizaje y criterios de evaluación, los contenidos e incluso las orientaciones pedagógicas. Todo ello publicado en el Boletín Oficial del Estado (BOE). Compárese, por ejemplo, el nivel de detalle de una Orden Ministerial CIN, que regula unos estudios con acceso a una profesión de Ingeniería, con un BOE que establezca cualquier título de Técnico Superior en un ámbito relacionado con la ingeniería. En este aspecto, alguien podría argumentar que lo comparable no es la orden CIN sino la Memoria de Verificación del Grado en Ingeniería, pero se hace evidente las enormes diferencias que pueden aparecer entre diferentes Memorias del mismo Grado en Ingeniería. Esto en el mejor de los casos: los títulos universitarios que dan acceso a una profesión de Ingeniería y están regulados por una orden CIN; mejor no mencionar los Grados en Ingeniería que no están regulados. La elaboración de las Guías Docentes de cada asignatura ha recaído sobre el profesorado universitario que siendo experto en los contenidos a desarrollar en cada asignatura para cubrir unas determinadas competencias, no lo es tanto para definir aspectos más didácticos como los resultados de aprendizaje-criterios de evaluación.

En cualquier caso, la obligatoriedad de dicho proceso y el compromiso adquirido con la sociedad hacen que sea necesario establecer procedimientos, desde los órganos de responsabilidad de las Universidades y de las Escuelas Superiores de Ingeniería, que permitan afrontar adecuadamente los procesos de evaluación externa.

En la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Málaga (UMA) se ha implementado un procedimiento para fomentar que el profesorado incorpore los resultados de aprendizaje en las Guías Docentes de las asignaturas.

Programa ACREDITA Y ACREDITA-PLUS

La legislación española que regula la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales en España, España (2007, 2010, 2011), establece que los títulos universitarios oficiales deben someterse a unos procesos de evaluación externa, con el objeto de incrementar la transparencia y de rendir cuentas a la sociedad de los resultados obtenidos por estas enseñanzas.

Estos procesos se desarrollan en tres fases. En la primera fase, programa VERIFICA, ANECA (2014), el proyecto de un título universitario oficial, propuesto por cada Universidad, es evaluado verificando que los planes de estudio están diseñados en consonancia con el EEES, es decir, cumpliendo criterios y directrices establecidos a nivel europeo.

En una segunda fase se realiza un seguimiento anual, con el fin de informar sobre el desarrollo de la enseñanza tomando como referencia la memoria del título verificado. Asimismo, las agencias de evaluación realizan un seguimiento externo y elaboran informes individuales para cada título en los que se hace constar el cumplimiento de las especificaciones del proceso de seguimiento y en los que se pueden incluir, si es el caso, recomendaciones

Procedimiento para la incorporación de resultados de aprendizaje en las guías docentes, orientado a la acreditación de títulos de Grado en Ingeniería

para asegurar la mejora continua en el desarrollo de la implantación del título. Estos informes elaborados por la Agencia de Calidad son realizados a partir de Autoinformes realizados por los Centros responsables de cada título. De esta forma se alcanza el cometido de garantizar el cumplimiento del compromiso adquirido por la universidad con sus títulos universitarios oficiales.

La tercera fase es una renovación periódica de la acreditación inicial, debiendo ser renovada cada cierto tiempo, normalmente 6 años para los títulos de Grado y 4 para los de Máster, a partir de la fecha de su verificación por parte del Consejo de Universidades o desde la fecha de su última acreditación. Esta fase consiste en verificar el ajuste existente entre el título implantado y el diseño propuesto en la memoria verificada, justificando en caso necesario las situaciones de desajuste y sus causas, así como las acciones realizadas y su incidencia sobre los resultados para los que se diseñó el título.

Esta fase de renovación de la acreditación, obligatoria para los títulos oficiales, se denominada ACREDITA, ANECA (2014). Esta acreditación se realiza en tres dimensiones: la gestión del título, recursos y resultados. Estos resultados se centrarán, entre otros, en la comprobación de la adquisición de competencias por parte de los estudiantes y en los mecanismos de valoración de la adquisición de las mismas que la universidad ha desarrollado para cada título, así como en el análisis de la evolución de los resultados del mismo.

Normalmente, este último proceso es el que más recelo crea por el sentido de evaluación final que le corresponde a esta fase y, evidentemente, por la importancia que tiene para un título universitario la consecución de un informe favorable o desfavorable. Sin quitar la importancia que evidentemente tiene esta última fase que se realiza al final de un periodo de seis años, si es necesario quitarle hierro al asunto pues es evidente que se apoya en gran medida de la fase previa, donde se ha hecho un seguimiento anual de los resultados, desviaciones y medidas establecidas para el adecuado cumplimiento de los resultados. Por tanto, se parece en gran medida a lo que intentamos inculcar a nuestros estudiantes, esto es, que el posible resultado de una calificación final depende en gran medida del trabajo desarrollado a lo largo del curso que, además, ha sido contrastado mediante un proceso de evaluación continua. También es necesario indicar que la responsabilidad de la consecución del informe favorable, o desfavorable en el peor de los casos, recae sobre todos y cada uno de los agentes implicados en el título.

En el proceso de acreditación de los títulos de Grado se ha implementado un sello de calidad adicional para el ámbito de las Ingenierías Este sello, denominado EUR-ACE, es un certificado concedido por una agencia autorizada por ENAEE (European Network for Accreditation of Engineering Education) a una universidad respecto a un título de ingeniería de grado o máster evaluado según una serie de estándares definidos, de acuerdo con los

M^a Victoria Moya, M^a Carmen Aranda, Óscar de Cózar, Alberto Fernández, Antonio Guerra, Rafael Molina, Inmaculada de las Peñas, Alejandro Rodríguez

principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el EEES.

Esta proceso de acreditación con sello de calidad adicional se implementa en el programa ACREDITA-PLUS, ANECA (2015) e incorpora respecto al procedimiento ACREDITA una cuarta dimensión, donde se analiza principalmente que los resultados de aprendizaje estén alineados con los establecidos por la ENAEE. Estos resultados de aprendizaje consideran las competencias, las habilidades y los conocimientos necesarios para la práctica profesional de la ingeniería. En la Figura 1 se recogen las dimensiones revisadas en el programa ACREDITA y ACREDITA-PLUS.

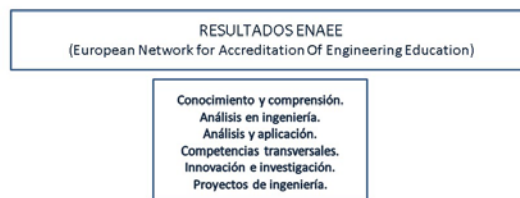
Figura 1 Dimensiones revisadas en el programa ACREDITA y ACREDITA-PLUS



Fuente: ANECA (2015)

Estos resultados de aprendizaje son públicos y se recogen en ANECA (2015). En la Figura 2 se recogen los diferentes grupos en los que se enmarcan los distintos resultados de aprendizaje de ENAEE.

Figura 2 Agrupación de los resultados de aprendizaje de ENAEE



Fuente: ANECA (2015)

Procedimiento para la incorporación de resultados de aprendizaje en las guías docentes, orientado a la acreditación de títulos de Grado en Ingeniería

Procedimiento implementado

Siendo conscientes de las dificultades que podría ocasionar al profesorado la adaptación de los resultados de aprendizaje específicos de las asignaturas en términos de resultados de aprendizaje ENAEE, se hacía indispensable el conocimiento de los aspectos didácticos básicos y necesarios para efectuar dicha traslación. Por ello se invitó a todo el equipo docente de la EPS a la conferencia impartida por D. Rafael van Grieken, Director de la ANECA sobre “Acreditación y Resultados de Aprendizaje” (11 de febrero de 2015) en la que fueron desgranados tanto la estructura del programa ACREDITA y su versión ACREDITA PLUS como la definición y características de los resultados de aprendizaje ENAEE.

Iniciada la difusión de este nuevo concepto, se procede a la definición de un procedimiento en el que se consigan tres objetivos fundamentales: en primer lugar, identificar los resultados de aprendizaje ENAEE alcanzados en las asignaturas; en segundo lugar, disponer de dichos datos con anterioridad al período de incorporación de información a las Guías Docentes en el calendario establecido por el Vicerrectorado de Ordenación Académica y profesorado de la UMA, a través de la aplicación PROA destinada a ello, y por último y no menos importante, generar al profesorado la menor carga posible de trabajo asociada a esta tarea.

Para ello se diseña un formulario en el que se relacionan los resultados de aprendizaje definidos por la ENAEE, agrupados en sus correspondientes categorías, con la finalidad de identificar individualmente para cada asignatura los resultados alcanzados, así como el número de horas requeridas para cada resultado con respecto al total de horas de la asignatura.

Habida cuenta de la importancia no sólo de difundir el procedimiento sino de la necesidad de participación en el mismo, se mantiene una reunión informativa (17 de marzo de 2015) con Directores de Departamento y Coordinadores de Área en la que se exponen las líneas principales del procedimiento de renovación de la acreditación, las diferencias entre los programas ACREDITA y ACREDITA PLUS, la importancia de las guías docentes como documento contractual entre profesor-alumno, la incorporación de resultados ENAEE a las guías docentes así como el formulario específico que se remitirá al profesorado para recabar la información necesaria sobre resultados de aprendizaje.

Posteriormente se trasladada esta información a la Junta de Centro, siendo ésta el órgano colegiado que finalmente valora y aprueba la participación del Centro en el programa ACREDITA PLUS, asumiéndolo como una tarea de responsabilidad compartida entre todos los participantes en el proceso.

M^a Victoria Moya, M^a Carmen Aranda, Óscar de Cózar, Alberto Fernández, Antonio Guerra, Rafael Molina, Inmaculada de las Peñas, Alejandro Rodríguez

Una vez obtenida la aprobación de la Junta de Centro (25 de marzo de 2015), se pone en marcha el procedimiento que permitirá obtener la información sobre los resultados de aprendizaje ENAEE.

Para ello se remite a Directores de Departamento y Coordinadores de Área la documentación específica para cada área de conocimiento que incluye un formulario individualizado para cada asignatura en el que se relacionan todos los resultados de aprendizaje ENAEE y se permite la posibilidad de consignar otros resultados específicos mediante la incorporación de texto en un campo libre.

Ante la incertidumbre generada por esta tarea de identificación, adaptación y cuantificación de resultados de aprendizaje propios a la tipología ENAEE se facilita al profesorado información sobre estos aspectos, tomando como documentos de referencia la “Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de Aprendizaje” (ANECA, 2013), copia de la presentación realizada por el Director de la ANECA sobre “Acreditación y resultados de aprendizaje” y enlaces web con información sobre resultados de aprendizaje ENAEE, MECES y guías sobre procedimientos de acreditación Acredita y Acredita Plus.

Dado que el procedimiento debe ajustarse temporalmente a la incorporación de datos en Guías Docentes según el cronograma PROA, se solicita a Directores de Departamento y/o Coordinadores de Área que la información sea remitida de forma centralizada a la Subdirección de Calidad coincidiendo con dicho plazo, esto es del 8 al 14 de mayo de 2015.

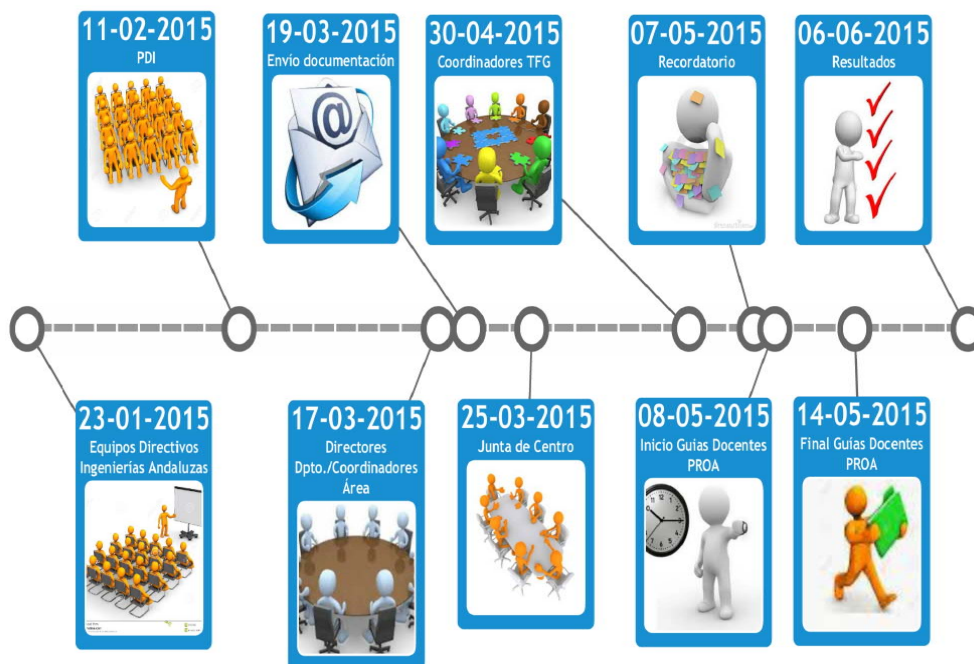
Toda vez que esta petición se realiza con mucha antelación a la fecha señalada en el cronograma PROA, se remite un correo recordatorio con antelación al inicio de apertura del PROA para la carga de Guías Docentes, en el que se adjuntan en formato editable los resultados ENAEE para que el texto correspondiente pueda ser incorporado directamente a la guía docente.

En el caso particular de las asignaturas de Trabajo Fin de Grado, se mantiene una reunión (30 de abril de 2015) con sus respectivos coordinadores en la que se revisan los contenidos existentes en las guías docentes heredadas del curso anterior y se identifican y cuantifican los resultados ENAEE para su incorporación en la información del nuevo curso.

En la Figura 3, se muestra de una forma gráfica y secuencial el flujo de reuniones, órganos colegiados y eventos que han formado parte del procedimiento establecido para la incorporación de los resultados de aprendizaje ENAEE en las guías docentes de las asignaturas de los Grados en Ingeniería de la EPS de la UMA.

Procedimiento para la incorporación de resultados de aprendizaje en las guías docentes, orientado a la acreditación de títulos de Grado en Ingeniería

Figura 3 Secuencia temporal del procedimiento implementado



Herramienta de apoyo

Como herramienta de apoyo a la Comisión de Garantía de Calidad de la EPS-UMA, se desarrolló una base de datos que contenía los datos más relevantes de las asignaturas que conforman los planes de estudio del mencionado centro. Esta base de datos, además de contenedor organizado de los datos de las asignaturas es una herramienta que ha permitido detectar las discordancias o desviaciones, tanto las cometidas por error en la introducción de los datos en las diferentes versiones de la Memoria de Acreditación, como las producidas al elaborar las Guías Docentes de las asignaturas y donde los Departamentos y el profesorado no han sido perfectamente conscientes de lo recogido en la Memoria de Verificación o han dado pie a reflexiones y consiguientes cambios o propuestas de mejora en dichas Memorias o planes de estudio. Esta base de datos como herramienta de apoyo en el procedimiento de revisión y mejora de las titulaciones de la EPS-UMA ha sido objeto de estudio, Moya et al. (2013, 2014).

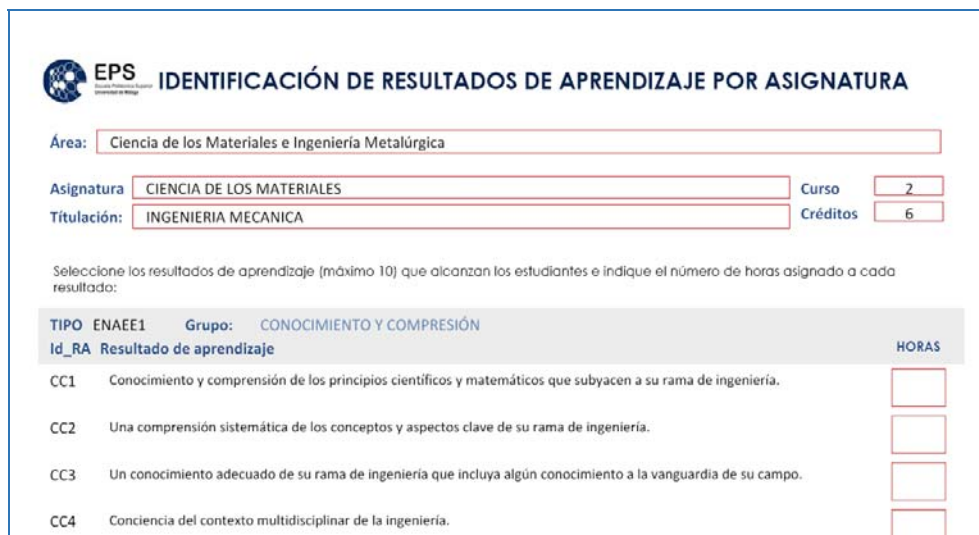
Esta base de datos ha sido modificada, ampliándose en alguna tabla adicional y consiguiendo relación, con objeto de incluir los resultados de aprendizaje de cada asignatura y facilitar la comprobación del cumplimiento de dichos resultados, necesaria y obligada para obtener

M^a Victoria Moya, M^a Carmen Aranda, Óscar de Cózar, Alberto Fernández, Antonio Guerra, Rafael Molina, Inmaculada de las Peñas, Alejandro Rodríguez

un informe favorable en el proceso de Acreditación. Debe tenerse en cuenta las propiedades inherentes de una base relacional que facilitan sobremanera trabajar con una gran cantidad de datos, en el sentido de creación de formularios que facilitan la incorporación de los datos, de realización de consultas para comprobar la inclusión de los mismos o su correctitud, etc. Máxime, cuando se enmarca en una Escuela Superior de Ingeniería donde se imparten cuatro títulos de Grado en Ingeniería, cada uno de ellos con alrededor de 40 asignaturas, cada una de ellas con sus diferentes competencias, contenidos, sistemas de evaluación, etc.

A continuación se muestra en la Figura 4, a modo de ejemplo, parte de un formulario de una asignatura correspondiente a resultados de aprendizaje que se ha hecho llegar a los profesores responsables, Coordinadores de asignatura, con un doble objeto: i) que sirviera de guía orientativa para el profesorado responsable de los posibles resultados de aprendizaje de ENAEE a incluir en las Guías Docentes en función de las competencias, actividades formativas y sistemas de evaluación de cada asignatura; ii) que una vez cumplimentado este formulario facilitara la incorporación de la información en la base de datos y permitiera detectar incorrecciones en las asignaciones de horas a los resultados de aprendizaje, o que algunos de los resultados no fuera cubierto por alguna asignatura o que alguna de las asignaturas no hubiera realizado el procedimiento de cumplimentación del formulario o incorporación a la Guía Docente correspondiente.

Figura 4 Formulario de identificación de resultados de aprendizaje por asignatura



Área:

Asignatura: Curso:

Titulación: Créditos:

Seleccione los resultados de aprendizaje (máximo 10) que alcanzan los estudiantes e indique el número de horas asignado a cada resultado:

TIPO ENAEE1	Grupo: CONOCIMIENTO Y COMPRESIÓN	Id_RA Resultado de aprendizaje	HORAS
CC1		Conocimiento y comprensión de los principios científicos y matemáticos que subyacen a su rama de ingeniería.	<input type="text"/>
CC2		Una comprensión sistemática de los conceptos y aspectos clave de su rama de ingeniería.	<input type="text"/>
CC3		Un conocimiento adecuado de su rama de ingeniería que incluya algún conocimiento a la vanguardia de su campo.	<input type="text"/>
CC4		Conciencia del contexto multidisciplinar de la ingeniería.	<input type="text"/>

Procedimiento para la incorporación de resultados de aprendizaje en las guías docentes, orientado a la acreditación de títulos de Grado en Ingeniería

Resultados del procedimiento

A continuación se van a presentar los datos de participación del procedimiento. Un análisis más profundo, como por ejemplo la calidad de las propuestas presentadas, el cumplimiento de todos los resultados de aprendizaje ENAEE por combinación de los cubiertos por cada asignatura dentro de un título, la verificación de la correspondencia del número de horas totales de las asignatura en resultados de aprendizaje y otros factores relevantes, no ha podido ser realizado por las fechas en las que había que cerrar el presente trabajo.

Tabla 1. Resultados de aprendizaje en asignaturas sobre el total por título de Grado

Grado	Nº asignaturas	
	Resultados de aprendizaje	Total
Grado en Ingeniería Eléctrica	41	47
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial	42	48
Grado en Ingeniería Mecánica	42	48
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y D.P.	41	47

Tabla 2. Resultados de aprendizaje en asignaturas sobre el total por Área de conocimiento

Área de Conocimiento	Nº asignaturas	
	Resultados de aprendizaje	Total
Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica	8	8
Dibujo	3	3
Expresión Gráfica en la Ingeniería	14	17
Filología Inglesa	5	5
Filología Italiana	1	1
Física Aplicada II	11	11
Historia del Arte	2	2
Ingeniería de los Procesos de Fabricación	9	9
Ingeniería de Sistemas y Automática	14	14
Ingeniería Eléctrica	13	22
Ingeniería Mecánica	7	10
Lenguajes y sistemas Informáticos	7	7
Máquinas y Motores Térmicos	12	13
Matemática Aplicada	16	16
Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras	12	12
Medicina Preventiva y Salud Pública	4	4
Organización de Empresas	0	7
Proyectos de Ingeniería	2	5
Química Analítica	3	3
Química Física	2	2
Tecnología Electrónica	17	17
TOTAL	162	188

M^a Victoria Moya, M^a Carmen Aranda, Óscar de Cózar, Alberto Fernández, Antonio Guerra, Rafael Molina, Inmaculada de las Peñas, Alejandro Rodríguez

En la Tabla 1, se presentan el número de asignaturas en las que se han elaborado los resultados de aprendizaje sobre el total de asignaturas por titulación. En la Tabla 2 se presentan el número de asignaturas por Área de Conocimiento. La diferencia del total de asignaturas con resultados de aprendizaje procede del Trabajo Fin de Grado que han sido elaboradas por la Comisión responsable.

Conclusiones

Se ha desarrollado un procedimiento centrado en los resultados de aprendizaje de las asignaturas de títulos de Grado en Ingeniería. El objeto de este procedimiento era, por un lado, difundir y dar relevancia entre el profesorado el concepto de “resultados de aprendizaje” y su vinculación con las competencias, actividades formativas y criterios de evaluación de las asignaturas. Por otro, fomentar la incorporación de dichos resultados de aprendizaje en las guías docentes, como recomendación desde un punto de vista docente y como requerimiento para el proceso de verificación de los títulos. El procedimiento se ha implementado orientado al programa ACREDITA-PLUS y, por tanto, considerando los resultados de aprendizaje ENAEE.

El procedimiento ha sido diseñado bajo la premisa de no originar demasiada carga burocrática a los Departamentos y profesorado participante, y hacerlo en un periodo adecuado para optimizar los procedimientos relacionados con el diseño y programación del próximo curso. Los resultados de participación del profesorado y Departamentos validan el procedimiento diseñado con el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Referencias

- España (2001). Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades
- España (2001). Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.
- ESPAÑA. (2007). Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- ESPAÑA. (2010). Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- ESPAÑA. (2011). RD 99/2011 Regulación de enseñanzas oficiales de doctorado.
- ANECA (2010). <http://www.aneca.es/>
- ANECA (2014). Evaluación para la renovación de la acreditación de títulos oficiales de Grado, Máster y Doctorado. Programa ACREDITA. V.2 18/06/2014.
- ANECA (2015). Guía de Evaluación para la renovación de la acreditación y la obtención del sello EUR-ACE® para títulos oficiales de Grado y de Máster en ingeniería (Actualizado 06/02/2015).

Procedimiento para la incorporación de resultados de aprendizaje en las guías docentes, orientado a la acreditación de títulos de Grado en Ingeniería

ANECA (2015). Apéndice 1.3. TABLAS específicas para la autoevaluación del programa ACREDITA PLUS en el ámbito de la ingeniería solicitadas en la directriz 8.1 y 8.2 (Actualizado 06/02/2015).

Moya, M.V., de Cózar, O., Fernández, A., Guerra, A. Miranda, A. Molina, R., de las Peñas, I., Rodríguez, A. (2013). *Coordinación docente en enseñanzas adaptadas al EEES. Aplicación a un centro de Ingeniería*. XXI CUIEET - Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Valencia. pp 59-68.

Moya, M.V., Aranda, M.C., de Cózar, O., Fernández, A., Guerra, A. Molina, R., de las Peñas, I., Rodríguez, A. (2014). *Resultados de la coordinación docente de un centro universitario de ingeniería*. XXII CUIEET - Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Almadén, Ciudad Real.

Circunstancias y condiciones existentes en el proceso de acreditación de las titulaciones de grado en la Escuela de Ingenieros Industriales de Albacete

Valentín Miguel^a, Manuel García-Teruel^a, J. Antonio Martínez^a y Francisco García-Sevilla^a

^aAvda. España s/n 02006 Albacete. Escuela de Ingenieros Industriales, Universidad de Castilla-La Mancha 967 599 200, valentin.miguel@uclm.es

Abstract

In this work it is considered some main aspects that have been involved in the period of time existing between the moment of verification of our titles to the present time, in which the Escuela de Ingenieros Industriales is immerse right now. The evolution of the teacher staff has been one of the most disturbing factors since it has been subjected to the economic ciscumstances of the Country. Other considerations are also taken into account related to some difficulties in the re-acreditation process. Finally, it is pointed out that although learning methodologies were expected, the reach and the operation way of Quality systems arrived in someway late.

Keywords: *Acreditation, Quality Guarantee, Quality Systems*

Resumen

En el presente trabajo se exponen algunos aspectos fundamentales relacionados con el período de tiempo transcurrido desde la implantación de los planes de estudios de Bolonia hasta el proceso de reacreditación, en la que la Escuela de Ingenieros Industriales se ve inmersa en la actualidad. Uno de los aspectos más preocupantes ha sido la evolución del profesorado, condicionado por las circunstancias socioeconómicas del país. También se consideran algunos aspectos propios del proceso de reacreditación, que han supuesto dificultades no previstas. En el texto se destaca también el hecho de que el Centro estaba preparado a abordar el proceso de Bolonia a nivel metodológico, pero que el seguimiento de los sistemas de calidad fue posterior como consecuencia del propio proceso a nivel nacional.

Palabras clave: *Acreditación, garantía de la calidad, sistemas de calidad*

Título de la ponencia

Introducción

Como es bien sabido por todos, la creación del Espacio Europeo de Educación Superior ha supuesto una gran transformación en el concepto de convergencia europea en este ámbito, generándose diversa bibliografía reciente que analiza estos aspectos referidos fundamentalmente al papel de la interacción europea en el proceso de convergencia, estableciendo la importancia de los programas de movilidad y el papel de la investigación en el proceso de convergencia europea (Teichler, 2006). Otro de los aspectos destacables sobre los que más foros y bibliografía se ha generado en los últimos años ha sido el papel de las nuevas metodologías de enseñanza en el proceso. Como muestra se puede consultar la referencia (Benito y Cruz, 2006) con alto número de citas en Scholar Google. El sistema de evaluación, contemplado de forma particular, ha dado lugar también a numerosa bibliografía en lo referente a los procesos de evaluación continua y de evaluación por competencias. Estas dos últimas circunstancias ponen en tela de juicio incluso el concepto de libertad de cátedra otrora tiempo tan sobrevalorado (Vidal, 2012). Una vez hecha referencia obligada a los aspectos indicados, es imprescindible establecer la importancia del sistema de garantía de las titulaciones, que es eje fundamental de la convergencia europea en el marco del reconocimiento mutuo de las competencias adquiridas por los estudiantes, tal y como se desprende del comunicado de los Ministros europeos en relación a los acuerdos tomados en la Conferencia de Bergen en mayo de 2005 (Bergen, 2005). De dicha declaración se resalta el siguiente texto:

“Adoptamos los estándares y directrices para la garantía de la calidad en el EEES propuestos por ENQA. Nos comprometemos a introducir el modelo propuesto de evaluación por pares de las agencias de calidad nacionales, respetando los criterios y pautas comúnmente aceptados. Acogemos el principio de un registro europeo de agencias de calidad basado en revisiones nacional. Pedimos que la forma práctica de su aplicación sea desarrollada por ENQA en cooperación con EUA, EURASHE y ESIB, que nos harán llegar un informe a través del Grupo de Seguimiento. Subrayamos la importancia de la cooperación entre agencias reconocidas a nivel nacional al objeto de incrementar el reconocimiento mutuo de las decisiones sobre acreditación o garantía de calidad.”

Del párrafo escogido se desprende no solo la existencia de un proceso de establecimiento de las agencias de garantía de la calidad nacionales y supranacionales, sino la necesidad de establecer la coordinación de criterios comunes y de un registro europeo de agencias de calidad. Como complemento a este registro está la importancia de la cooperación entre las agencias reconocidas a nivel nacional y que es un objetivo marcado a nivel europeo y en España entre ANECA y las agencias autonómicas. Como complemento a ese registro, está la importancia de la cooperación entre las agencias reconocidas, a nivel nacional, para in-

Autores

crementar el reconocimiento mutuo de las decisiones de acreditación y de garantía de calidad. Las agencias se ocupan a nivel nacional no solo de evaluar atendiendo las particularidades de cada sistema, sino también de trabajar en red y articular procesos de reconocimiento mutuo. Ese es un objetivo que se ha marcado a nivel europeo, y también en España entre ANECA y las agencias autonómicas (Marcellán, 2005). Una descripción interesante del sistema de acreditación europeo previo a la reunión de Bergen puede encontrarse en el texto de Michavila y Zamorano (Michavila y Zamorano, 2007).

Es cierto que en el proceso de verificación de las memorias de grado en la Escuela de Ingenieros Industriales de Albacete estaba en mente de todos la importancia de la re-acreditación de las titulaciones en el período de 4 años, pero existían además muchos factores que probablemente no permitían prestar toda la atención posible a dicho proceso, entre los que se podrían enumerar fundamentalmente el papel de las nuevas metodologías y sistemas de evaluación. Paulatinamente, al proceso, y una vez verificadas las memorias, se fueron configurando el sistema interno de calidad del Centro, con el nombramiento de coordinadores de curso y de titulación y el establecimiento de una Comisión de Garantía Interna de la Calidad que fuese operativa, circunstancia ésta que comenzó a detectarse con la elaboración del primer informe de seguimiento de las titulaciones. Algún autor destaca el hecho de que este aspecto ha tenido una incorporación más tardía en España respecto a otros países europeos (Galán-Palomares, 2008). El Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre establece el marco normativo para la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, definiendo el proceso para el seguimiento de las titulaciones y adjudicando a ANECA y a órganos de evaluación de comunidades autónomas la competencia respectiva (RD 1393/2007). No es hasta el año 2009 (ANECA, 2010) cuando ANECA, para dar cumplimiento a este artículo del Real Decreto, trabaja en la definición de un marco de referencia para realizar el seguimiento de los títulos de grado y máster inscritos en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT). Para ello colaboró con las agencias integrantes de la Red Española de Agencias de Calidad Universitaria (REACU) y tomó como base los Criterios básicos para el Seguimiento de los títulos oficiales definidos por dichas agencias de evaluación. En el año 2010 ANECA (ANECA, 2011) oferta a las Comunidades Autónomas que no disponen de agencia de evaluación (Asturias, Cantabria, Castilla-La Mancha, Extremadura, La Rioja, Navarra y Murcia) además de a las universidades que dependen del Ministerio de Educación y a las universidades concordatarias la posibilidad de participar en un proyecto piloto para abordar el seguimiento de los títulos de grado y máster ya implantados. El proceso se dirige hacia la consolidación del denominado programa MONITOR en el año 2011 en el que ANECA ejecuta el proyecto piloto mencionado tomando como referencia 59 titulaciones de grado y 34 de máster, de las que 7 y 6, respectivamente, corresponden al área de Ingeniería y Arquitectura (ANECA, 2012).

Título de la ponencia

De todo lo anterior, se desprende que si bien se abordó la situación de las metodologías de aprendizaje y la evaluación por competencias con proyectos piloto con bastante anterioridad a la implantación de los planes de estudios post-Bolonia en la Escuela de Ingenieros Industriales, la conciencia y definición de los sistemas de calidad fueron más tardíos. Así, en la Escuela de Ingenieros Industriales, las memorias de verificación se elaboraron y presentaron a ANECA antes de que existiese una estructura de programa MONITOR por parte de la agencia claramente definida. Mucho menos se sabía de las dimensiones y el modo de elaborar el autoinforme para la reacreditación en el que nos hemos visto inmersos hace poco y del proceso que en un plazo muy breve de tiempo deberemos abordar.

Además, durante la elaboración de las memorias, no se presagiaba un efecto tan importante de la crisis económica en la que nos hemos visto inmersos, lo que ha condicionado en gran medida la evolución prevista durante los años posteriores a la verificación de los títulos.

En el presente trabajo, se hace una exposición de la evolución del profesorado en la Escuela de Ingenieros Industriales, aspectos académicos relacionados, la evolución económica, de indicadores y finalmente de aspectos relacionados con la dificultad de gestionar el proceso de reacreditación debido a algunos cambios de criterio por parte de ANECA durante el período.

Factores socioeconómicos a considerar en la Escuela de Ingenieros Industriales.

Cuando se llevaron a cabo las memorias de Verificación, la situación socioeconómica del país y de Castilla-La Mancha permitía hacer algunas extrapolaciones más o menos optimistas, no solo en materia de personal, sino también en relación a la incorporación de medios de laboratorio y docentes en general. Esta situación muy poco después, como es de sobra conocido por todos, se vio comprometida por la profunda crisis económica del país, en la que todavía estamos inmersos. La imposibilidad de convocar plazas de personal permanente y la aplicación de una tasa de reposición del 10% ha mermado en general la evolución de las universidades españolas y en particular de la UCLM. La Ley de reposición por debajo del 10% instaurada en el año 2011 es la más severa de la historia reciente del país tal y como se desprende de la Tabla 1, (Montesinos *et al.*, 2014).

En el ámbito de la Escuela de Ingenieros Industriales existen otros factores a tener en cuenta y que se enumeran a continuación.

- Aunque los estudios de Ingeniería Técnica Industrial se vienen impartiendo desde el año 1978 en la entonces denominada Escuela Universitaria Politécnica de Albacete, en abril de 2008 se creó la Escuela de Ingenieros Industriales para albergar específicamente los estudios relacionados con la rama Industrial. En este momento, los estudios de la rama industrial y las ingenierías informáticas se impartían en un mismo centro. El punto de partida es

Autores

peculiar porque afectó a la adscripción de personal a cada uno de los Centros. Básicamente, la división se llevó a cabo mediante la realización de un plan de ordenación docente interno de ambos tipos de estudios, pero contemplando la realidad del momento. El cambio de planes de estudio en las ya creadas Escuela Superior de Informática y Escuela de Ingenieros Industriales siguió evoluciones diferentes respecto de la situación de partida de ambas. Esto condujo a algunas asimetrías en el personal adscrito a cada una de las escuelas. Durante el período de impartición de los grados post-Bolonia, se hizo alguna readscripción de personal, pero a juicio de los autores, la situación quedó muy condicionada de partida en determinadas materias.

Tabla 1. Principales medidas con incidencia en el empleo de AAPP desde 1993

Año	Fuente	Descripción
1. Sobre el número de nuevas plazas en AAPP		
1993-1994	PGE	Se limitan a las que, excepcionalmente, se consideren inaplazables
1995-1996	PGE	Inferior a la tasa de reposición de efectivos
1997	PGE	Inferior al 25% de la tasa de reposición de efectivos
1998-1999	PGE	
2000-2001	PGE	
2002	PGE	
2003	PGE	Inferior a la tasa de reposición de efectivos
2004	PGE	
2005-2006	PGE	
2007	PGE	
2008	PGE	
2009	PGE	Inferior al 30% de la tasa de reposición de efectivos
2010	PGE	Inferior al 15% de la tasa de reposición de efectivos
2011	PGE	Inferior al 10% de la tasa de reposición de efectivos
2012	RDL 20/2011 y PGE	
2013	PGE	No se procede a la incorporación de nuevo personal
2014	PGE	
2. Sobre nuevas plazas de personal temporal y funcionarios interinos		
1998-2002	PGE	
2003	PGE	
2004	PGE	No se contratará personal temporal ni se nombrarán funcionarios interinos, salvo en casos excepcionales, urgentes e inaplazables
2005-2011	PGE	
2012-2014	PGE	

 Fuente: Montesinos *et al.* (2014)

- En la Escuela se impartían tres ingenierías técnicas industriales pre-Bolonia, que se transformaron en sus grados respectivos. Una vez implantados, se abordaron los estudios de Máster Universitario en Ingeniería Industrial. Ambas situaciones supusieron un crecimiento que fue compensado de inicio en el caso de los grados y mediante alguna readaptación de profesorado en el caso del Máster.

Título de la ponencia

- Con la nueva estructura y tras la creación del Centro, los estudios aumentaron el alumnado sustancialmente, pasando de 680 a 1050 alumnos, fundamentalmente debido a la mayor duración de los grados.

- El perfil del profesorado de la Escuela en el proceso pre-Bolonia era el resultado de la evolución de estos estudios y de los Centros en los que han venido impartándose. Como hitos más destacables se puede indicar, no solo la evolución propia de los planes de estudio, sino también la incorporación-supresión de nuevos estudios de esta o de otras ramas en el Centro. Como consecuencia más destacable se puede establecer que había ausencia de ciertas áreas de conocimiento: Ingeniería de los Procesos de Fabricación; Mecánica de Fluidos e Ingeniería de Proyectos. La docencia propia de estas áreas era impartida desde otras. También existía algún área de conocimiento poco justificada como la de Teoría de la Señal y marginada en cuanto al número de profesores en la misma, 1. Otro hecho destacable es que se ha producido la incorporación del área de Ingeniería Química inexistente en el marco preBolonia.

Por último, se ha producido la jubilación de 9 profesores permanentes durante el período indicado.

Evolución del profesorado durante los 4 años de impartición de las titulaciones, 2010/2011-2013/2014

La evolución del profesorado en cifras puede resumirse en la Tabla 2 para cada una de las titulaciones de grado en el período de acreditación de las mismas. Como puede observarse, el profesorado ha disminuido en torno al 12%. Se constata que la mayor pérdida ha sido de profesores asociados que fue la figura con la que la UCLM ajustó los recortes presupuestarios debidos a la crisis. Esta pérdida se ha compensado en parte mediante la reorganización del personal, aumento de encargo docente a algunos de los asociados existentes en la actualidad. Incluso, aunque el análisis se hace tomando como referencias el curso de envío de las memorias a ANECA y el curso 13/14 como referencias, si se tienen en cuenta las previsiones para el curso 15/16, la situación mejorará respecto a la indicada.

Como puede observarse en la Tabla 2, el profesorado permanente está por encima del 80%, lo que con un criterio objetivo representa un porcentaje adecuado, máxime teniendo en cuenta las circunstancias de las jubilaciones ocurridas en el período y de difícil reposición.

Calidad del profesorado.

Durante los años correspondientes al período para la reacreditación el número de sexenios en el Centro ha aumentado notablemente respecto de lo existente en el período pre-Bolonia; concretamente se ha registrado un incremento superior al 10%.

Autores

Tabla 2. Evolución del profesorado del Centro por categoría y grado

CATEGORÍA	GRADO ING. MECÁNICA		GRADO ING. ELÉCTRICA		GRADO ING. ELECTRÓNICA IND. Y AUTOMÁTICA	
	Curso 10/11	Curso 13/14	Curso 10/11	Curso 13/14	Curso 10/11	Curso 13/14
Catedrático Universidad	1	5	1	4	2	5
Titular Universidad	8	12	9	11	9	11
Catedrático Esc. Univers.	5	3	3	2	2	2
Titular Esc. Universitaria	25	18	30	18	27	20
Contratado Doctor	4	4	3	4	4	5
Ayudante Doctor	2	2	1	3	4	2
Ayudante	0	0	1	0	0	0
Asociado	17	11	15	14	15	9
Total	62	55	63	56	63	54

Otro aspecto que se observa en relación con el profesorado asociado es que existe un buen porcentaje de profesores acreditados en figuras de Ayudante Doctor y Contratado Doctor, lo que supone la posibilidad de reposición de figuras permanentes en un futuro próximo, máxime teniendo en cuenta el anuncio del aumento de la tasa de reposición hasta el 50% por parte del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.

Algunas cifras económicas relacionadas con la gestión de los medios docentes.

Los fondos que reciben los distintos Centros de la UCLM (unos cuarenta) vienen, principalmente, de dos aportaciones diferentes de la UCLM:

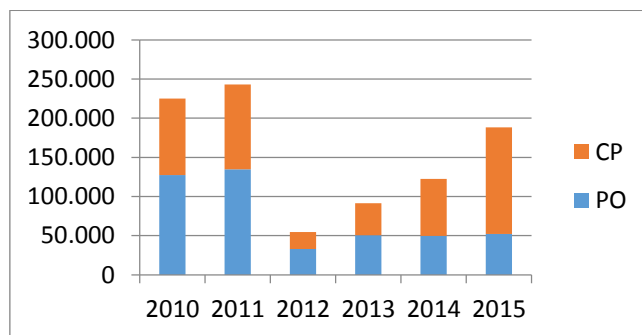
- Fondos correspondientes a gastos ordinarios de funcionamiento del Centro (Presupuesto Ordinario –PO–). Estos fondos se confeccionan básicamente por número de alumnos y por grado de experimentalidad de los Estudios. En este sentido, cabe indicar que del total de Centros que componen la UCLM, nuestra Escuela viene alternando entre el primer y segundo puesto en cuanto a cantidad asignada (compitiendo con el macro-Centro de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales de Ciudad Real, con más de 2.000 alumnos). Por supuesto, ocupamos el primer lugar en la lista de Centros de carácter Técnico/Científico.

- Fondos variables, en función de los objetivos conseguidos, dentro del Contrato Programa acordado con la Junta de Comunidades (Contrato Programa –CP–). En este caso, los parámetros para su determinación siguen unos coeficientes bastante más heterogéneos, e incluso las cantidades asignadas a cada Centro, dependen de otras consideraciones cualitativas (que no cuantitativas, como ocurre en el caso de los fondos ordinarios). En cualquier caso, nuestro Centro se ha venido posicionando entre los puestos cinco a ocho del total de Centros.

Título de la ponencia

Desde el curso 2010-2011, en que se iniciaron los estudios de grado (en nuestro Centro se realizó por inmersión), la evolución de los fondos recibidos por la EIIAB se indica en la figura 1 (los presupuestos siempre son por año natural, no por curso).

Figura 1. Evolución de los fondos recibidos (por año natural)



En esta evolución, se observa el impacto de la crisis económica (especialmente en 2012), con la progresiva recuperación (todavía no alcanzada completamente). Este hecho, ha redundado negativamente en cuanto a inversiones realizadas, tanto en adquisición de material docente e investigador como (y principalmente) en dotación de personal docente, como ya se ha indicado anteriormente.

En cuanto a los fondos asignados a través del Contrato Programa, en la tabla 3 se adjunta un breve resumen de los puntos básicos del mismo.

Cada Centro decide (dentro de unas horquillas prefijadas) qué puntos va a incrementar y qué porcentaje, en función de sus objetivos más inmediatos. A partir de la bajada presupuestaria, todo el presupuesto del Centro pasó a gestionarse de forma centralizada. Con anterioridad, se repartía casi el 70% entre las distintas Áreas, para que procediesen a su ejecución de forma individual.

La gestión centralizada ha conseguido optimizar el gasto garantizando que la docencia no se viese afectada. Al mismo tiempo, el reparto que se hacía en el pasado fragmentaba excesivamente el presupuesto e impedía poder dotar convenientemente a determinados laboratorios con carencias apreciables, así como la dotación de aulas genéricas informáticas. De hecho, aunque la financiación está subiendo de forma notable, la Junta de Centro ha decidido seguir con esta política presupuestaria, al demostrarse mucho más eficiente que la anterior.

Autores

Tabla 3. Puntos considerados en el Contrato Programa

FORMACIÓN	
IF-1	Nº de alumnos nuevos
IF-2	Nota media de acceso de los alumnos de nuevo ingreso
IF-3	Tasa de abandono
IF-4	Tasa de alumnos en programas de intercambio
IF-5	Tasa de alumnos extranjeros en programas de intercambio
IF-6	Tasa de prácticas externas
IF-7	Tasa de eficiencia académica
IF-8	Tasa de formación pedagógica del personal académico
IF-9	Valoración por los estudiantes de la formación que reciben
INVESTIGACIÓN Y GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA	
II-1	Tasa de profesores doctores
II-2	Tasa de sexenios de investigación concedidos
II-3	Tasa de resultados de la actividad investigadora
II-4	Tasa de participación en proyectos de investigación regionales
II-5	Tasa de participación en proyectos de investigación nacionales e internacionales
II-6	Tasa de investigadores principales en proyectos de investigación públicos
II-7	Tasa de financiación conseguida en convocatorias públicas
II-8	Tasa de financiación conseguida en contratos art. 83 LOU
VINCULACIÓN CON EL ENTORNO	
IV-1	Tasa de formación continua
IV-2	Tasa de actos culturales
IV-3	Tasa de inversiones bibliográficas
IV-4	Tasa de teleenseñanza
IV-5	Tasa de dominio de lenguas extranjeras
IV-6	Tasa de participación en plantas de formación
IV-7	Tasa de riesgo laboral

Variación de los criterios que emplea ANECA durante el período de reacreditación.

Previo al proceso de reacreditación en el que nos vemos inmersos, fue necesario “oficializar” las memorias de Verificación, introduciéndolas en la aplicación telemática que proporciona ANECA a las universidades. Ello ha supuesto un costoso proceso ya que ha sido necesario adaptar las memorias ya aprobadas a la aplicación indicada. En realidad, el proceso se ha convertido en una modificación de las memorias cuyos aspectos más relevantes se indican a continuación.

Título de la ponencia

Evaluación de las propuestas de modificación de los planes de estudio.

Respecto de la evaluación sobre la propuesta de modificación de los planes de estudio de las titulaciones de ingeniería en el ámbito industrial impartidos en nuestra universidad, la UCLM remitió a ANECA las propuestas de tres titulaciones en tres fechas diferentes:

1. Graduado o Graduada en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, cuya propuesta fue remitida en septiembre de 2014.
2. Graduado o Graduada en Ingeniería Mecánica, con propuesta enviada en noviembre de 2014.
3. Graduado o Graduada en Ingeniería Eléctrica), cuya propuesta fue enviada en marzo de 2014.

ANECA, en sus informes de evaluación, resalta la obligación de subsanar determinados aspectos relacionados con el Criterio 4 (Acceso y admisión de estudiantes). Dos son los puntos que, en dichos informes, destacan por su especial relevancia: reconocimientos de créditos en Enseñanzas Superiores Oficiales No Universitarias y reconocimientos de créditos para personas mayores de 40 años con experiencia laboral o profesional.

Reconocimientos de créditos en Enseñanzas Superiores Oficiales No Universitarias.

Con fecha 31 de octubre de 2014 ANECA remitió su informe de evaluación sobre la propuesta de modificación, enviada en septiembre de 2014, de plan de estudios del Graduado o Graduada en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de la Universidad de Castilla-La Mancha. En dicho informe, ANECA solicitaba dentro, entre los aspectos que necesariamente debían ser subsanados, la inclusión explícita de las modificaciones realizadas, con respecto al reconocimiento en Enseñanzas Superiores Oficiales No Universitarias, que no se incluían en la memoria verificada anteriormente. Se añadía, además, que para valorar la adecuación de estos reconocimientos, conocimientos y resultados de aprendizaje, debía aportarse una tabla comparativa correspondiente a las materias de al menos un título de enseñanza superior no universitaria cuyas competencias podrían ser reconocidas en dicho grado.

Dicha petición venía ligada al hecho de que en la versión anterior de la memoria de verificación de estos estudios, evaluada con resolución favorable en 2010, no se incluyó ningún acuerdo de reconocimiento explícito a estudiantes procedentes de Ciclos Formativos de Grado Superior, dado que la regulación de este tipo de reconocimientos no llegaría hasta

Autores

2011, con la publicación del Real Decreto 16/18/2011, de 14 de noviembre, sobre reconocimiento de estudios en el ámbito de la Educación Superior (BOE núm.302, de 16 de diciembre de 2011, sec.1, pág. 137575-137588). Con independencia de la enfrentada opinión que ha suscitado este tipo de reconocimientos (no pocos profesores opinan que no deberían llevarse a cabo al tratarse de titulaciones cuyas competencias académicas son claramente diferentes), algunos estudios universitarios cuya matrícula ha descendido en los últimos años, han visto en estos reconocimientos una vía para atraer estudiantes desde estudios de la educación superior no universitaria. Es lógico, por tanto, que tal y como se indica en el mismo RD, este tipo de acuerdos suscritos entre una universidad y la administración educativa, “deban ser comunicados al Ministerio de Educación y ser objeto de publicación oficial”. En consecuencia, ANECA debe garantizar que este tipo de reconocimientos se realizan acordes a lo especificado en dicho RD y, por tanto, es lógica la petición que se nos hizo en su momento para valorar la adecuación de los reconocimientos que la UCLM firmó, respecto del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, con la Consejería de Educación. En relación a este tipo de reconocimientos, ¿ha mantenido ANECA el mismo criterio en la evaluación emitida respecto de la propuesta de modificación de los otros dos planes de estudios que le han sido remitidos desde nuestra universidad con posterioridad? La respuesta es afirmativa, aunque con algún matiz diferenciador, pues similar texto al indicado anteriormente nos fue remitido tanto para las memorias de modificación de los planes de estudios de Graduado o Graduada en Ingeniería Mecánica y Graduado o Graduada en Ingeniería Eléctrica, si bien para este último, se añadía también la necesidad de adjuntar un anexo donde quedarán relacionadas las enseñanzas universitarias de Grado y los Ciclos Formativos de Grado Superior entre los se podrían producir reconocimientos.

Reconocimientos de créditos para personas mayores de 40 años con experiencia laboral o profesional.

Otro de los aspectos que ANECA ha resaltado como punto a subsanar en sus informes de evaluación es aquel relacionado con los reconocimientos de créditos por experiencia profesional para mayores de 40 años.

Algo similar a lo indicado en el punto anterior puede citarse ahora en este, pues en la versión anterior de la memoria de verificación de estos estudios, evaluada tal y como se indicó entonces con resolución favorable en 2010, no se incluyó ningún criterio explícito para el reconocimiento a personas que acreditaran experiencia profesional o laboral. La regulación de este tipo de reconocimientos viene dada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), que modifica los requisitos de acceso y admisión a las enseñanzas oficiales de Grado y, de manera específica, por el RD 412/2014, de 6 de junio, por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión

Título de la ponencia

a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado (BOE núm. 138, sec. I, pág. 43307-43323, de 7 de junio de 2014). Por tanto, es lógico que ANECA incida de manera especial en este punto, pues la legislación que le afecta ha sido modificada recientemente. No obstante, cabe preguntarse si idénticos criterios han sido mantenidos con relación a este punto en la evaluación de las tres memorias de grado que le han sido remitidas. La respuesta ahora es negativa, pues el criterio respecto a este punto ha variado claramente dependiendo del momento de evaluación de cada memoria: en relación a la memoria de Graduado o Graduada en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, enviada en primer lugar, no se recogió nada relacionado con este asunto en el informe de evaluación, en tanto que para la memoria de Graduado o Graduada en Ingeniería Eléctrica, enviada varios meses más tarde, ANECA solicita la inclusión en la memoria del plan de estudios verificado de los criterios de acreditación y ámbito de la experiencia profesional o laboral en relación con cada una de las enseñanzas.

Conclusiones

Conforme a lo indicado en el trabajo, los antecedentes del Centro junto con la situación económica vivida durante el período de acreditación de las titulaciones que se imparten en la Escuela de Ingenieros Industriales, permiten establecer las situaciones de dificultad en el mantenimiento del personal y de los medios docentes. No obstante, se ha efectuado una labor eficiente al respecto y estos aspectos han sido superados. En cualquier caso es preciso efectuar una labor de planificación en lo referente a los medios personales para conseguir abordar sucesivos procesos de reacreditación.

El marco cambiante introducido en el proceso de oficialización de las memorias mediante la aplicación telemática correspondiente, aunque ha permitido corregir algún error menor en las memorias de verificación ya aprobadas, ha introducido asimetrías absurdas en cuestiones correspondientes a la gestión común de los títulos. Por tanto, una vez superado el proceso de reacreditación ha de ser abordado un período de reelaboración profunda de las memorias. En este sentido será preciso corregir los criterios de reconocimiento de créditos diferenciados en cada título, así como la reconsideración de los sistemas de evaluación y las competencias asignadas a cada material con el fin de, desde la experiencia de la implantación de los planes, ajustar más estas cuestiones.

Referencias

ANECA (2010), *Memoria de Actividades 09*, ANECA pp. 94.

ANECA (2011). *Memoria de Actividades 10*, ANECA pp. 84

Autores

- ANECA (2012). *Memoria de Actividades 11*, ANECA pp. 85
- Benito, A., Cruz, A. (2006). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europea de Educación Superior*. Ed. Narcea Madrid 137 pp.
- Comunicado de la Conferencia de Ministros Europeos responsables de Educación Superior. Bergen, 19-20 de Mayo de 2005. Accesible en: www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/links/language/2005_Bergen_Communique_Spanish.pdf
- Galán-Palomares, F.M. (2008) *La participación estudiantil en los sistemas de garantía de la calidad, compromiso de mejora*. Univest08, Girona, June pp. 11.
- Marcellán, F. *Criterios de garantía de calidad en educación superior: praxis europea*. Educatió (2005) 23 pp. 15-32.
- Michavila, F. y Zamorano, S. (2007). *La acreditación en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Accesible en: https://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/7526/1/16_246-259.pdf
- Montesinos, A. Pérez, J.J., Ramos, R. (2014). *El empleo de las administraciones públicas en España: caracterización y evolución durante la crisis*, Documentos Ocasionales nº 1402, Madrid, Banco de España.
- Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre. Accesible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/10/30/pdfs/A44037-44048.pdf>
- Teichler, U. *El Espacio Europeo de Educación Superior. Visiones y realidades de un proceso deseable de convergencia*. Revista Española de Educación Comparada, 12 (2006), pp. 37-79.
- Vidal, C. *El espacio europeo de educación superior y su implantación en las universidades españolas*. Revista catalana de dret públic, núm. 44, 2012, p. 253-283.

Accreditación de las titulaciones de grado. Experiencia de la EET-UPC

M^a Dolores Álvarez^a, Mireia Mata^b, Javier Cañavate^c, Joaquim Marqués^d, Carme Espot^e Santiago Forcada^f, Jordi Voltas^g, Núria Garrido^h, Jordi Sellarèsⁱ y Alfred Gil^j.

^a Subdirectora de Calidad (sots-qualitat@eet.upc.edu), ^b Responsable del área de dirección (mireia.mata@upc.edu), ^c Director de la EET-UPC (director@eet.upc.edu), ^d Subdirector de recursos y planificación (Sots-economica@eet.upc.edu), ^e Secretaria académica (secretaria@eet.upc.edu), ^f Subdirector de relaciones internacionales (sots-rel.int@eet.upc.edu), ^g Subdirector jefe de estudios (cap-estudis@eet.upc.edu), ^h Subdirectora de entorno, sociedad y comunicación (sots-entorn@eet.upc.edu), ⁱ Subdirector de coordinación e innovación académica (sots-academica@eet.upc.edu), ^j Jefe de servicios de gestión y de soporte (administrador@eet.upc.edu).

Abstract

The implementation of the European Space for Higher Education has entailed new requirements for Spanish Higher Education Programs. The regulations (RD 1393, 2007) establish that university programs, in order to have official validity, must be submitted to a external evaluation process ex ante denominated Verification and an ex post process or accreditation. The Terrassa School of Engineering (EET) was one of the first schools to adapt to the European Space for Higher Education, class 2009-10 and one of the first submitted to the accreditation process. In this communication, the important role of the Internal System of Quality Management in the assessment of the school's programs is exposed and also the approach followed in one key step of the process: Accreditation

Keywords: *Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

Resumen

El proceso de implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) supuso nuevos requerimientos para los estudios universitarios en el Estado Español. La legislación (RD 1393, 2007) establece que los títulos universitarios oficiales, para tener validez oficial, deberán someterse a un proceso de evaluación externa ex ante llamado Verificación y un proceso ex post o Acreditación. La Escuela de Ingeniería de Terrassa (EET) de la Universidad

Acreditación de las titulaciones de grado. Experiencia de la EET-UPC

Politécnica de Catalunya (UPC) fue una de las primeras escuelas en adaptar su oferta de estudios al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en el curso 2009-10 y por tanto, es de las primeras en someterse al proceso de acreditación. En esta comunicación se expone el importante papel del Sistema de Gestión Interna de la Calidad del centro en el seguimiento de las titulaciones y la forma en que se ha abordado una de las etapas clave implicadas en el ciclo de vida de las mismas, la Acreditación.

Palabras clave: *Sistema de Calidad, Evaluación estudios, Acreditación, Verificación.*

Introducción

En los últimos años, y debido a la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), los estudios universitarios en el Estado Español han experimentado grandes cambios.

La legislación española (RD 1393, 2007) establece que los títulos universitarios oficiales deberán someterse a unos procesos de evaluación externa para tener validez oficial. Estos procesos de evaluación externa incluyen una evaluación *ex ante*, que es la Verificación, así como un proceso de evaluación *ex post*, que es la Acreditación.

Entre ambos, está el Seguimiento anual de las titulaciones, que puede incluir o no propuestas de Modificación.

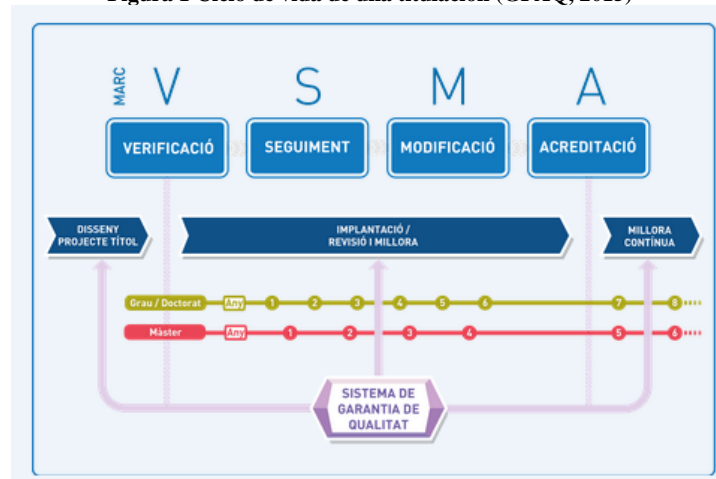
Así, la Verificación, el Seguimiento de la implantación de un título, la introducción de posibles Modificaciones y la Acreditación son los procesos de evaluación que configuran el ciclo de vida de una titulación.

El Sistema de Garantía Interna de Calidad de los centros (SGIC), que es parte de los planes de estudio, toma gran importancia en todo el ciclo de vida de las titulaciones, en tanto que facilita la evaluación y mejora de la calidad de las enseñanzas, del profesorado, de las prácticas externas y la movilidad, así como el análisis de la satisfacción de los grupos de interés y la inserción laboral de los titulados.

La implantación del SGIC permite detectar mejoras, planificar actuaciones y medir resultados en relación a las actuaciones realizadas, lo que redundará en una mejor calidad del sistema universitario.

Francisco Javier Cañavate et al.

Figura 1 Ciclo de vida de una titulación (GPAQ, 2015)



En este documento se expone el importante papel que el SGIC de la Escuela de Ingeniería de Terrassa (EET) ha tenido en el seguimiento de sus titulaciones y, cómo este centro de la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC) ha abordado una de las etapas implicadas en el ciclo de vida de las mismas, la Acreditación.

Transcurridos 6 años desde que la ANECA emite el Informe de Verificación Favorable y el Consejo de Universidades Verifica Positivamente los títulos de grado impartidos en la EET-UPC, este curso 14-15 el centro ha presentado el autoinforme para la acreditación de las 7 titulaciones de grado que imparte, y ha recibido la visita de un Comité de Evaluación Externo (CEE) designado por la Agència per la Qualitat del Sistema Universitari a Catalunya (AQU).

La Escuela de Ingeniería de Terrassa. Oferta académica.

La Escuela de Ingeniería de Terrassa (EET) es un centro de educación superior de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) que durante sus más de 100 años de historia se ha especializado en la formación en ingeniería, destacando por su prestigio y calidad.

El centro está ubicado en el Campus de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) en Terrassa con el que comparte servicios y recursos. Se trata de un campus docente, de investigación y de servicios que ocupa un espacio de 72.000 m² en donde están ubicadas 4 Escuelas y una Facultad, 23 departamentos, un Instituto de Investigación Textil, el Centro Catalán del Plástico, 37 grupos de investigación, 5.500 estudiantes, 400 profesores e investigadores y 250 profesionales de Administración y Servicios. Cada día, más de 6.000 personas trabajan y estudian en este campus, siendo así el centro de actividad más importante de la ciudad.

Acreditación de las titulaciones de grado. Experiencia de la EET-UPC

La Escuela de Ingeniería de Terrassa fue una de las primeras escuelas en adaptar su oferta de estudios al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en el curso 2009-10. Esta adaptación incluyó el criterio de simplificación y establecimiento de itinerarios comunes entre titulaciones afines que mejorarían la eficiencia de la aplicación de los nuevos planes de estudios.

En la Tabla 1 se pueden ver las distintas titulaciones de grado impartidas en la EET-UPC actualmente.

Además la EET-UPC da la posibilidad a los estudiantes de cualquier grado del ámbito de la Ingeniería Industrial de obtener una doble titulación. Para ello es necesario que el estudiante supere un año de estudios adicional (66 créditos ECTS) y, una vez superado el itinerario de doble titulación, el estudiante obtendrá dos títulos académicos expedidos por la UPC. Este año de estudios adicional asegura el logro por parte del estudiante de las competencias propias de ambos títulos. (Ver Tabla 2)

Tabla 1. Oferta académica de la EET-UPC. Estudios de Grado y Máster

Ámbito	Titulación
Ámbito de Ingeniería Industrial	Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
	Grado en Ingeniería Eléctrica
	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
	Grado en Ingeniería Mecánica
	Grado en Ingeniería Química
	Grado en Ingeniería de Tecnología y Diseño Textil
Ámbito de Ingeniería de Telecomunicaciones	Grado en Ingeniería de Sistemas Audiovisuales
Estudios de Master (90ECTS)	Master en Ingeniería de Tecnologías de materiales fibrosos (Textil y Papelera y Gráfica)

Tabla 2. Oferta académica de la EET-UPC. Dobles títulos de Grado

Título de origen (acceso a los estudios de grado)	Título destino (Doble título)
Grado en Ingeniería Eléctrica	Grado en Ingeniería Mecánica
	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática	Grado en Ingeniería Eléctrica
	Grado en Ingeniería Mecánica

Francisco Javier Cañavate et al.

Título de origen (acceso a los estudios de grado)	Título destino (Doble título)
Grado en Ingeniería Mecánica	Grado en Ingeniería Eléctrica
	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
	Grado en Ingeniería Química
	Grado en Ingeniería de Tecnología y Diseño Textil
	Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
Grado en Ingeniería Química	Grado en Ingeniería Mecánica
	Grado en Ingeniería de Tecnología y Diseño Textil
Grado en Ingeniería de Tecnología y Diseño Textil	Grado en Ingeniería Mecánica
	Grado en Ingeniería Química
	Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	Grado en Ingeniería Mecánica
	Grado en Ingeniería de Tecnología y Diseño Textil

Importancia del SGIC en el Ciclo de Vida de una titulación. Proceso de seguimiento.

Como ya se ha dicho, entre la verificación de una titulación y la acreditación de ésta, está el Seguimiento anual de las titulaciones.

Según la AQU, el seguimiento de una titulación tiene dos objetivos fundamentales:

- Ser una herramienta útil para la gestión del centro, que permita la evaluación del desarrollo de sus enseñanzas a partir del análisis de datos e indicadores, y la elaboración, en su caso, de propuestas de mejora que sirvan para corregir las desviaciones observadas entre el diseño de los títulos y su desarrollo ordinario.
- Ser una fuente de evidencias para el proceso de acreditación de las titulaciones.

Tal como se especifica en la “Guía per al seguiment de les titulacions oficials de grau i màster. versió 1.0” publicada por la AQU (AQU, 2013), los Informes de Seguimiento Anuales de las Titulaciones que se imparten en la EET-UPC (IST) han reflexionado sobre cuatro dimensiones¹:

¹ En Noviembre de 2014 AQU publica la “Guía per al seguiment de les titulacions oficials de grau i màster. versió 3.0”. Respecto a la versión 1.0 de la guía, destacamos las siguientes diferencias: Los informes de seguimiento de titulación, pasan a ser informes de

Acreditación de las titulaciones de grado. Experiencia de la EET-UPC

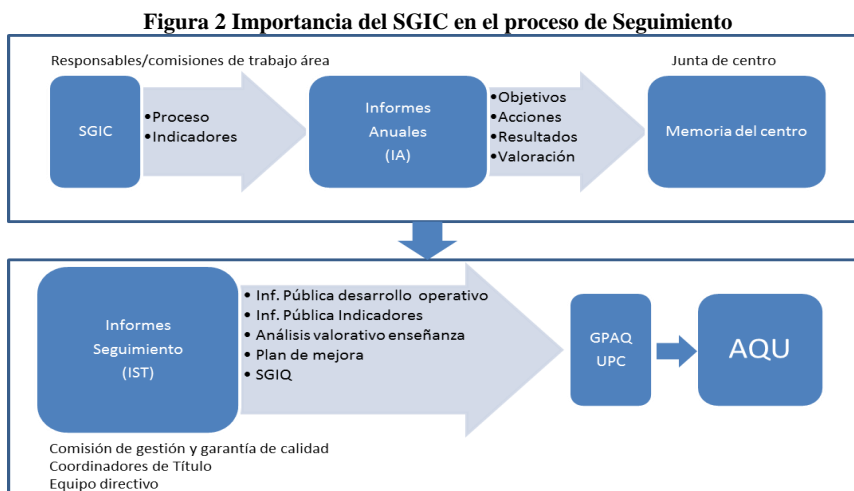
- La información pública sobre el desarrollo operativo de la enseñanza.
- La información pública sobre los indicadores.
- El análisis valorativo de la enseñanza y las acciones de mejora.
- La idoneidad del sistema de garantía interna de la calidad (SGIC) para el seguimiento de la titulación.

La UPC a través de su Gabinete de Planificación, Evaluación y Calidad (GPAQ) ha puesto al alcance de los centros una aplicación informática denominada SAT en donde los distintos centros deben presentar anualmente los IST de las diferentes titulaciones que imparten, y que el propio gabinete revisa y envía a la AQU.

La reflexión sobre estas cuatro dimensiones no es tarea fácil si lo que se busca es una reflexión profunda y no meramente superficial.

En este sentido, el SGIC implementado en la EET-UPC, garantiza la recogida de información y los resultados relevantes para la gestión eficiente de las titulaciones, lo que facilita el proceso de seguimiento y modificación de las titulaciones, garantizando la mejora continua a partir del análisis de datos objetivos.

El SGIC de la EET-UPC consta de distintos procesos. Cada uno de ellos tiene identificado un responsable de su correcto funcionamiento y desarrollo, revisión y modificación. Así mismo, cada proceso lleva asociados unos indicadores de seguimiento. (ver Figura 2)



seguimiento por centro y las dimensiones analizadas coinciden con los 6 estándares de calidad del autoinforme para la acreditación, que en algunos casos se analizaran por centro y en otros por titulación.

Francisco Javier Cañavate et al.

La medida, análisis y evolución temporal de dichos indicadores es trabajo del responsable del proceso que, junto con las comisiones propias de su área, genera un Informe Anual (IA) que forma parte de la memoria del centro desde el curso 13-14. La memoria es aprobada anualmente por la Junta de Centro y es pública para todos los grupos de interés.

Dichos IA, constan de forma general, de los siguientes apartados:

- **Objetivos:** se especifican los objetivos concretos en relación al proceso.
- **Acciones:** se especifican las acciones que se han llevado a cabo para alcanzar los objetivos.
- **Resultados:** se muestran los indicadores/resultados y su evolución temporal.
- **Valoración:** se hace una valoración sobre la consecución de los objetivos y si es el caso, se formulan propuestas de mejora.

La forma en que el propietario del proceso hace la recogida y el análisis de la información relativa a los indicadores, queda determinada por el proceso en cuestión. El análisis de la evolución temporal de los indicadores permite hacer propuestas de mejora.

Así, la implantación del SGIC de la EET-UPC y los IA que de él se derivan, ha facilitado el seguimiento de las diferentes titulaciones, así como la elaboración de los IST que, como se ha dicho, se han presentado anualmente a la AQU.

La redacción final de los IST en la EET-UPC, es responsabilidad de la Subdirección de Calidad, Jefe de estudios y Subdirección de Innovación y Coordinación Académica, del Director de la Escuela y del correspondiente Coordinador de la Unidad Docente de la titulación (Coordinador del título). Estos informes son revisados, modificados y aprobados por la Comisión de Gestión y Garantía de Calidad y por los correspondientes Coordinadores de las unidades docentes. Con ello se asegura la participación de los responsables de las distintas titulaciones en el análisis valorativo de la enseñanza y las acciones de mejora.

El Plan de mejora que aparece en los IST, incluye propuestas concretas de mejora e identifica a los responsables, el calendario correspondiente, y los indicadores o metas a alcanzar.

Durante los 6 años transcurridos desde su implantación, la EET-UPC ha recibido la retroacción de AQU correspondiente a los IST de dos de sus titulaciones, lo que ha permitido detectar fortalezas y debilidades en relación a las cuatro dimensiones analizadas en dichos informes.

Queda claro pues, que la implantación del SGIC ha sido clave en el proceso de seguimiento de las titulaciones del centro, pero también ha sido un elemento determinante en el proceso de acreditación de éstas. (Ver Figura 2)

Acreditación de las titulaciones de grado. Experiencia de la EET-UPC

Proceso de acreditación. Experiencia de la EET-UPC

Para la acreditación de las distintas titulaciones que se imparten en la EET-UPC, se ha elaborado una memoria (autoinforme), siguiendo un formato pautado por AQU Catalunya. En la Figura 3 se puede ver el proceso seguido por el centro para la elaboración de dicho autoinforme.

Igual que sucedió con los IST, la UPC a través de su Gabinete de Planificación, Evaluación y Calidad (GPAQ) ha puesto al alcance de los centros una aplicación informática que les permite cumplimentar los diferentes apartados del autoinforme, enlazar evidencias y generar el documento en formato pdf. Además, dispone de un espacio de comunicación y trabajo para los miembros del Comité de Evaluación Interna (CEI) del centro y de un apartado para la revisión técnica del autoinforme que llevó a cabo el GPAQ.

En este autoinforme se analizan diversos aspectos (estándares): la mayoría a nivel global de centro, pero algunos de manera diferenciada para cada enseñanza. Cualquier afirmación o justificación incluida en el análisis debe ser sustentada por documentación de apoyo (evidencias). Un Comité de Evaluación Externa (CEE), nombrado por AQU, analiza el autoinforme, revisa las evidencias y hace una visita al centro, de uno o más días, durante la cual se entrevista con varios grupos de interés, visita las instalaciones y analiza *in situ*, en su caso, más documentación. Posteriormente, emite un informe que eleva a AQU para su aprobación final.

El autoinforme para la acreditación considera seis estándares: la calidad del programa formativo, la pertinencia de la información pública, la eficacia del SGIC, la adecuación del profesorado al programa formativo, la eficacia de los sistemas de apoyo al aprendizaje y la calidad de los resultados de los programas formativos.

Para el análisis de los 6 estándares, las evidencias asociadas y el plan de mejora que debe incluirse en el autoinforme, la implantación del SGIC ha sido fundamental.

Tal como se ha explicado en el apartado anterior, desde la implantación del SGIC, el centro recoge:

- Valores históricos de indicadores relacionados con los procesos de calidad del centro.
- Los IA elaborados por los responsables de los distintos procesos, en los que se plantean objetivos, acciones, y se exponen resultados y se emiten valoraciones en relación a la consecución de los objetivos, y propuestas de mejora.
- Los IST presentados a la AQU en los que se han planteado propuestas de mejora y en algún caso, modificaciones al título.

Francisco Javier Cañavate et al.

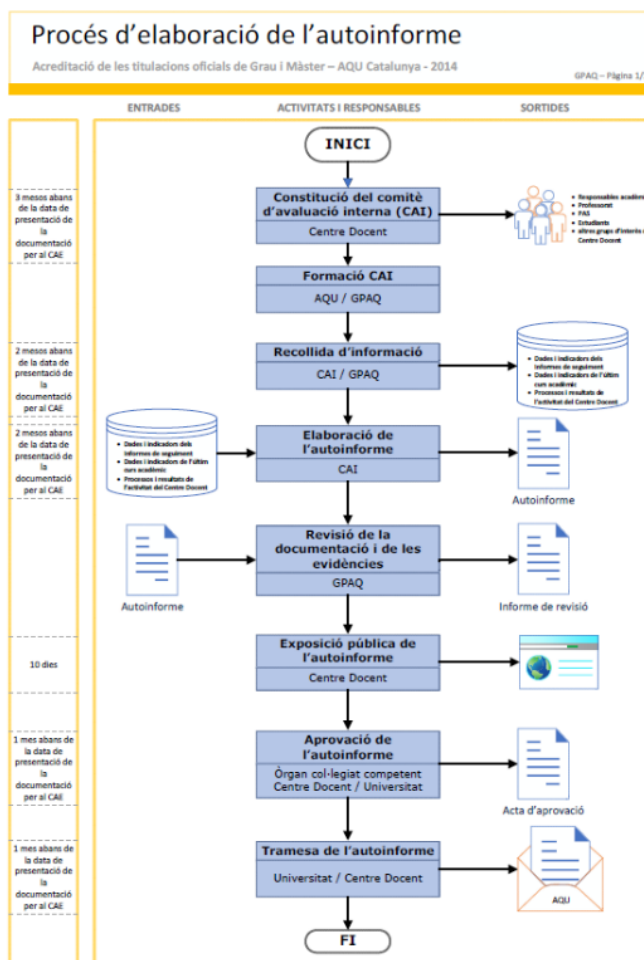
Además, y asociados a cada proceso que conforma el SGIC del centro, se dispone de un control documental de las evidencias que el propio sistema genera; evidencias que en muchos casos han formado parte del autoinforme.

Todo ello ha permitido confeccionar el autoinforme de acreditación a partir del análisis de información disponible, y de la recopilación de análisis ya realizados en periodos anteriores.

Organización interna del proceso de elaboración del autoinforme para la acreditación.

En la Figura 3 se puede ver el fluxograma en relación al proceso de elaboración del autoinforme para la acreditación de los títulos de grado que se imparten en la EET-UPC.

Figura 3 Proceso de elaboración del autoinforme



Acreditación de las titulaciones de grado. Experiencia de la EET-UPC

El primer paso fue la creación de un Comité de Evaluación Interna (CEI) cuya composición y funciones se aprobaron en la Comisión Permanente de la EET-UPC. En la Tabla 3 se puede ver la composición y responsabilidades del CEI. Tal como se indica en el fluxograma (ver Figura 3), el CEI fue el responsable de la elaboración del autoinforme, que una vez revisado por la GPAQ y hecha la exposición pública, se aprobó por la Junta del centro.

Tabla 3 Comité de Evaluación Interno. Composición y responsabilidades

Representación del colectivo	Descripción	Responsabilidades en el proceso de Acreditación	Número de personas
PDI	Coordinadores de titulación. Responsables de título.	Consulta, revisión/modificación del autoinforme, evidencias.	7
PAS	Jefe de Servicios de Gestión y soporte.	Redacción y consejo técnico.	6
	Responsable del área de Dirección	Consejo técnico y evidencias	
	Responsable Área de Gestión Académica.	Consejo técnico y evidencias	
	Responsable Servicios Informáticos.	Consejo técnico y evidencias	
	Área Logística y servicios.	Consejo técnico y evidencias	
	Secretaría Dirección	Consejo técnico y evidencias	
Dirección	Director	Redacción y evidencias	3
	Subdirectora de calidad	Redacción y evidencias	
	Subdirector de Coordinación e Innovación Académica	Redacción y evidencias	
Estudiantado	Representantes en los órganos de gobierno del centro	Consulta y revisión/modificación del autoinforme	4
Empresa	Empresa	Consulta y revisión/modificación del autoinforme	1
Total			21

La comisión, a propuesta del equipo directivo, optó por establecer como método de trabajo la designación de 4 miembros que actuarían de equipo redactor del documento (ver Tabla 3). Estas personas fueron las responsables de elaborar un primer borrador, que fue revisado y modificado por el resto de miembros de la comisión. De esta forma se aseguraba que todos los colectivos pudieran aportar sus consideraciones, datos y experiencia para el ejercicio de análisis que se pretendía hacer en el autoinforme.

Francisco Javier Cañavate et al.

Actualmente, el autoinforme es público y está accesible para todos los grupos de interés (internos y externos) a través de la página web del centro (EET, 2015).

El CEE a través de la AQU emitió un Informe de revisión de las evidencias aportadas, en el que se pedía diversas aclaraciones e información adicional respecto a algunas evidencias.

Contenido del autoinforme. Aspectos más relevantes.

Como ya se ha dicho, en el autoinforme para la acreditación se hizo un análisis de los 6 estándares de calidad establecidos por AQU, atendiendo a los criterios de evaluación publicados (AQU, 2013):

- Estándar 1: Calidad del programa formativo (se analiza a nivel de centro): El diseño de la titulación (perfil de competencias y estructura del currículo) está actualizado según los criterios de la disciplina y responde al nivel formativo requerido en el MECES.
- Estándar 2: Pertinencia de la información pública (se analiza a nivel de centro): La institución informa de manera adecuada todos los grupos de interés sobre las características del programa y sobre los procesos de gestión que garantizan su calidad.
- Estándar 3: Eficacia del sistema de garantía interna de la calidad de la titulación (se analiza a nivel de centro): La institución dispone de un sistema de garantía interna de la calidad formalmente establecido e implementado que asegura, de manera eficiente, la calidad y la mejora continua de la titulación.
- Estándar 4: Adecuación del profesorado en el programa formativo (se analiza a nivel de centro): El profesorado que imparte docencia en las titulaciones del centro es suficiente y adecuado, de acuerdo con las características de las titulaciones y el número de estudiantes.
- Estándar 5: Eficacia de los sistemas de apoyo al aprendizaje (se analiza a nivel de centro): La institución dispone de servicios de orientación y recursos adecuados y eficaces para el aprendizaje del alumnado.
- Estándar 6: Calidad de los resultados de los programas formativos (se analiza a nivel de titulación): Las actividades de formación y de evaluación son coherentes con el perfil de formación de la titulación. Los resultados de estos procesos son adecuados tanto en cuanto a los logros académicos, que se corresponden con el nivel del MECES de la titulación, como en cuanto a los indicadores académicos y laborales.

Cada estándar de calidad tiene asociadas unas evidencias que sirven de base o dan soporte al análisis que se hace. De dicho análisis se desprenden diversas propuestas que forman parte del plan de mejora que aparece en el autoinforme.

A continuación, en la Tabla 4 destacamos algunos contenidos del autoinforme en relación a los diversos estándares.

Acreditación de las titulaciones de grado. Experiencia de la EET-UPC

Tabla 4 Aspectos a destacar del autoinforme para la acreditación

Estándar	Contenidos a destacar
Estándar 1: Calidad del programa formativo	Se mostró un estudio sobre el perfil de ingreso de los estudiantes (nota de entrada y procedencia) Se explicaron los mecanismos de coordinación docente (vertical y horizontal)
Estándar 2: Pertinencia de la información pública	Se explicaron los mecanismos de información y cómo está orientada a los distintos grupos de interés
Estándar 3: Eficacia del sistema de garantía interna de la calidad de la titulación	Se explicó la importancia del SGIC en el ciclo de vida de las titulaciones Se explicaron los mecanismos para la recogida de información en relación a resultados de aprendizaje y satisfacción de los grupos de interés
Estándar 4: Adecuación del profesorado en el programa formativo	Se mostraron y analizaron los datos referentes a la formación de los profesores, experiencia docente e investigadora y experiencia profesional Se mostraron y analizaron los datos de satisfacción de los estudiantes en relación al profesorado Se mostraron y analizaron los datos de satisfacción de la UPC en relación al profesorado Se explicaron los mecanismos de asignación del profesorado
Estándar 5: Eficacia de los sistemas de apoyo al aprendizaje	Se explicaron y analizaron todos los servicios de orientación académica y profesional del centro Se explicaron y analizaron los recursos materiales de que dispone el centro y como se han adaptado a las metodologías docentes en el marco del EEES
Estándar 6: Calidad de los resultados de los programas formativos	Se seleccionaron 4 asignaturas obligatorias de cada titulación. Se mostraron los resultados de aprendizaje (competencias), las actividades formativas, el sistema de evaluación, las calificaciones. ² Se adjuntaron las distribuciones de las calificación de todas las asignaturas impartidas en el centro por titulación Lista de los TFG, tipología, temática y calificaciones Lista de centros de prácticas externas, número de estudiantes y tipología/ámbitos. Se mostró la distribución de competencias por asignaturas de forma gráfica Se mostraron y analizaron los indicadores académicos de rendimiento así como su evolución temporal Se analizaron y mostraron los indicadores de inserción laboral y se compararon con los de otras universidades del entorno

² Para la selección de estas 4 asignaturas por titulación, se siguieron los siguientes criterios: Asignaturas de los tres primeros cursos 1 asignatura básica de FI, 2 asignaturas comunes, 1 asignatura de tecnología específica, Variedad de competencias transversales y niveles en que se evalúan, y disponibilidad del profesor coordinador.

Francisco Javier Cañavate et al.

Visita del comité de evaluación externo

El GPAQ de la UPC nos comunicó la composición del Comité de Evaluación Externa, las fechas y propuesta de programa de la visita al centro. Todos los miembros del CEE eran ajenos a nuestra institución y fueron seleccionados de acuerdo con un perfil y unos requisitos establecidos por AQU. El comité estaba formado por, un presidente, dos vocales académicos, un vocal empresa, un vocal estudiante y una secretaria.

En la Figura 4 se puede ver el programa de la visita. Este programa se consensuó entre las dos partes a propuesta del CAE.

Como puede observarse una parte muy importante del programa estaba centrado en entrevistas con representantes de los distintos colectivos del centro docente: responsables, profesorado, estudiantes, graduados y ocupadores.

Del programa de la visita se deduce que más allá de visitar nuestras instalaciones el CEE quería recoger las opiniones de los colectivos, y valorar su satisfacción respecto a nuestras actuaciones y la prestación de servicios.

Figura 4 Programa de la visita del CEE

Horario	Actividad	Horario	Actividad
8.30 – 10.30	Trabajo previo del CAE (consulta del material)	8.30 – 9.30	Visita de las instalaciones
10.30 – 10.45	Recepción del CAE por parte del equipo directivo	9.30 – 10.15	Entrevista profesorado bloque inicial/común
10.45 – 11.30	Entrevista con el equipo directivo/CAI	10.15 – 11.00	Entrevista profesorado (no incluido en audiencia anterior)
11.30 – 11.45	Pausa	11.00 – 11.30	Pausa
11.45 – 12.30	Entrevista con los estudiantes bloque inicial común	11.30 – 12.15	Audiencia Abierta / Trabajo CAE
12.30 – 13.15	Entrevista con los estudiantes de 3º y 4º GE Sistemas Audiovisuales GE Mecánica GE Eléctrica GE Electrónica Industrial y Automática	12.15 – 13.00	2ª Entrevista con el equipo directivo/CAI
13.15 – 14.00	Entrevista con los estudiantes de 3º y 4º GE Disseny Industrial i Desenvolupament del Producte GE Tecnologia I Disseny Tèxtil GE Química	13.00 – 13.45	Elaboración de conclusiones
14.00 – 15.00	Almuerzo	13.45 – 14.15	Conclusiones preliminares y despedida
15.00 – 16.00	Trabajo CAE	14.15 – 15.15	Almuerzo
16.00 – 16.45	Entrevista con graduados	15.15 – 17.15	Trabajo CAE / Inicio de la elaboración del Informe de evaluación externa
16.45 – 17.30	Entrevista con ocupadores		

El equipo directivo del centro seleccionó los componentes que debían formar parte de los distintos colectivos, y la Subdirección de Calidad organizó reuniones informativas con cada uno de ellos. En la Tabla 5 se muestran los criterios seguidos para la selección de los representantes de cada colectivo.

El objetivo de estas reuniones fue el de informar sobre:

- El proceso de acreditación y su importancia.
- Los miembros que formaban parte del CEE.
- El programa de la visita.

Acreditación de las titulaciones de grado. Experiencia de la EET-UPC

- Las posibles cuestiones para las audiencias. Dichas cuestiones aparecen en la “Guía per al seguiment de les titulacions oficials de grau i màster. versió 1.0” publicada por la AQU (AQU, 2013).

Tabla 5 Criterios para la selección de los distintos colectivos convocados en las audiencias.

Colectivo	Criterio	Número
Estudiantado 1 ^{er} . y 2 ^o curso (mínimo de 2 por titulación)	Delegados de clase	10
Estudiantado 3 ^{er} y 4 ^o curso (mínimo de 2 por titulación)	Haber participado en el programa de prácticas externas y/o de movilidad Estar cursando el Proyecto Fin de Grado (PFG)	17
Profesorado 1 ^{er} . y 2 ^o curso	Coordinadores de asignaturas obligatorias Representatividad de los diversos departamentos implicados en la docencia	8
Profesorado 3 ^{er} . y 4 ^o curso (mínimo de 2 por titulación)	Profesorado asignado a los diversos departamentos responsables de las respectivas titulaciones Representación intergeneracional	13
Graduados (mínimo de 2 por titulación)	Representación de graduados de doble titulación Estudiantes de máster Status de inserción laboral	9
Ocupadores	Empresas que realizan convenios de cooperación educativa con el centro Empresas que realizan convenios de colaboración en distintos ámbitos (programa de becas, donación de equipos,...)	7
TOTAL		64

Si se incluye al CEI, a los miembros del equipo directivo y a las personas que participaron en la audiencia abierta, más de 90 personas se entrevistaron con el CEE.

La visita a las instalaciones fue diseñada a fin de mostrar, tanto espacios comunes (aulas docentes, salas de estudio, aulas informáticas, biblioteca...), como laboratorios docentes. De forma consensuada con los Coordinadores de título se escogió un laboratorio docente de cada titulación y se entregó al CEE una ficha referente a cada espacio que recogía los siguientes datos:

Francisco Javier Cañavate et al.

- Titulación usuaria del laboratorio.
- Nombre del coordinador del título.
- Nombre de la instalación.
- Capacidad (nº lugares de trabajo).
- Asignaturas de la titulación que utilizan la instalación.
- Fotografías, nombre, descripción y singularidad de los equipos más destacados con los que cuenta la instalación.

Antes de finalizar la visita, el CEE presentó las conclusiones preliminares al equipo directivo. A fecha de hoy estamos a la espera del informe de evaluación externa.

Aun así, el CEE nos avanzó que el informe propondría la acreditación de todas las titulaciones y destacó una serie de buenas prácticas en relación a diversos estándares.

Destacaron en especial la buena relación que el centro tiene con el entorno industrial, los sistemas de apoyo al aprendizaje; plan de tutorización, internacionalización, recursos como la biblioteca y el campus digital... Destacaron también el sistema de evaluación de las competencias transversales por niveles, así como los indicadores de inserción laboral.

Nos comunicaron el alto grado de satisfacción que mostraron todos los grupos de interés con los que se habían entrevistado.

Conclusiones

La implantación de SGIC en la EET-UPC se ha mostrado eficaz para la mejora continua y el aseguramiento de la calidad de las titulaciones que se imparten. El SGIC ha facilitado el seguimiento y modificación de las titulaciones desde su verificación, así como el proceso de acreditación de éstas.

El proceso de acreditación de los títulos que imparte la EET-UPC ha funcionado con normalidad. Destacamos la alta participación y colaboración que han mostrado los diferentes grupos de interés en dicho proceso. Este hecho ha permitido al CEE conocer de manera directa la opinión de los grupos de interés, más allá de las cifras concretas e indicadores que aparecen en el autoinforme para la acreditación.

Referencias

AQU. 2013. *Agencia per la Qualitat de sistema universitari de catalunya. GUIA PER AL SEGUIMENT DE LES TITULACIONS OFICIALS DE GRAU I MÀSTER. versió 1.0.* 2013.

EET. 2015. Escuela de Ingeniería de Terrassa. EET-UPC. [En línea] 04 de junio de 2015. [Citado el: 04 de junio de 2015.] <http://www.eet.upc.edu/intranet/direccio/autoinforme-acreditacio-final>.

Acreditación de las titulaciones de grado. Experiencia de la EET-UPC

GPAQ. 2015. Gabinet de Planificació, Avaluació i Qualitat UPC. [En línea] 2015. [Citado el: 04 de junio de 2015.] <http://www.upc.edu/gpaq>.

RD 1393. 2007. REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. 2007.

TEMÁTICA 2

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- Competencias transversales
- Evaluación de competencias
- Experiencias educativas basadas en la adquisición de competencias



Evaluación de competencia transversales. Experiencia en evaluación del trabajo en equipo en proyectos de implantación de Poka-Yoke.

Eva Maria Lopez Perea^a, Miguel Angel Mariscal Saldaña^b, Susana García Herrero^c

^a Facultad de Humanidades y Educación, C. Villadiego s/n, 09001 Burgos. Tfno: 947258081, emlpe-rea@ubu.es. Universidad de Burgos.

^b Escuela Politécnica Superior, Avda. Cantabria s/n, 09006 Burgos. Tfno: 947258933, Fax: 947258910, mariscal@ubu.es. Universidad de Burgos.

^c Escuela Politécnica Superior, Avda. Cantabria s/n, 09006 Burgos. Tfno: 947259084, Fax: 947258910, susanagh@ubu.es. Universidad de Burgos.

Abstract

The following document shows a practical experience of evaluation of cross-disciplinary skills in subjects of production, with a low economic cost and little material and widely accepted by students. Also explains the advantages and possible improvements of such practice..

Keywords: *Cross-disciplinary skills, Poka-Yoke, production systems.*

Resumen

En el siguiente documento se muestra una experiencia práctica de evaluación de competencias transversales, en asignaturas de producción, con un coste económico y material pequeño y de gran aceptación por los alumnos. También se explican las ventajas y posibles mejoras de dicha práctica.

Palabras clave: *Competencias transversales, Poka-Yoke, Sistemas de producción.*

Introducción

La evaluación de la adquisición de competencias transversales se hace más complicada según se incrementa el número de alumnos. En concreto la valoración del trabajo en equipo y de la resolución de problemas de forma efectiva es difícil y necesita de nuevas herramientas.

Evaluación de competencia transversales. Experiencia en evaluación del trabajo en equipo en proyectos de implantación de Poka-Yoke.

Además puesto que ser competente supone ser capaz de responder de forma eficiente ante una situación real, parece obvio que el punto de partida de cualquier actuación evaluadora sean situaciones más o menos reales que ejemplifiquen de algún modo aquellas que pueden encontrarse en la realidad (Antoni Zabala y Laia Arnau 2008). Este concepto es similar al aprendizaje basado en problemas (Bowden y Marton 2012) utilizado en muchos países. Así pues, todas las acciones dirigidas a recabar información sobre las dificultades y la capacidad en relación con unas competencias determinadas deberán partir de situaciones-problemas de la realidad que obliguen al alumnado a intervenir para llegar al conocimiento o a la resolución del problema o cuestión.

También es fundamental el trabajo en equipo para la resolución de esos problemas reales. Incluso en algunos trabajos de elevada complejidad, la competencia de trabajo en grupo se hace más importante que la competencia individual (Villardón-Gallego 2015). La evaluación de dichas competencias también es interesante realizarla en vivo (Pickford y Brown 2013) con el objetivo de realizar una mejor evaluación y más real.

Con todos estos requerimientos, resolución de problemas reales, con trabajo en equipo y pruebas en vivo, se expone una práctica realizada en asignaturas de Sistemas de Producción, con unos resultados satisfactorios y coste mínimo.

Marco de Referencia

Los estudiantes de los grados de Ingeniería Mecánica, Ingeniería de Organización Industrial e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de la Universidad de Burgos cursan en el 5º o 6º semestre la asignatura obligatoria de Sistemas de Producción y Fabricación.

En la tabla 1 se muestra en el caso de Ingeniería de Organización Industrial el cruce de asignaturas con competencias, siendo similar en el caso de los otros dos grados.

Eva María López, Miguel Angel Mariscal Saldaña y Susana García Herrero

Tabla 1. Competencias Transversales o Genéricas

ASIGNATURAS	COMPETENCIAS GENERALES																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
INFORMÁTICA BÁSICA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ECONOMÍA DE LA EMPRESA	x	x																									
EXPRESIÓN GRÁFICA I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
FÍSICA I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
FÍSICA II	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ÁLGEBRA Y ECUACIONES DIFERENCIALES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
CÁLCULO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
AMPLIACIÓN DE CÁLCULO Y GEOMETRÍA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ESTADÍSTICA Y CÁLCULO NUMÉRICO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
QUÍMICA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
CIENCIA DE MATERIALES. ESTRUCTURA Y PROPIEDADES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
AUTOMATISMOS Y CONTROL INDUSTRIAL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ELASTICIDAD Y RESISTENCIA DE MATERIALES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
EXPRESIÓN GRÁFICA II	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
INGENIERÍA TÉRMICA I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
MECANISMOS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y FABRICACIÓN INDUSTRIAL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ORIGEN TÉCNICA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
INGENIERÍA FLUIDO-MECÁNICA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
MÉTODOS CUANTITATIVOS I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
MÉTODOS CUANTITATIVOS II	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO Y RECURSOS HUMANOS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
MARKETING INDUSTRIAL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
ESTRATEGIA Y POLÍTICA DE EMPRESA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
CALIDAD	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
INGENIERÍA FINANCIERA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE SISTEMAS PRODUCTIVOS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍAS RENOVABLES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
COMPLEJOS Y PROYECTOS INDUSTRIALES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
LOGÍSTICA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
TECNOLOGÍA ENERGÉTICA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
TECNOLOGÍA MECÁNICA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
APLICACIONES INDUSTRIALES DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
TRABAJO EN DEGRADO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
TOTAL	49	24	36	26	4	15	24	24	26	20	34	17	37	1	6	15	4	37	39	29	4	1	39	15	22	10	12

Las fichas de las asignaturas se pueden ver en:

<http://www.ubu.es/grado-en-ingenieria-de-organizacion-industrial/informacion-basica/guias-docentes>

<http://www.ubu.es/grado-en-ingenieria-mecanica/informacion-academica/guias-docentes>

<http://www.ubu.es/grado-en-ingenieria-electronica-industrial-y-automatica/informacion-basica/guias-docentes>

Las competencias definidas en estas tres asignaturas son:

- GI-1. Demostrar la capacidad de análisis y síntesis
- GI-3. Adquirir la capacidad para la resolución de problemas de forma efectiva
- GI-4. Expresarse correctamente en castellano, tanto de forma oral como escrita
- GP-3. Desarrollar la capacidad de trabajo en equipo
- GP-6. Adquirir compromiso con la ética y la responsabilidad social
- GS-2. Adquirir la capacidad de aprendizaje autónomo y preocupación por el saber y la formación permanente
- ED-15. Conocimientos básicos de sistemas de producción y fabricación
- EP-6. Capacidad de organización, planificación y gestión en el ámbito de la empresa, y

Evaluación de competencia transversales. Experiencia en evaluación del trabajo en equipo en proyectos de implantación de Poka-Yoke.

otras instituciones y organizaciones

En este trabajo se muestra una experiencia para la evaluación de tres de esas competencias, GI-1. Demostrar la capacidad de análisis y síntesis, GI-3. Adquirir la capacidad para la resolución de problemas de forma efectiva y GP-3. Desarrollar la capacidad de trabajo en equipo.

Sistemas de Producción

Antes de explicar la experiencia, vamos a centrar la asignatura y los contenidos sobre los que se desarrolla. Dentro del sistema de producción JIT (ver figura 1), existe una herramienta de calidad que es el JIDOKA. (Yasuhiro Monden 1987).

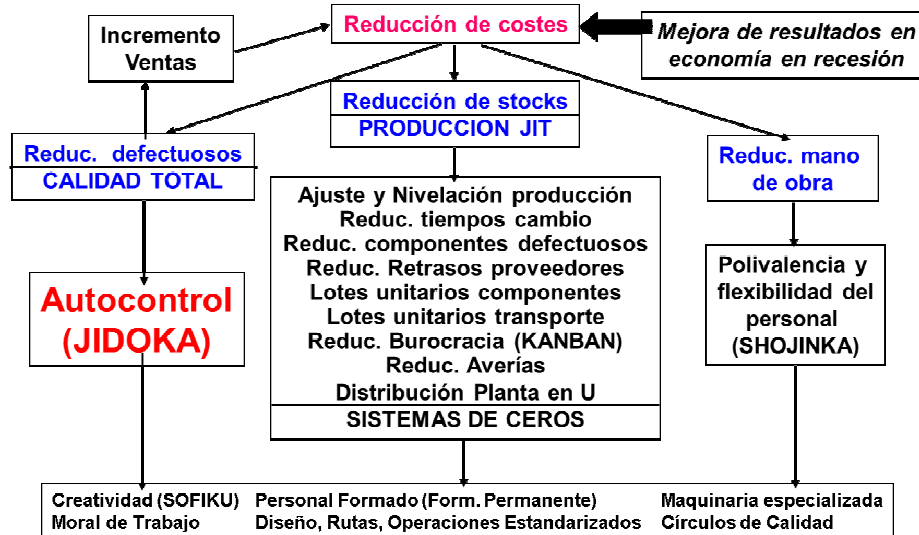


Figura 1. Sistema de Producción JIT.

JIDOKA: es un término japonés que en la metodología lean manufacturing significa 'automatización con un toque humano'. Jidoka permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad.

Dentro del JIDOKA existe la herramienta de Poka-Yoke que es una técnica para corregir y detectar defectos de la producción utilizando mecanismos que avisen de cualquier anomalía en el funcionamiento o producto defectuoso. Llegando incluso a detener la línea o la máquina en caso necesario.

Actualmente los poka-yokes suelen consistir en:

Eva María López, Miguel Angel Mariscal Saldaña y Susana García Herrero

- un sistema de detección, cuyo tipo dependerá de la característica a controlar y en función del cual se suelen clasificar, y
- un sistema de alarma (visual y sonora comúnmente) que avisa al trabajador de producirse el error para que lo subsane.

Las fases en la implantación de un poka-yoke son:

- 1.- Comprender la forma en que el proceso fracasa.
- 2.- Decidir el enfoque correcto poka-yoke (eliminar elementos innecesarios e incorporar nuevos).
- 3.- Determinar si el manejo, el número de acciones y el método de secuencia son APROPIADOS
- 4.- Utilización del método y comprobar su funcionamiento.
- 5.- Adaptación del operario a la medida adoptada

Práctica planteada

La práctica planteada consiste en la resolución del siguiente problema:

- En un centro de trabajo se deben hacer 4 taladros en unas planchas. Las planchas son de 297*210 milímetros y en una de las caras llevan una señal que indica si son de tipo 1 o tipo 2. La marca es de 1 mm de diámetro.
- En las de tipo 1 la señal está 107 mm- 149mm del origen (extremo inferior izquierdo), y los taladros irán a la izquierda, y en las de tipo 2 la señal está en 107mm- 146mm del origen, los taladros irán a la derecha.

La plancha se maneja en vertical al igual que la taladradora. Todas las planchas tienen la misma medida.

Hay que diseñar un Poka-Yoke para mejorar el puesto de trabajo, eliminando la posibilidad de realizar los taladros en el lado incorrecto, pero consiguiendo la mayor productividad posible. Las planchas nos llegan en un orden aleatorio.

Evaluación de competencia transversales. Experiencia en evaluación del trabajo en equipo en proyectos de implantación de Poka-Yoke.

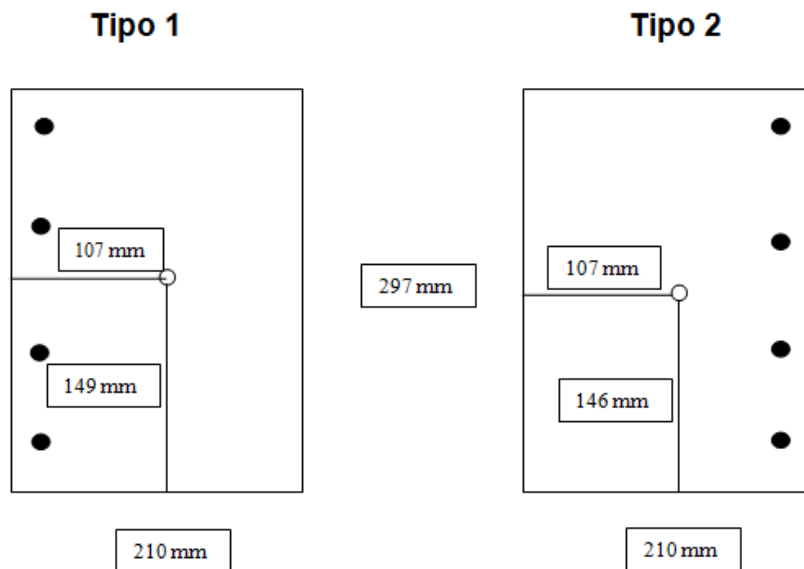


Figura 2. Problema planteado.

No se trata de una práctica teórica, sino que hay que desarrollar elementos físicos para la detección y que tipo de pieza se trata y hacer los taladros en el lado adecuado. Además tiene que ser un sistema efectivo. El trabajo se realiza en grupos de 4 o 5 alumnos cada uno.

Se realizará una prueba de evaluación por grupos en la que a cada grupo se le dará un grupo de piezas (hojas), en las que hay piezas de tipo 1 y 2 entremezcladas. Hay que identificar que tipo de pieza es y realizar los taladros en el lado adecuado. Se buscan dos objetivos, identificación correcta y rapidez, para lo que se mide el número de piezas mal realizadas y el tiempo usado.

Las calificaciones de la prueba siguen los siguientes criterios:

- La prueba se realizará con 20 hojas (entre tipo 1 y 2) y computa 1.5 puntos en la asignatura.
- Con dos o más fallos la nota de la práctica para todos los miembros del equipo es 0.
- Con 1 fallo la nota es de 0,5 puntos.
- Con 0 fallos, se tiene en cuenta el tiempo empleado. De entre todos los tiempos de los grupos que han tenido 0 fallos, se distribuye proporcionalmente la nota entre 0,5 y 1.5 puntos.

Eva María López, Miguel Angel Mariscal Saldaña y Susana García Herrero

- Es decir, 0 fallos y peor tiempo, equivale a 0,5 puntos, 0 fallos y mejor tiempo es 1,5 puntos y el resto proporcional entre dichos márgenes.

Otros datos importantes es que la persona que va a realizar la prueba es una del grupo elegida al azar en los momentos previos a la prueba. Así pues, todos tienen que haber participado en el diseño, pero además tienen que haber practicado.

Al ser taladradoras de papel, se dispone de 4 iguales que los grupos han podido llevar a casa para diseñar y practicar. En las figura 3 y 4 se muestran las taladradoras y como va encajado el papel.



Figura 3. Taladradoras para la práctica.

Evaluación de competencia transversales. Experiencia en evaluación del trabajo en equipo en proyectos de implantación de Poka-Yoke.



Figura 4. Ejemplo de colocación del papel.

En el momento de la prueba, se hace de cuatro en cuatro grupos al disponer de cuatro máquinas iguales.

No se repite la prueba.

Resultados de la práctica

Las experiencias se han realizado en la asignatura de Sistemas de Producción y Fabricación de dos grados distintos, Grado en Ingeniería Mecánica (70 alumnos) y Grado en Ingeniería de Organización Industrial (32 alumnos).

Se han hecho grupos de 4 o 5 miembros, en Mecánica 15 grupos y en Organización 7 grupos.

Al realizar la práctica, los fallos cometidos, tiempo empleado y puntuación obtenida se muestran en las Tablas 2 y 3 para los dos grados.

FALLOS	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIEMPO	-	-	-	7.42	5.31	4.45	3.56	3.53	3.5	3.23	3.11	2.41	2.2	1.51	1.31
NOTA	0	0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5

Tabla 2. Resultados en el Grado de Ingeniería Mecánica.

Eva María López, Miguel Angel Mariscal Saldaña y Susana García Herrero

FALLOS	2	1	0	0	0	0	0
TIEMPO	-	-	7.42	5.31	4.45	3.56	3.53
NOTA	0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1

Tabla 3. Resultados en el Grado de Ingeniería de Organización Industrial.

Como ejemplos de las soluciones aportadas se muestran en las siguientes figuras 5,6 y 7, algunos de los más representativos.

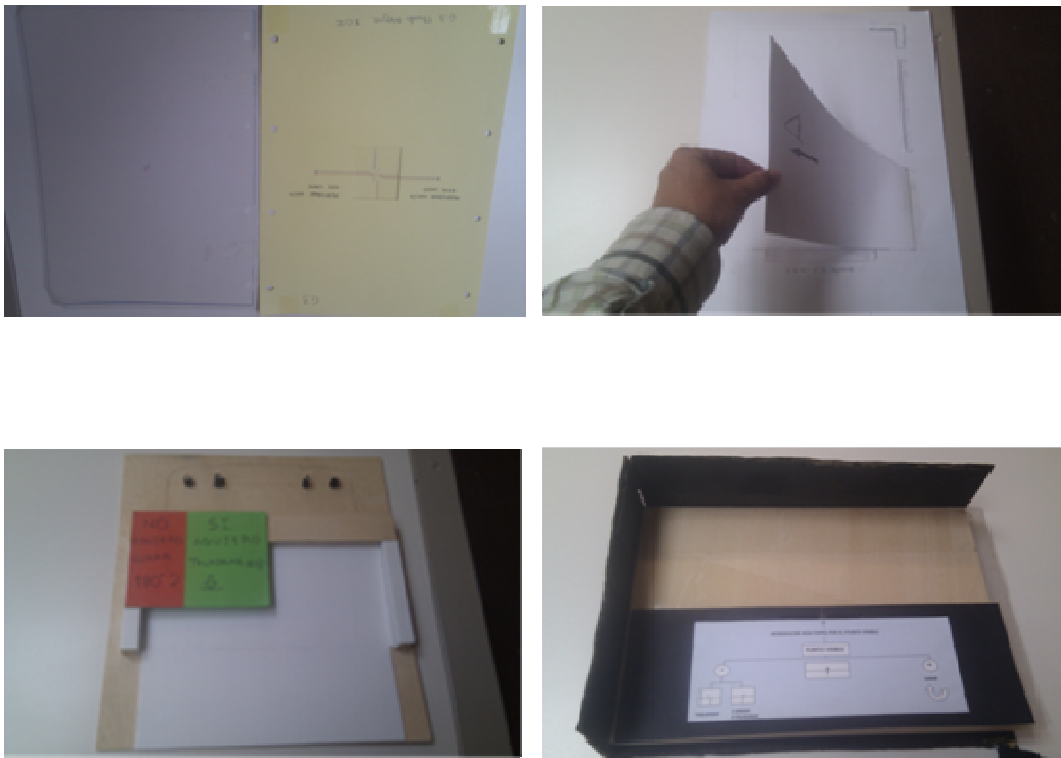


Figura 5. Ejemplos de Poka-Yokes.

Evaluación de competencia transversales. Experiencia en evaluación del trabajo en equipo en proyectos de implantación de Poka-Yoke.



Figura 6. Ejemplos de Poka-Yokes.

Eva María López, Miguel Angel Mariscal Saldaña y Susana García Herrero

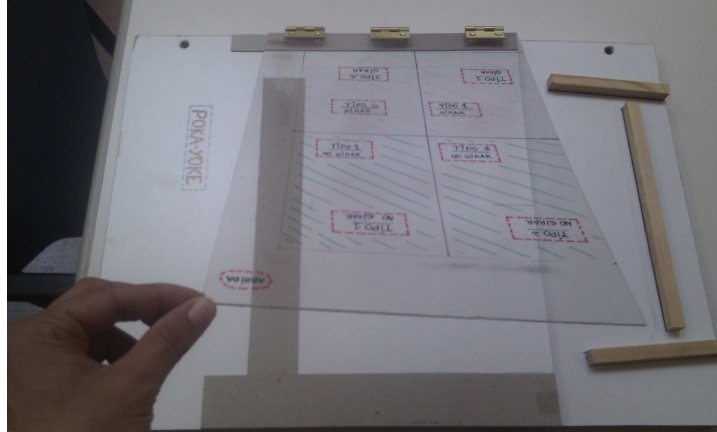


Figura 7. Ejemplos de Poka-Yokes.

Evaluación de competencia transversales. Experiencia en evaluación del trabajo en equipo en proyectos de implantación de Poka-Yoke.

Experiencias en la implantación.

La practica ha servido para evaluar las competencias planteadas, análisis, trabajo en equipo y resolución de problemas de forma efectiva.

Ha sido muy bien acogida entre los alumnos y ha motivado la competición al depender la nota de los tiempos relativos.

El coste económico de realización de la práctica es mínimo.

Como mejoras podemos plantear con la experiencia realizada los siguiente:

- La calidad de las hojas debe ser muy elevada. Al hacer solo 3 mm de diferencia entre los dos puntos, una baja precisión en las fotocopias puede provocar fallos.
- Con más tiempo, y para mejorar el proceso de aprendizaje, se puede plantear la realización de dos intentos separados en el tiempo, ya que algunos grupos no han detectado posibles problemas que podían sugerir, y eso ha provocado bajas calificaciones.

Referencias

Antoni Zabala y Laia Arnau. (2008). IDEA CLAVE 11. Evaluar competencias es evaluar procesos en la resolución de situaciones problema. En: 11 Ideas clave: como aprender y enseñar competencias. Ed. Graó, 4ª reimpresión 2008. Barcelona España. ISBN: 978-84-7827-500-7

Bowden J., Marton F. (2012). La universidad. Un espacio para el aprendizaje. Narcea. ISBN 978-84-277-1749-7

Brown S. y Pickford R. (2013). Evaluación de habilidades y competencias en educación superior. Narcea. ISBN 978-84-277-1897-5

<http://www.ubu.es/grado-en-ingenieria-de-organizacion-industrial/informacion-basica/guias-docentes>

<http://www.ubu.es/grado-en-ingenieria-mecanica/informacion-academica/guias-docentes>

<http://www.ubu.es/grado-en-ingenieria-electronica-industrial-y-automatica/informacion-basica/guias-docentes>

Villardón-Gallego L. (2015). Competencias genéricas en educación superior. Narcea. ISBN 978-84-277-2077-0

Yasuhiro Monden. (1987). El sistema de producción Toyota. Price Waterhouse. ISBN 84-404-0385-2

Metodología de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de Blended-Learning

M^a Angeles Carrasco Garcia^a, Demetrio Fuentes Ferrera^b y Emiliano Almansa Rodríguez^c

^a, ^b y ^c Escuela de Ingeniería Minera e Industrial. Universidad de Castilla La Mancha. Angeles.Carrasco@uclm.es; Demetrio.Fuentes@uclm.es; Emiliano.Almansa@uclm.es.

Abstract

Nowadays, the English language is a fundamental tool in the career development of the engineers. At the Escuela de Ingeniería de Almadén has been done an experience based in the use of the English language as vehicular language in some subjects of study. The experience was developed in Blended – Learning environment.

Keywords: *Blended – Learning; learning, languages, collaborative learning.*

Resumen

La lengua inglesa es hoy en día un herramienta fundamental para el desarrollo profesional de los ingenieros. En la Escuela de Ingeniería de Almadén se ha puesto en marcha un experiencia de aprendizaje empleando el idioma inglés como lengua vehicular en algunas asignaturas. La experiencia se ha desarrollado en un entorno Blended – Learning.

En este trabajo se presenta el desarrollo de la experiencia y los resultados obtenidos.

Palabras clave: *Blended – Learning; aprendizaje, idiomas, aprendizaje colaborativo.*

Introducción

Desde la publicación en el año 2001 del Marco común Europeo de Referencia para el Aprendizaje, Enseñanza y Evaluación de Lenguas, en inglés Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment (CEFR) éste ha tenido una repercusión notable en el sistema educativo universitario español (Europe, 2001)

Metodología de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de Blended-Learning

La Universidad de Castilla La Mancha (UCLM) mediante acuerdo de 23 de Junio de 2008, decidió incorporar una serie de competencias transversales propias de la UCLM en el diseño de todos los estudios de Grado. En su compromiso de fomentar la internacionalización de las enseñanzas, adecuar el diseño de las titulaciones a los retos que impone la sociedad actual y contribuir a la verificación y acreditación de las planes de estudio de la UCLM impulsó el dominio de una segunda lengua moderna en los títulos de Grado, en el nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas.

En la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén se ofertan las materias de Inglés Técnico, Inglés Técnico Minero, Gestión de Proyectos y Proyectos en la Ingeniería en lengua inglesa para los estudiantes de Ingeniería.

El nivel B1 supone que el estudiante debe perfeccionar las tareas de:

Comprender

- Comprender las ideas principales cuando el discurso es claro y normal y se tratan asuntos cotidianos que tienen lugar en el trabajo, en la escuela, durante el tiempo de ocio, etc. Comprendo la idea principal de muchos programas de radio o televisión que tratan temas actuales o asuntos de interés personal o profesional, cuando la articulación es relativamente lenta y clara.
- Comprender textos redactados en una lengua de uso habitual y cotidiano o relacionado con el trabajo. Comprendo la descripción de acontecimientos, sentimientos y deseos en cartas personales.

Hablar

- El estudiante debe saber desenvolverse en casi todas las situaciones que se le presentan cuando viaja donde se habla esa lengua. Puede participar espontáneamente en una conversación que trate temas cotidianos de interés personal o que sean pertinentes para la vida diaria (por ejemplo, familia, aficiones, trabajo, viajes y acontecimientos actuales).
- Saber enlazar frases de forma sencilla con el fin de describir experiencias y hechos, sueños, esperanzas y ambiciones.
- Poder explicar y justificar brevemente opiniones y proyectos. Saber narrar una historia o relato, la trama de un libro o película y puedo describir mis reacciones.

Escribir

- Ser capaz de escribir textos sencillos y bien enlazados sobre temas conocidos o de interés personal.
- Poder escribir cartas personales que describen experiencias e impresiones.

M^a Angeles Carrasco García, Demetrio Fuentes Ferrera, Emiliano Almansa Rodriguez

Desarrollo de la experiencia

Un grupo de profesores del área de Expresión Gráfica y Filología Moderna han desarrollado una metodología de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de Blended-Learning. El proyecto ha consistido en diseñar de manera conjunta unas tareas destinadas al aprendizaje de la lengua inglesa en un contexto de ingeniería.

Figura 1 Blended Learning



Uno de los mayores obstáculos para un aprendizaje efectivo de una segunda lengua, en nuestro caso la lengua inglesa, es la necesidad de un contacto real con la lengua que se aprende. La metodología del Blended-Learning facilita el aprendizaje de segundas lenguas, poniendo a disposición del estudiante herramientas que facilitan el contacto real con la lengua hablada. Las herramientas online permiten que los estudiantes dispongan de material actualizado, archivos de audio gratuitos que pueden descargar y escuchar donde ellos elijan, en casa, en el coche, mientras practican deporte... pueden elegir niveles distintos según su nivel de entendimiento y trabajar de forma autónoma fuera del horario de clase.

Las causas de esta situación tan negativa en el aprendizaje de segundas lenguas son las que hemos venido analizando últimamente en un intento común de mejorar la docencia. Todo el mundo admite la necesidad de aprender y estudiar idiomas, preferentemente inglés, pero los métodos y contenidos exigidos y seguidos por las diversas políticas educativas, reflejan una falta de claridad en cuanto a la metodología, contenidos y métodos de enseñanza a seguir.

El resultado se ve en la poca desenvolvura con la que se defienden nuestros estudiantes en situaciones reales de comunicación en otro idioma. Han sido muchos los años en los que la docencia no ha facilitado que los estudiantes adquirieran unas determinadas competencias lingüísticas en el aprendizaje de segundas lenguas, sino que nos hemos limitado a facilitarles conocimientos teóricos que sólo les servían para aprobar los exámenes finales. En la mayoría de los casos, los estudiantes tenían aprobada la asignatura pero no sabían desenvolverse en inglés en el mundo de la ingeniería ni sabían aplicar lo aprendido a la práctica por el exceso de contenidos teóricos mayormente escritos.

Metodología de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de Blended-Learning

Hace unos cuatro años, empezamos a plantearnos cambiar la forma de impartir nuestra docencia y mejorarla con el fin de que fuera más eficaz y efectiva. Empezamos por intentar especificar más detalladamente los objetivos de enseñanza-aprendizaje y diseñar instrumentos comunes para la planificación docente y la evaluación para asegurar a los estudiantes un aprendizaje eficaz que les sirviera para su futuro profesional y favoreciera su movilidad internacional en el mundo de la ingeniería. En las guías docentes se describe de forma exhaustiva qué hacen y cómo aprenden los estudiantes con el fin de usar la lengua inglesa para comunicarse y qué conocimientos y habilidades tienen que desarrollar para ser capaces de actuar con eficacia. A lo largo de un cuatrimestre medimos el progreso de actividades en cada etapa de su aprendizaje y, al final del curso, reflexionamos tras los resultados de la evaluación para centrar y coordinar los esfuerzos de estudiantes y profesores y garantizar que los objetivos planteados se corresponden con las necesidades reales de los estudiantes.

El grupo creado por profesores de Expresión Gráfica y Filología Moderna creó trabajo de manera interdisciplinar los siguientes contenidos para que los estudiantes adquirieran y mejoraran su competencia lingüística en lengua inglesa:

1. Escritura académica. (Elaboración de material didáctico que fue entregado a los estudiantes)
 - 1.1. Claves para la escritura de disertaciones sencillas, ensayos cortos, artículos académicos.
 - 1.2. Organización de párrafos y consideraciones de carácter gramatical.
 - 1.3. Escritura crítica, analítica y persuasiva.
 - 1.4. Cómo evitar el plagio y forma de citar correctamente.
 - 1.5. Presentación y discusión de resultados.
2. Destrezas auditivas. (Elaboración de material didáctico de entrega a los estudiantes)
 - 2.1. Método para entender mejor las conferencias y cómo tomar notas.
 - 2.2. Claves del estilo académico oral.
3. Destrezas de habla. (Elaboración de material didáctico de entrega a los estudiantes)
 - 3.1. Contribución a seminarios.
 - 3.2. Cómo hacer preguntas sobre un tema.
 - 3.3. Discusiones formales y enfatización de puntos de vista.
 - 3.4. Cómo dar una conferencia sencilla y hacer presentaciones orales.
4. Destrezas de lectura. (Elaboración de material didáctico de entrega a los estudiantes)
 - 4.1. Aportación de anotaciones gramaticales.
 - 4.2. Comprensión de textos científicos sencillos.
 - 4.3. Revisión bibliográfica y reseñas.

M^a Angeles Carrasco García, Demetrio Fuentes Ferrera, Emiliano Almansa Rodriguez

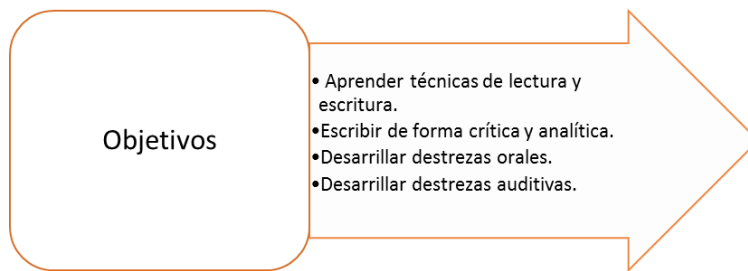
4.4. Vocabulario científico y uso de diccionarios monolingües con sinónimos.

El grupo compartió un espacio virtual común para alumnos y profesores, (Moron-Garcia, 2002) afirma que los entornos virtuales de aprendizaje ayudan a que los estudiantes desarrollen habilidades críticas que, a la vez, permiten un aprendizaje centrado en el estudiante y no tanto en el profesor. (Francis & Shannon, 2013) destacan las ventajas de entornos de Blended-Learning al mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes y al implicarse éstos de una manera activa y no pasiva. También facilitan el desarrollo de proyectos multidisciplinarios como el nuestro.

Los objetivos fundamentales eran que los estudiantes desarrollasen competencias básicas y transversales que les permitieran:

- Ser capaces de aprender técnicas para la escritura y lectura en lengua inglesa de artículos académicos y trabajos relacionados con la Ingeniería.
- Ser capaces de escribir en lengua inglesa de forma crítica y analítica evitando el plagio y aprendiendo a citar correctamente.
- Ser capaces de desarrollar destrezas orales que les permitan expresarse con corrección en el mundo de la ingeniería y su campo profesional.
- Ser capaces de desarrollar destrezas auditivas que les permitieran entender mejor a hablantes nativos de lengua inglesa.

Figura 2 Objetivos



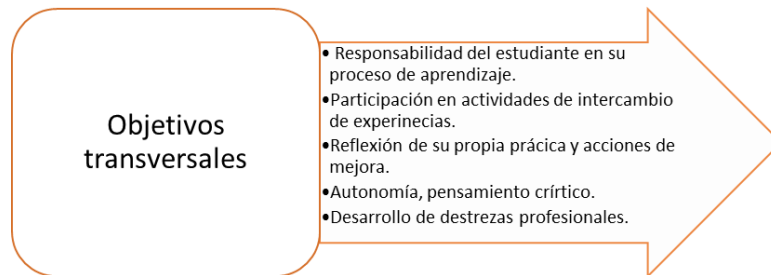
También pretendimos lograr que los estudiantes en el futuro:

- Se conviertan en responsables de su propio aprendizaje, asumiendo un papel más activo en la construcción del conocimiento.
- Participen en actividades que les permitan intercambiar experiencias y opiniones con sus compañeros.

Metodología de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de Blended-Learning

- Reflexionen sobre su propia práctica e identifiquen acciones de mejora.
- Desarrollen la autonomía, el pensamiento crítico, actitudes colaborativas, destrezas profesionales y capacidad de autoevaluación.

Figura 3 Objetivos transversales.



La comisión de acreditación de Ingeniería de Estados Unidos (Comission, 2015) exige como requisito para sus graduados habilidades consideradas por la comisión como imprescindibles: habilidades para trabajar en equipos multidisciplinares y habilidades para comunicarse eficazmente. (Knobbs & Grayson, 2012) especifican además la importancia y necesidad de desarrollar destrezas fuera del ámbito técnico para lograr el éxito en el mercado laboral.

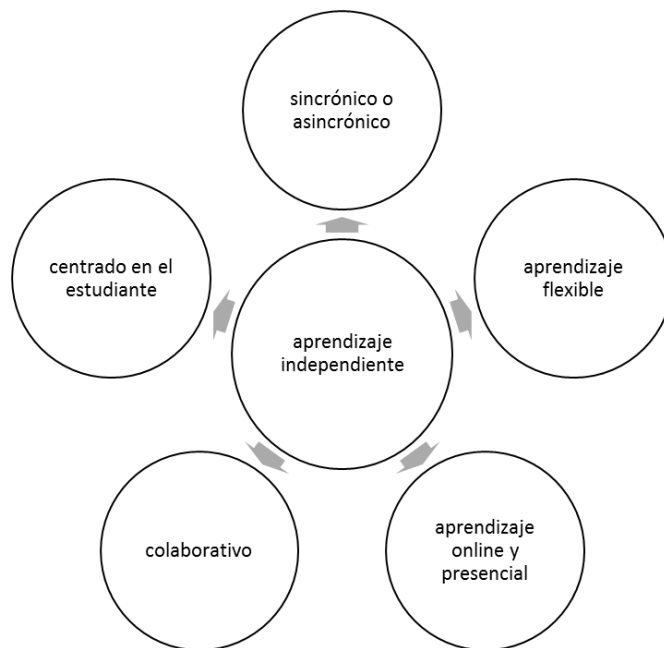
El grupo interdisciplinar también elaboró un portafolio conteniendo datos de los alumnos (Quynh, 2012; Stefani, 2007), conteniendo datos del proceso con presentaciones realizadas por los alumnos y la evaluación realizada por los profesores. Cuando hablamos de evaluación, nos referimos a evaluación formativa y no sólo a la evaluación sumativa. (Barberá, 2003; Blanco, 2009; Gibbs, 2003; López Pastor, 2009; Pérez Pueyo, 2009) .

El acceso a los recursos y materiales ha sido infinito, los estudiantes disponían de toda una gama de recursos, en los más variados formatos: desde textos, hipertextos, enlaces, gráficos, audios, vídeos, actividades de simulación, etc. hasta los procesos de interacción tanto con los compañeros como con el profesor, contribuyendo de esta manera a un continuo feedback profesor-estudiante. La comunicación tiene lugar de forma síncrona, en las horas de clase presenciales (face-to-face classroom) o asíncrona, fuera del horario lectivo utilizando las herramientas propuestas (Plataforma virtual Moodle, e-mail, foros de discusión, weblogs, donde participan los estudiantes dejando sus comentarios, wikis que pueden ser editadas tanto por el profesor como por los estudiantes, promoviendo la creatividad y motivación académica al ser los estudiantes los verdaderos protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje...)

M^a Angeles Carrasco García, Demetrio Fuentes Ferrera, Emiliano Almansa Rodriguez

Aprendizaje independiente: el grupo interdisciplinar valoró de forma extraordinaria el aprendizaje independiente de los alumnos ya que lo que se hizo fue poner a su disposición las herramientas necesarias para alcanzar las destrezas y objetivos descritos previamente.

Figura 4 Aprendizaje independiente



Caso Práctico:

En las materias de Inglés Técnico Minero, Gestión de Proyectos y Proyectos en Ingeniería se trabajan las competencias anteriormente descritas y se llevan a cabo numerosas actividades de aprendizaje, que se trabajan a través de la plataforma Moodle, y también de forma presencial, por ejemplo una de las tareas propuestas en el curso 2014-15, consistía en leer un tema relacionado con la ingeniería en el que se explicaba un método a seguir con cinco pasos:

Engineers use a method: Generally, engineers solve problems in a methodical way. Engineers:

1 - Define the problem, 2- Design a solution, 3- Test the solution, 4- Evaluate the solution. If the solution is not right, the process is repeated. When a good solution is found, the next step is to: 5- Communicate the solution.

Metodología de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de Blended-Learning

En grupos de 2 ó 3 personas debían elegir un problema y resolverlo aplicando los 5 pasos descritos. En este caso los problemas son:

- *You want to go away for a weekend with your friends but your parents want you to study.*
- *You want to buy a CD player but you haven't got any money.*

A través de la plataforma, los estudiantes enviaron el problema que fue corregido y reenviado a los estudiantes de nuevo para corregir el problema y enviar una nueva versión corregida y mejorada que es la que finalmente se califica. Mediante este feedback conseguimos que el estudiante mejore y a la vez, que obtenga mejores resultados porque no se lo juega todo a una carta en una prueba final donde el resultado es aprobado o suspenso sin posibilidad de mejora ni retroalimentación.

Ejemplo:

El título de la clase: “Engineering – what’s all about?”

Distribución temporal:

1. *Introducción: 10 minutos*
2. *Desarrollo: 25 minutos*
3. *Cierre: 15 minutos*

- **Introducción:** Los alumnos deben explicar en un minuto lo que es la ingeniería para ellos y en qué campo les gustaría trabajar. Tienen unos minutos de preparación donde pueden utilizar todo tipo de herramientas.

- **Desarrollo:** comenzamos a trabajar la unidad sobre Ingeniería y sus ramas y ya pueden trabajar con toda la documentación, que en esta clase es:

- *El primer tema de del libro “Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering” Autores Eric H. Glendining y Norman Glendining. Oxford University Press 1995.*
- *Diccionarios online*
- *Material proporcionado por los profesores*

El tópico a tratar es la ingeniería en su conjunto y también disponen de 35 minutos para trabajar en grupo. La clase Engineering – What’s all about? se subdivide en 6 apartados:

A – **Tuning-in:** aquí ponemos en común lo que cada uno sabe del tema.

B – **Reading:** es una introducción escrita del tema, aquí los estudiantes buscan en el diccionario las palabras que desconocen. Se da documentación sobre cómo mejorar las técnicas de lectura en inglés.

M^a Angeles Carrasco García, Demetrio Fuentes Ferrera, Emiliano Almansa Rodriguez

Es importante destacar aquí que los alumnos ya no usan el diccionario en papel. Todos llevan su ordenador portátil donde tienen instalados 2 diccionarios. Uno monolingüe “Longman Active Study Dictionary” (Longman 2000) y otro bilingüe “Diccionario Español-Inglés, English-Spanish” (Grijalbo 1992). Primero buscan la palabra y su definición sólo en inglés y si no entienden la definición entonces la buscan en la edición bilingüe. También aprenden cómo se pronuncia dicha palabra tanto en su versión en inglés británico como en inglés americano. Todo esto se hace a través de la plataforma Moodle. También pueden acceder a diccionarios online como Word Reference (<http://www.wordreference.com/es/>) donde disponen de definiciones, sinónimos, antónimos y ejemplos de términos relacionados.

C – Language study: en este apartado se introduce un contenido gramatical, en este caso “deal / is concerned with” y cómo redactar textos técnicos.

Como los grupos no son numerosos las clases se establecen en el laboratorio de idiomas. Ellos reciben archivos con ejercicios y la explicación gramatical de este punto. Se hace a través del apartado “tareas” de Moodle. Ellos, en casa, deben trabajar este punto y enviarlo como estudio individual y trabajo personal, una vez corregido se les reenvía de nuevo con las correcciones hechas. Aportando todo el feedback necesario profesor-estudiante.

D – Word study: se estudia “Word stress” y se practica la pronunciación de algunas palabras que han aparecido en el texto escrito.

E – Writing: en unos 10 minutos tienen que resumir lo que han aprendido y ponerlo en común con sus compañeros, todos hablan y todos participan. Yo también hago un resumen general al final de todo.

F – Listening: En cada unidad siempre hay un “listening”, éste es un apartado obligatorio, se deben familiarizar con la lengua inglesa. En este caso escuchan extractos breves y los estudiantes deben averiguar a qué rama de la Ingeniería pertenece la persona que habla.

En la plataforma Moodle están todos los archivos de audio que los estudiantes pueden descargar y oírlos tantas veces como quieran.

En la clase se hace uso del vídeo-proyector, ordenador, reproductor de CD y cualquier otro medio que necesitemos.

- **Cierre:** en esta última parte de la clase siempre se propone un juego de rol. Son “Communication Games” compuestos de material fotocopiado donde se repasa lo aprendido y donde se vuelven a utilizar los conocimientos previos.

Para una clase cualquiera seleccionamos, por ejemplo “A company profile” Describing a company and its history.

Metodología de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de Blended-Learning

La actividad consiste en crear una “historia de grupo” y el objetivo principal es describir en inglés una compañía y la historia de la misma.

El léxico a practicar está relacionado en este caso con las actividades de negocio de unas determinadas compañías. Los puntos gramaticales que se estudiarán: el presente simple, el presente continuo, pasado simple, presente perfecto y el futuro.

A los estudiantes se les da una hoja con el vocabulario (nuevas palabras para aprender) y otra hoja con dibujos. La idea es usar los dibujos y crear el perfil de una compañía ficticia. Uno de los estudiantes se encarga de tomar notas del perfil de la compañía. Otro de ellos comienza y debe asociar el dibujo con la compañía, el estudiante sentado a su izquierda debe continuar con un nuevo dibujo aportando nuevos datos sobre la compañía pero sin contradecir lo que ya han dicho sus compañeros y así sucesivamente. Si hablamos de la compañía en presente, las imágenes se ponen a la derecha y si hablamos en pasado, a la izquierda. Así poco a poco se va construyendo el perfil de la compañía con las aportaciones de los alumnos. Una vez finalizado el juego el estudiante que tomó notas las lee en voz alta para finalizar la clase. Aquí en este apartado hemos resumido lo estudiado en esta unidad.

Evaluación:

(García-Valcárcel Muñoz-Repiso, 2001) nos habla de 2 tipos de evaluación: *“La evaluación formativa, cuyos resultados se utilizan con fines de retroinformación. Y la evaluación sumativa, cuyos resultados se utilizan para calificar a los estudiantes al acabar una unidad o programa”*

En Inglés Técnico, Gestión de Proyectos y Proyectos en la Ingeniería se evalúa de forma continua al emplear la metodología del “Blended-Learning”. (Zabalza, 2007) distingue entre *“una evaluación de seguimiento del aprendizaje de nuestros alumnos y la evaluación de control que servirá de base a la calificación como proceso de acreditación de rendimiento”*

Por otro lado, en las asignaturas de Proyectos en Ingeniería y Gestión de Proyectos tienen un tratamiento más tradicional, estructurándolas de una forma más convencional en lo que a las actividades del alumno se refiere.

La primera de ellas es una asignatura obligatoria dentro de la titulación, frente a la segunda que tiene un carácter optativo.

Otra característica del desarrollo de estas materias, es que por su impartición en inglés, el número de estudiantes de intercambio Erasmus que participan es muy superior al resto de las asignaturas de la titulación. Esta circunstancia favorece aún más la integración en un

M^a Angeles Carrasco García, Demetrio Fuentes Ferrera, Emiliano Almansa Rodriguez

entorno bilingüe ante la necesidad de comunicarse con los estudiantes de otros países que no tienen como lengua materna el español. Se convierte así el inglés en una herramienta de comunicación fundamental y ayuda a que los estudiantes españoles entiendan la importancia de esta para su futura actividad profesional.

Desde que se accede a la asignatura en la plataforma virtual Moodle, el estudiante se encuentra con todo el entorno de trabajo en inglés, salvo aquellas partes en las que la propia plataforma incluye en español.

Figura 5 Campus Virtual de la asignatura

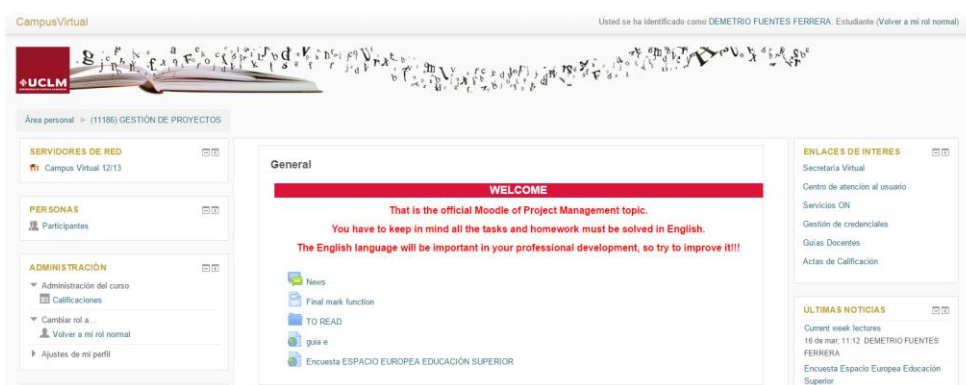
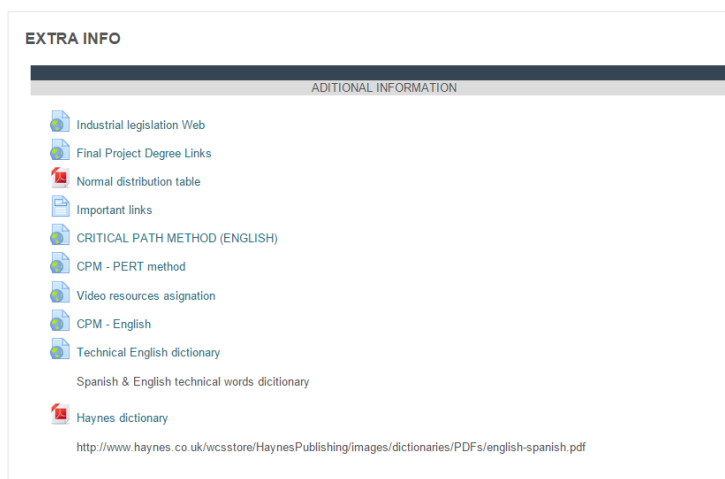


Figura 6 Campus Virtual de la asignatura – Extra Info



Se estructura la asignatura apoyando el aprendizaje en la plataforma Moodle y requiriendo por parte del alumno de una intervención activa en el proceso. Esto queda claro en la propia fórmula que define la calificación final del estudiante:

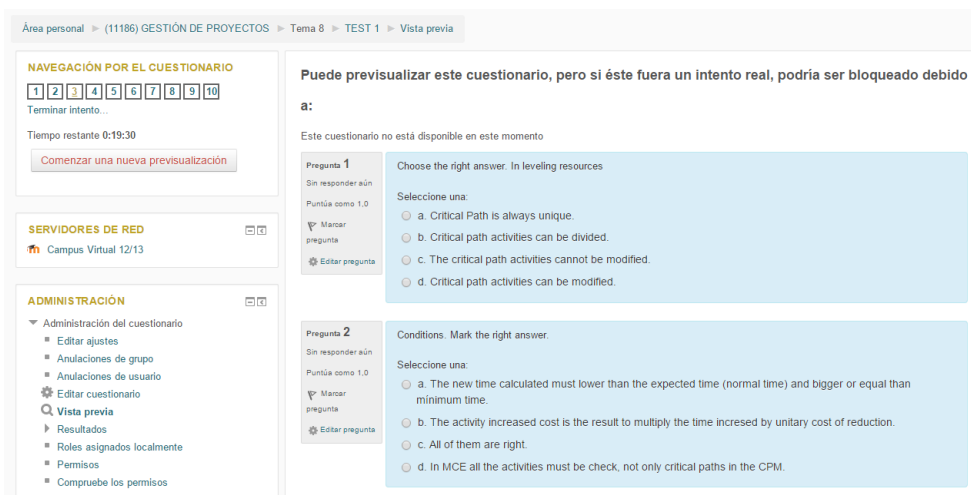
Metodología de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de Blended-Learning

$$\text{Calificación} = (0,3 \times \text{Exposición oral}) + (0,2 \times \text{Test online}) + (0,4 \times \text{Tareas}) + (0,1 \times \text{conferencias})$$

La exposición oral hace referencia a la exposición ante el gran grupo y en inglés, durante un tiempo mínimo de 15 minutos y máximo de 30, de un tema relacionado con la asignatura y elegido al azar. La exposición se realiza por parejas y no solo se valora la propia exposición sino también la participación de los alumnos. Se requiere así la interactividad entre los que exponen y escuchan, en entorno de aprendizaje colaborativo en inglés.

El test online, es también en inglés, con las limitaciones de la plataforma en sus textos propios que vienen en español. Se construye una base de datos de preguntas, importada en GIFT, y se prepara el test de modo que selecciona de forma aleatoria 10 de ellas y a su vez baraja las respuestas en cada una de las cuestiones. Se garantiza así que cada estudiante tenga un test diferente. Durante el desarrollo de la prueba, se puede hacer uso de diccionarios online.

Figura 7 Campus Virtual de la asignatura – test online



El siguiente componente de la calificación son las tareas. Constituidas principalmente por problemas que deben ser resueltos y subidos a Moodle para su corrección. Se exige que la explicación de la resolución sea escrita en inglés. En el caso de que se envíe en castellano, el ejercicio es devuelto para su traducción.

El último componente de la calificación es la asistencia a las conferencias técnicas y elaboración del informe. Este último, es individual y escrito en inglés.

Sin embargo, con el fin de que el estudiante refuerce todo el aprendizaje en un entorno de idioma inglés no solo los textos, ejercicios y actividades se encuentran en este idioma sino

M^a Angeles Carrasco García, Demetrio Fuentes Ferrera, Emiliano Almansa Rodriguez

que además se ofrecen enlaces a videos explicativos relacionados con los temas que se tratan que se encuentran en inglés.

Figura 8 Campus Virtual de la asignatura – enlaces a videos



Figura 9 Ejemplo de video



En cuanto a los resultados académicos, con independencia de la mayor o menor complejidad que pueda presentar la materia, la evaluación continuada basada en la entrega de actividades, trabajo online y colaborativo lleva al resultado de que el estudiante que decide seguir la asignatura la supera con facilidad. Esto repercute en un importante índice de aprobados.

Por el contrario, en el caso de que el estudiante se implique en el proceso de aprendizaje, es difícil su aprobado a través de la evaluación continua y es habitual que aparezca como no presentado.

Metodología de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de Blended-Learning

Referencias

- Barberá, E. (2003). *Estado y Tendencias de la Evaluación en Educación Superior*. Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria, 3(2).
- Blanco, A. (2009). *Desarrollo y Evaluación de Competencias en Educación Superior*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- Comission, E. A. (2015). *Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2015 – 2016* | ABET.
- Europe, C. O. (2001). *COMMON EUROPEAN FRAMEWORK OF REFERENCE FOR LANGUAGES: LEARNING, TEACHING, ASSESSMENT*. 2015, from http://www.coe.int/t/dg4/linguistic/Source/Framework_EN.pdf
- Francis, R., & Shannon, S. J. (2013). *Engaging with blended learning to improve students' learning outcomes*. European Journal of Engineering Education, 38(4), 359-369. doi: 10.1080/03043797.2013.766679
- García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. C. (2001). *Didáctica Universitaria*. Madrid: La Muralla, S.A.
- Gibbs, G. (2003). *Uso Estratégico de la Evaluación en el Aprendizaje*, en Brown, S y Glasner, A (ED.). *Evaluar en la Universidad. Problemas y Nuevos Enfoques* (PP 61-75). Madrid: Narcea.
- Knobbs, C. G., & Grayson, D. J. (2012). *An approach to developing independent learning and non-technical skills amongst final year mining engineering students*. European Journal of Engineering Education, 37(3), 307-320. doi: 10.1080/03043797.2012.684673
- López Pastor, V. (2009). *Evaluación Formativa y Compartida en Educación Superior*. Madrid: Narcea, SA Ediciones.
- Moron-García, S. (2002). *Using virtual learning environments: lecturers' conceptions of teaching and the move to student-centred learning*. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Computers in Education, USA.
- Pérez Pueyo, A., Julián Clemente, J.A. y López Pastor, V. (2009). *Evaluación Formativa y Compartida en el Espacio Europeo de Educación Superior*, En: López Pastor, V. (Coord) *Evaluación Formativa y Compartida en Educación Superior* (pp. 19-45). Madrid: Narcea, SA Ediciones.
- Quynh, L. (2012). *E-Portfolio for enhancing graduate research supervision*. Quality Assurance in Education, 20(1), 54-65. doi: 10.1108/09684881211198248
- Stefani, L., Mason R. and Pegler, C. (2007). *The Educational Potential of e-Portfolios*. New York: Routledge.
- Zabalza, M. A. (2007). *Competencias Docentes del Profesorado Universitario*. Calidad y Desarrollo Profesional. Madrid: Narcea, S.A.

Desarrollo de competencias genéricas y estratégicas mediante plataforma Wiki en grados de ingeniería industrial.

Luis Celorrio Barragué^a, Armando Lopes Ramalho^b y Marcelo Rudolfo Calvete Gaspar^c

^aDepartamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de La Rioja, luis.celorrio@unirioja.es, ^bInstituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal, aramalho@ipcb.pt, ^cInstituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal, calvete@ipcb.pt

Abstract

This paper describes the collaborative learning task carried out in the framework of a Strength of Materials course in an undergraduate course of Industrial Engineering using a "Wiki" platform as a support tool. Stages of the teaching/learning process are described. These are: organization of the wiki to host the work of the student groups, assessments performed using rubrics and the results obtained. The wiki platform provides interesting statistics to evaluate cooperation between students and time variation of student effort. Opinion expressed by students and the benefits provided by this teaching experience is finally analyzed.

Keywords: Wikis, cooperative learning, transversal competences, group working, rubrics.

Resumen

Este trabajo describe la tarea de aprendizaje colaborativo realizada en el marco de la asignatura Resistencia de Materiales de varios grados universitarios de Ingeniería Industrial utilizando una "Wiki" como herramienta de apoyo. Se describen las etapas del proceso de enseñanza – aprendizaje, la organización de la wiki para acoger los trabajos de los grupos, las evaluaciones a realizar y los resultados obtenidos. Se describen las estadísticas proporcionadas por la plataforma Wiki que son de interés para valorar la cooperación entre los estudiantes y la evolución temporal del esfuerzo de los alumnos. Finalmente se recogen las opiniones manifestadas por los alumnos y los beneficios aportados por esta experiencia docente.

Palabras clave: Wikis, aprendizaje cooperativo, trabajo en grupo, rúbricas.

Desarrollo de competencias genéricas y estratégicas mediante plataforma Wiki en los grados de ingeniería industrial

Introducción

Este artículo describe el desarrollo de competencias genéricas y estratégicas realizado por los alumnos de los tres grados de Ingeniería Industrial existentes en la Universidad de La Rioja en la asignatura de Resistencia de Materiales. Las nuevas directrices derivadas del Espacio Europeo de Educación Superior ordenan que el enfoque predominante a la hora de diseñar, planificar y evaluar las asignaturas sea un enfoque basado en competencias. No solo hay que considerar las competencias específicas de cada asignatura o titulación, sino también competencias genéricas y las competencias estratégicas que cada universidad quiera establecer.

Las competencias genéricas más demandadas en el panorama laboral actual son las competencias interpersonales. El conjunto de estas competencias es popularmente conocido como “trabajo en equipo” y se compone de la capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar y la capacidad para comunicarse en otras lenguas. Estas competencias se pueden desarrollar mediante la realización de trabajos colaborativos en los que grupos de estudiantes trabajan en un proyecto común o en proyectos diferentes.

El desarrollo actual de las Tecnologías de Comunicación y Comunicación (TICs) ha permitido la existencia de herramientas muy potentes para el trabajo colaborativo, no solo en el ámbito docente sino también en el ámbito empresarial. Las redes sociales y las aplicaciones para móviles de mensajería instantánea permiten una coordinación efectiva entre los miembros de los grupos de trabajo. Es necesario que nuestros alumnos apliquen estas herramientas TICs en sus prácticas de aprendizaje.

El trabajo a realizar por cada grupo consiste en la descripción de una obra emblemática o singular de ingeniería o de arquitectura. Son obras que han despertado el interés del gran público y son conocidas internacionalmente por varias causas: por su interés histórico, turístico, por sus grandes dimensiones, por ser emblemas de una población, por haberse convertido en monumentos de reconocimiento internacional, por poner en práctica las técnicas constructivas más innovadoras y, en algunos casos, por ser obras mal diseñadas y son recordadas por su colapso o por los trabajos de rehabilitación que precisaron. Estas obras han recibido una atención especial por parte de los medios de comunicación generalistas y de los productores de contenidos audiovisuales. Podemos citar varias series de televisión muy conocidas que ayudan a conocer su proceso constructivo y sus interioridades: Megaestructuras, Megaconstrucciones, Ingeniería Extrema, etc., que siempre que se reponen tienen gran aceptación de la audiencia y es seguro que han influido en la elección de la carrera de más de un estudiante de ingeniería.

Luis Celorrio Barragué, Armando L. Ramalho, Marcelo Calvete Gaspar

Tomando como punto de inicio el visionado de estos reportajes, se propone a los alumnos de la asignatura de Resistencia de Materiales de 2º curso de los grados de Ingeniería Industrial la realización de un trabajo colaborativo sobre obras singulares de ingeniería y arquitectura. Se trata de que las describan con mayor profundidad que en el reportaje televisivo, destacando los principales aspectos de interés para el ingeniero de la rama industrial como, por ejemplo: tipología constructiva, nuevos materiales empleados, innovaciones en el área de la tecnología de la construcción, instalaciones, mantenimiento, monitorización, etc.

Para la realización del trabajo los estudiantes utilizan la mejor herramienta que proporcionan las TICs para el aprendizaje colaborativo: la wiki. En el siguiente apartado se describe esta tecnología.

Las Wikis

Una wiki es una aplicación informática residente en un servidor web y a la que se puede acceder desde cualquier ordenador conectado a Internet. Desde el punto de vista del usuario, la wiki es como una página de Internet más, pero con la ventaja de que permite compartir información. Las wikis junto con los blogs, las redes sociales y un gran número de aplicaciones forman lo que se ha llamado la Web 2.0, caracterizada porque ya no es un solo usuario el que comparte la información sino que toda la comunidad puede realizar aportaciones. El trabajo en una wiki es muy sencillo: el usuario solo tiene que registrarse, darse de alta e inmediatamente puede empezar a trabajar. Todos los usuarios registrados tienen la posibilidad de editar páginas y modificar el contenido existente o proveer nuevas páginas (Leuf y Cunningham, 2001). Generalmente hay uno o varios administradores encargados del correcto funcionamiento de la wiki y de asignar los permisos a otros usuarios. Lo más conveniente es que sea el profesor de la asignatura el que realiza esta labor. Sin embargo, el dar permisos de administrador a varios alumnos (por ejemplo a los representantes de cada grupo) puede liberar al profesor de varias tareas y permitir que los alumnos conozcan todas las posibilidades de la wiki. Además, estos alumnos administradores, al estar en un nivel jerárquico superior al resto de miembros se sienten más responsables y líderes y están más motivados para ejercer sus funciones y pueden transmitir esta motivación al resto del grupo.

Las wikis son una de las mejores herramientas para el aprendizaje colaborativo y el trabajo en equipo. Posibilitan que los estudiantes se relacionen, compartan y contrasten sus ideas y opiniones sobre una diversidad de temas, la realización de un proyecto común, el consenso en la obtención de la solución para un problema dado. (Moral y Villalustre, 2007, 2008).

Desde la perspectiva del profesor las wikis también tienen grandes ventajas. Las wikis permiten la visibilidad de todo el proceso educativo, facilitan la comunicación directa entre el profesor y los estudiantes permitiendo orientar los trabajos hacia los objetivos fijados. El

Desarrollo de competencias genéricas y estratégicas mediante plataforma Wiki en los grados de ingeniería industrial

docente puede valorar las participaciones y aportaciones individuales realizadas por cada estudiante al trabajo del equipo puesto que en la wiki queda constancia de las aportaciones realizadas y de los autores de las mismas. Por tanto es posible realizar una evaluación continua del trabajo, con periodicidad semanal, quincenal, etc. (Adell, 2007)

Las wikis son una herramienta ideal para la evaluación entre pares o entre grupos cuando el trabajo está finalizado. Así, por ejemplo, un grupo de trabajo puede evaluar el trabajo realizado por otro grupo aplicando una rúbrica específica para la evaluación entre pares.

En la práctica real los estudiantes utilizan otras herramientas TICs para soportar los materiales de cualquier trabajo que hagan y para comunicarse entre los miembros del grupo y compartir la información. Es habitual que los miembros del grupo creen un grupo de usuarios en aplicaciones de mensajería instantánea como Whatsapp, o en alguna red social como Facebook, para facilitar la comunicación y acordar reuniones de trabajo. Otro elemento fundamental es el uso de una carpeta compartida en un servicio de alojamiento de archivos en la nube como Dropbox o Google Drive. En esta carpeta se almacenan los ficheros de consulta para el trabajo y los borradores del texto que formará el trabajo final. De esta forma, los alumnos trabajan de forma más cómoda ya que no están constantemente expuestos a los ojos del profesor y/o del resto de compañeros de otros grupos. Sin embargo, esta manera de trabajar tiene el inconveniente de que el profesor no puede realizar un seguimiento en el tiempo del progreso de la tarea, a no ser que existan evaluaciones intermedias del trabajo en la wiki. El uso del correo electrónico también es fundamental, pero ha sido sustituido por otros medios más directos como la mensajería instantánea. En algunas ocasiones se utiliza la utilidad de mensaje interno existente en la wiki. La figura 1 presenta la página de inicio de la wiki que describe este artículo.



Figura 1 Wiki Obras Singulares

Luis Celorrio Barragué, Armando L. Ramalho, Marcelo Calvete Gaspar

Objetivos planteados.

El trabajo colaborativo desarrollado por los estudiantes se realiza en el marco de la asignatura Resistencia de Materiales en los Grados de Ingeniería Industrial (Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática) en la Universidad de La Rioja. La asignatura Resistencia de Materiales forma parte del módulo de formación obligatoria común a la rama industrial y se imparte en el segundo cuatrimestre del segundo curso de los 3 grados de Ingeniería Industrial. El equipo docente está formado por un profesor que además es el responsable de la asignatura.

La asignatura de Resistencia de Materiales tiene una carga lectiva de 6 créditos ECTS, que equivalen a 60 horas lectivas y a 90 horas de estudio y trabajo del alumno. Para el trabajo colaborativo en la wiki se emplearán 2 horas de explicaciones y trabajo en aula y unas 10 horas de las 90 horas asignadas de trabajo fuera del aula. Puesto que los grupos de trabajo colaborativo están formados por 5 o 6 alumnos, cada grupo dedicará de 50 a 60 horas de trabajo personal a cada trabajo.

Las 60 horas de clase se distribuyen del siguiente modo, 40 horas en grupos grande dedicados a la teoría y a la resolución de problemas y 20 horas en grupos reducidos, de las cuales 16 horas son para la resolución de ejercicios y problemas en aula convencional y 4 horas son para la realización de prácticas con el software educativo MdSolids (Philpot, 2014) y las páginas interactivas MecMovies (Philpot, 2011).

Los criterios fijados en la guía docente para la evaluación de la asignatura son 60 % corresponde a la nota la prueba final escrita, 20% se asigna a la nota del trabajo colaborativo descrito en este artículo y el 20% restante a la evaluación de los trabajos individuales de las prácticas.

Los objetivos del trabajo colaborativo realizado en la wiki son:

- ✓ Mejorar las competencias generales de los alumnos, especialmente las siguientes:
 - Mejorar la competencia de búsqueda y tratamiento de la información. Para adquirir esta competencia es preciso conocer técnicas de búsqueda avanzada: búsqueda en dominios de interés, utilización de términos adecuados para la búsqueda, búsqueda en varios idiomas, etc.
 - Desarrollar las habilidades interpersonales, que se concreta en dos competencias: capacidad para trabajar en un equipo interdisciplinar y capacidad para comunicarse en otras lenguas.
 - Mejora de la competencia digital. Aunque los alumnos de ingeniería conocen las TICs es preciso potenciar un uso eficiente de las mismas.

Desarrollo de competencias genéricas y estratégicas mediante plataforma Wiki en los grados de ingeniería industrial

- ✓ Adquisición de competencias específicas:
 - Describir aplicaciones prácticas en el campo de la Ingeniería Estructural y la Construcción de los conocimientos teóricos de la asignatura Resistencia de Materiales.
 - Describir los principales avances que se han producido en los campos de la Ingeniería Estructural y de la Tecnología Constructiva.
 - Realizar un glosario de términos utilizados en Ingeniería Estructural y Construcción.
- ✓ Potenciar competencias estratégicas de la Universidad: Esta experiencia de aprendizaje colaborativo tiene varias características comunes con la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) que desarrollarán los alumnos que continúen con estudios de postgrado en la propia Universidad de La Rioja.
- ✓ Ganar experiencia docente en las metodologías de aprendizaje colaborativo mediante el uso de las TICs, especialmente, mediante el uso de wikis.
- ✓ Divulgar los trabajos realizados entre todos los estudiantes de la asignatura y, en un futuro al público en general.

Etapas del proceso de aprendizaje colaborativo.

Describimos en esta sección las etapas del proceso de aprendizaje colaborativo propuesto. Después de describir los objetivos y la metodología a emplear es preciso decidir que plataforma wiki utilizar como soporte del aprendizaje. La plataforma elegida es Wikispaces. Aunque la versión educativa gratuita basada en código privativo no ofrece todas las posibilidades que proporcionan las wikis basadas en código abierto, su manejo es muy sencillo y no se requieren conocimientos de programación, ni el mantenimiento de un servidor propio que aloje la wiki. Wikispaces ofrece en la versión gratuita para propósitos educativos un espacio máximo de 50 Gb y un número ilimitado de usuarios. Ofrece más funcionalidades que la herramienta wiki disponible en el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) oficial de la universidad: permite dejar la wiki en abierto con el fin de que sea de acceso general en cuanto a lectura y no le afectan los cambios anuales que se producen en la páginas de las asignaturas y que son ajenos a la voluntad del profesor. Existe una amplísima variedad de aplicaciones y experiencias docentes realizadas con Wikispaces. Es de muy fácil manejo. Los alumnos tienen disponibles manuales (Palomo et al, 2015), video tutoriales en Youtube, wikis reales en Internet.

Luis Celorrio Barragué, Armando L. Ramalho, Marcelo Calvete Gaspar

1. Formación de los grupos.

Los grupos se forman en las dos primeras semanas del cuatrimestre. El número de miembros que tiene que ser de 5 o 6. Cada grupo, a través de su representante informa al profesor sobre los componentes de su grupo y propone varias obras posibles sobre las que va a realizar el trabajo. Finalmente, como suele haber coincidencias en las preferencias de los grupos, el profesor asigna la obra definitiva entre las propuestas por el grupo. Este hecho hace que aumente la motivación del grupo, ya que el tema del trabajo no es fruto de una imposición, sino de un consenso. Se forman un total de 33 grupos.

En la wiki se crea un “Proyecto” de Wikispaces para cada grupo de trabajo con el nombre de la obra sobre la que van a hacer el trabajo. Estos proyectos tienen la característica de que solo los miembros de cada grupo de trabajo asignados a cada proyecto pueden trabajar en ese proyecto y no tienen acceso a los proyectos de los otros grupos. Para la realización del glosario común se crea un proyecto específico al que pertenecen todos los miembros de la wiki. En la tercera semana del cuatrimestre, ya están formados los grupos y se pueden poner a trabajar.

2. Material de Orientación y Modelo.

Es preciso proporcionar cierta orientación a los alumnos con el fin de que los trabajos tengan el nivel de calidad esperado. Un trabajo de tipo bibliográfico o de búsqueda y tratamiento de la información no es un “corta y pega”, sino que hay que consultar varias fuentes para extraer la información de interés y redactarla de una manera clara, incluyendo gráficas, tablas, fotografías, referencias, conclusiones, etc. A los alumnos se les proporciona unas normas a seguir para realizar el trabajo y los criterios que se van a utilizar para su evaluación. Son los siguientes documentos:

- ✓ Listado de los grupos formados, integrantes y representante de cada grupo.
- ✓ Guion orientativo de los apartados que debe cubrir el trabajo, insistiendo en que como futuros ingenieros deben centrarse en los aspectos más técnicos y obviar información publicitaria o turística. Por supuesto, hay que señalar que los grupos pueden introducir apartados nuevos o eliminar aquellos que no se adapten a la obra concreta de la que tengan que realizar el trabajo.
- ✓ Normas del trabajo: fechas de revisión intermedia, fecha de entrega final, reglas de coordinación entre el grupo y con el profesor, normas sobre la edición de las páginas, sobre el glosario y sobre aspectos formales.
- ✓ Rúbrica o matriz de evaluación para la evaluación intermedia entre grupos.
- ✓ Rúbrica o matriz de evaluación para la evaluación final del trabajo por parte del profesor.

Desarrollo de competencias genéricas y estratégicas mediante plataforma Wiki en los grados de ingeniería industrial

Tanto el guion como las rúbricas sirven de guía en la elaboración del trabajo, puesto que contienen los elementos objetivos a valorar. Por ejemplo, para dar la máxima puntuación en el apartado glosario se tiene precisados los siguientes requisitos:

“Se han añadido al menos 10 términos al glosario. Las definiciones y/o descripciones dadas están en concordancia con el uso de estos términos en el trabajo. Los términos del glosario propio se han incorporado al glosario común. En el caso de que algún término ya existiera en el glosario se realizará una puesta en común entre los grupos”.

Durante dos horas de clase se explica el contenido de esta documentación y se aclaran dudas sobre el trabajo solicitado y sobre el uso de Wikispaces. Se pone especial énfasis en los dos siguientes puntos determinantes del éxito del trabajo colaborativo:

Búsqueda avanzada de información: Se enseñan las capacidades avanzadas de los buscadores habituales de Internet (Google), la utilización de bases de datos artículos (Dialnet, Google Académico), repositorios de trabajos y presentaciones (Slideshare), videos (YouTube, Vimeo), etc. Se les solicita encarecidamente que realicen búsquedas en inglés ya que encontrarán mucha más información significativa y de interés para el trabajo puesto que las obras a analizar son internacionalmente conocidas. También se les indica la importancia de consultar blogs, redes sociales, foros y, por supuesto, intervenir en los mismos escribiendo preguntas y respuestas.

Manejo de Wikispaces: Aunque su uso es muy sencillo se realizan pequeños tutoriales sobre inserción de imágenes, videos y presentaciones mediante unos complementos del entorno de edición llamados Widgets. También se solicita la utilización de tabla de contenidos y de enlaces a páginas externas o páginas del propio wiki para facilitar la navegación.

3. Redacción del trabajo y edición de las páginas de la wiki.

Durante las siguientes 8 semanas los alumnos trabajan en los grupos. En clase se resuelven las dudas que van surgiendo. Así, se acuerdan aspectos de formato y se identifican algunas limitaciones en las capacidades de edición de Wikispaces. Los alumnos no pueden modificar los nombres de las páginas ni eliminarlas debido a que solo tienen permisos de “Miembro”. La solución consistió en elevar temporalmente los permisos del representante de cada grupo a la categoría de “Administrador” con el fin de que pudieran estos cambios.

4. Evaluación entre grupos mediante rúbrica.

En la semana nº 12 del cuatrimestre los alumnos realizan la evaluación intermedia entre grupos utilizando la rúbrica específica para ello. La evaluación se realizará de forma anónima: cada grupo sabe el grupo al que tiene que valorar, pero desconoce el grupo que lo está evaluando. Como resultado de esta evaluación cada grupo envía al profesor su rúbrica completada en la que las calificaciones dadas en los diferentes campos tienen que estar justificadas, es decir, no es suficiente con asignar unos valores numéricos. El profesor eva-

Luis Celorrio Barragué, Armando L. Ramalho, Marcelo Calvete Gaspar

lúa la calidad de las rúbricas. Para ello tiene en cuenta las justificaciones dadas en cada apartado y su objetividad. Un apartado importante para la mejora de los trabajos son las recomendaciones dadas por los evaluadores. En general, estas recomendaciones han estado acertadas.

La rúbrica se envía al grupo interesado a través de su representante. Estos comentarios serán trasladados al grupo evaluado a través del profesor con el fin de guardar el anonimato. De las 33 rúbricas solicitadas, los grupos realizaron 32. Las evaluaciones fueron bastante objetivas, aunque las justificaciones no tuvieron el grado de detalle deseado. Sirvieron de referencia para la fase de mejora de los trabajos. Los aspectos negativos detectados mediante las rúbricas en la revisión intermedia fue la ausencia de algunos apartados importantes en el trabajo solicitado como: glosario, conclusiones y referencias bibliográficas. Este último es muy importante ya que sirve para contrastar si se ha realizado un verdadero trabajo de puesta en común de diversas fuentes o ha sido un simple “corta y pega”. Una medida que proporciona una evaluación más objetiva es solicitar al menos 3 rúbricas de cada trabajo, realizadas por 3 grupos diferentes. De esta forma el grupo evaluado tendría más.

Al inicio de la semana 13 del cuatrimestre, se vuelve a habilitar la edición de páginas en la wiki con el fin de que los grupos realicen las mejoras de sus trabajos a partir de las recomendaciones dadas por sus compañeros. Para ello se dispone de un plazo de 10 días.

5. Evaluación final del profesor.

Durante la semana 15-16 del cuatrimestre, el profesor realiza la evaluación final mediante la rúbrica del profesor, que lógicamente, es muy similar a la rúbrica de evaluación entre grupos. En ella se incluyen campos adicionales para la que se tiene en cuenta la información de seguimiento de la actividad de los alumnos que proporciona Wikispaces. Así, se valoran:

- Participación de todos los miembros del grupo en la edición de las páginas.
- Trabajo continuado, a lo largo del tiempo y no solo al final.
- Revisión de las páginas.
- Verdadero trabajo colaborativo mediante la edición común de cada página.
- Consideración de las recomendaciones de mejora realizada en la evaluación entre grupos.

La calificación del trabajo es la misma para todos los miembros del grupo, salvo casos excepcionales y se determina de la siguiente forma:

25% - Nota de la rúbrica de evaluación entre grupos.

25% - Calidad de la evaluación mediante la rúbrica de evaluación entre grupos.

Desarrollo de competencias genéricas y estratégicas mediante plataforma Wiki en los grados de ingeniería industrial

50% - Nota de la rúbrica del profesor.

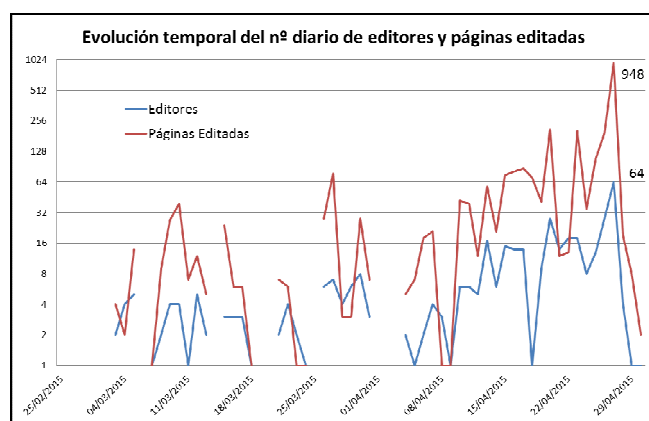
Resultados

Analizamos primero los datos generales de la wiki. Posteriormente se analizará la evolución temporal de ediciones, editores, visitas y visitantes que se han producido en la wiki.

El número total de miembros de la wiki fue de 183. El número de proyectos creados para la realización del trabajo cooperativo fue de 33. En el momento de la revisión intermedia el número de páginas editadas, incluidas las páginas del glosario común, fue de 652. El número de términos o definiciones dadas en el glosario fue de 218. En la wiki se produjeron 20300 accesos o visionados de páginas.

Es interesante analizar la evolución temporal de algunos parámetros de la wiki. Wikispaces proporciona algunas estadísticas que se pueden representar gráficamente mediante una hoja de cálculo. La figura 2 muestra la evolución temporal del número de editores y del número de páginas editadas de la wiki en período previo a la evaluación intermedia. En el gráfico se puede comprobar como aumenta la actividad en la wiki a medida que se acerca la fecha de entrega intermedia. En la víspera a la fecha de entrega intermedia se produce el máximo en el número de alumnos editando páginas, 64 y en el número de páginas editadas 948. Hay que tener en cuenta que muchos grupos han ido editando borradores de las páginas y los últimos días los dedican a obtener las versiones finales de las páginas. De forma similar, la figura 3 muestra el número de visitas que recibió la wiki, así como el número de páginas visitadas. Este número se incrementó notablemente en los últimos días antes de la entrega intermedia. En ambas gráficas se observa un período sin actividad durante los primeros días de abril motivado por las vacaciones de Semana Santa.

Wikispaces también proporciona estadísticas del número de mensajes. Sin embargo, estos han sido muy escasos ya que se utiliza la comunicación directa o aplicaciones de mensajería instantánea para realizar la coordinación.



Luis Celorrio Barragué, Armando L. Ramalho, Marcelo Calvete Gaspar

Figura 2. Evolución de páginas editadas.

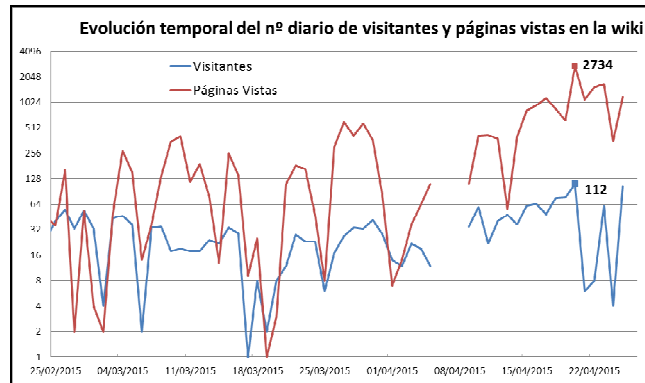


Figura 3. Evolución de visitas a las páginas.

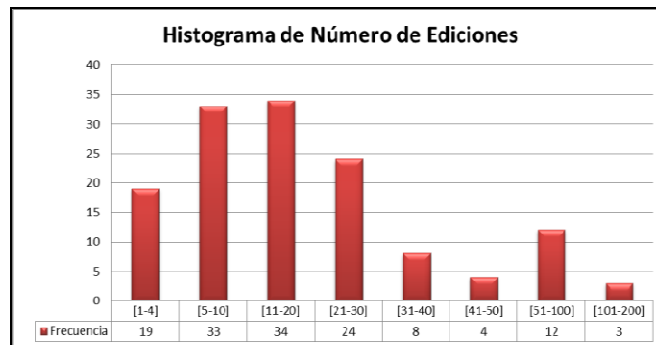


Figura 4. Histograma de nº de ediciones por miembro.

Además de los gráficos anteriores de evolución temporal de la actividad general de la wiki también es posible determinar la actividad proyecto a proyecto. Así es posible determinar la actividad de cada uno de los miembros dentro del grupo. Es posible comprobar cuantas páginas ha editado cada miembro y cuando las ha editado. Esta labor es importante para realizar la evaluación final del profesor.

Otra posibilidad que proporciona Wikispaces es determinar las estadísticas por miembro. A partir estos datos se ha elaborado el histograma del número de ediciones mostrado en la figura 4. En este histograma las clases corresponden al número de ediciones de páginas realizadas. Observamos que el estudiante tipo ha realizado entre 5 y 20 ediciones de páginas, mientras que solo 3 estudiantes superan las 100 ediciones. Estos datos corresponden al estado de la wiki en el período de la evaluación intermedia.

En la evaluación entre pares solo 2 proyectos recibieron calificaciones de suspenso. El resto de proyectos recibieron buenas calificaciones, con un promedio de 7,1. Este hecho pudo

Desarrollo de competencias genéricas y estratégicas mediante plataforma Wiki en los grados de ingeniería industrial

causar una baja actividad en la wiki en la fase de mejora. Esta actividad se refleja en los siguientes datos. El número final de páginas de la wiki, incluidas las del glosario fue de 736, lo que supuso un aumento de 94 páginas respecto al estado de revisión intermedia. En 9 proyectos - grupos no se realizaron cambios.

En cuanto al glosario, el número final de términos fue de 241 términos, por tanto, en la fase de mejora se añadieron 23 términos. Sin embargo, solo 3 grupos añadieron estos 23 términos.

En la evaluación final mediante la rúbrica del profesor, las calificaciones fueron, en general, superiores a las dadas en la evaluación entre pares. Las diferencias entre la evaluación del profesor y la evaluación entre pares fueron mayores en los grupos que recibieron evaluaciones sin justificar.

Conclusiones

En este trabajo se describe una tarea de aprendizaje colaborativo realizada por alumnos de 2º curso de los grados de Ingeniería Industrial utilizando una plataforma wiki como parte fundamental del proceso de aprendizaje. Esta tarea es básicamente un trabajo de recopilación y tratamiento de información que incluye una revisión por pares realizada entre grupos de alumnos.

La calidad de los trabajos realizados aumenta respecto a la de los trabajos tradicionales en los que solo se solicita una entrega final. Las causas de este aumento de la calidad son fundamentalmente la introducción de una herramienta bien adaptada al trabajo colaborativo como es la wiki y la realización de revisiones a lo largo del cuatrimestre. Para la realización de estas revisiones también es fundamental la wiki. La gestión de un número de alumnos tan numeroso, más de 180 alumnos, es prácticamente imposible sin el empleo de un soporte digital como la wiki que dispone de las funcionalidades ya descritas.

La interrelación en el grupo es mayor: no solo hay que ponerse de acuerdo en el contenido, sino también en la forma, es decir, en el maquetado de las páginas en la wiki. Los miembros del grupo asumen mayor responsabilidad tanto individualmente como en su participación en el grupo. Ahora su trabajo puede ser escrutado por los demás en tiempo real. Mayor responsabilidad implica mayor respeto y mayor conexión del grupo. De esta forma los alumnos adquieren las habilidades relacionadas con el trabajo en grupo y la cooperación. Podemos concluir que los trabajos realizados recibirán mejores calificaciones con el consiguiente aumento del rendimiento académico de los estudiantes. La calificación en este trabajo y las de los trabajos individuales, ponderan con un 40% de la evaluación final. Este hecho es bastante motivador para los alumnos puesto que pueden mejorar en casi dos puntos la calificación obtenida en la prueba escrita cuando los trabajos están bien realizados, aumentado el rendimiento académico.

Luis Celorrio Barragué, Armando L. Ramalho, Marcelo Calvete Gaspar

Se ha recabado la opinión de los alumnos sobre la metodología empleada. La opinión general es que el manejo de Wikispaces es sencillo y preferible a otras herramientas TICs. La evaluación entre grupos ha sido aceptada en la práctica totalidad de los casos, incluso en los casos de calificaciones bajas.

Hay que resaltar que con la implantación del proceso de Bolonia los estudiantes ya no solo tienen que realizar “pruebas escritas”, sino que también tienen que realizar trabajos, memorias de prácticas, portafolios, presentaciones orales, etc. Están sometidos a una sobrecarga de trabajo que en el caso de que no dispongan de una buena distribución del tiempo provoca que las tareas se dejen para los últimos días. Es preciso realizar una coordinación entre los docentes de un mismo curso con el fin de evitar esta sobrecarga. Sería recomendable la realización de un seminario transversal en el que los alumnos aprendieran técnicas de gestión del tiempo y a aumentar su productividad.

La actividad de aprendizaje colaborativo realizada no solo es de interés para el futuro laboral de los alumnos. También es transferible a los estudios de postgrado. Los alumnos que prosigan sus estudios realizando el Master Universitario de Ingeniería Industrial (MUII) en la Universidad de La Rioja tendrán que poner en práctica las habilidades para el trabajo en grupo y la cooperación adquiridas mediante tareas como la descrita en este artículo. El MUII se articula en torno a la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos, en la que se propone la resolución de un proyecto integrado al conjunto de los alumnos del primer curso del Master. El proyecto integrado es común para varias asignaturas y precisa de una buena coordinación entre profesores y alumnos. Un elemento facilitador de esta coordinación es una wiki. Esta experiencia con wikis realizada en el grado tendrá un beneficio a largo plazo que se manifestará en los estudios del Master y en su futuro académico y profesional.

Agradecimiento

Este trabajo ha sido financiado por el Vicerrectorado de Profesorado, Planificación e Innovación Docente de La Universidad de La Rioja a través de la Dirección Académica de Formación e Innovación Docente en el marco de la convocatoria de Proyectos de Innovación Docente del curso 2013-2014.

Y, cómo no, agradecemos a los alumnos de la asignatura por su participación y su buen hacer.

Desarrollo de competencias genéricas y estratégicas mediante plataforma Wiki en los grados de ingeniería industrial

Referencias

Adell, Jordi (2007). “Wikis en educación”. In J. Cabero & J. Barroso (Eds.), pp. 323-333. Editorial Octaedro, Granada.

Leuf, Bo; Ward Cunningham (2001): The Wiki way: quick collaboration on the Web. Boston: Addison Wesley.

Manual de Wikispaces. Rafael Palomo López, José Sánchez Rodríguez, Julio Ruiz Palmero, Universidad de Málaga, <http://tecnologiaedu.uma.es/index.php/materiales/27-curso-de-elaboracion-de-wiki-con-wikispaces>

Moral Pérez, M. E. y Villalustre Martínez, L. (2007). Las Wikis: construcción compartida del conocimiento y desarrollo de competencias. IV Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón (Madrid), 12-13 de julio. <http://abacus.universidadeuropea.es/handle/11268/3352?show=full>

Moral Pérez, M. E. y Villalustre Martínez, L. (2008) Las wikis, facilitadoras de aprendizaje colaborativo y el desarrollo de competencias. Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos, ISSN 1136-7733, N° 226, 2008 , págs. 13-17.

Timothy A. Philpot. (2014) MdSolids, www.mdsolids.com

Timothy A. Philpot (2011). MecMovies. <http://web.mst.edu/~mecmovie/>

Experiencia piloto de desarrollo de competencias transversales mediante aprendizaje basado en proyecto en Ingeniería de Telecomunicación

J. Reig Pascual^a, M. Cabedo Fabrés^a, C. Carceller Candau^a

^aDepartamento de Comunicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universitat Politècnica de València (jreig@com.upv.es; marcafab@com.upv.es)

Abstract

This paper presents the pilot experience carried out during the course 2013/2014 in the subject "Project" of Telecommunications Engineering from Universitat Politècnica de València (UPV). The experience focused on the development and evaluation of transversal skills through a methodology of project-based learning and teamwork. The conclusions drawn from this pilot experience were reported among the teachers of ETSIT (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicació) as an example of good practice, and served as inspiration for the development of the current implementation plan for transversal skills.

The paper describes how the subject "Project" was organized, and reports about teaching methodology, some new strategies to address deficiencies identified in the previous year, and the evaluation methods for evaluating the skills. Data on how the students assessed the methodology used, and the competency level reached, according to their own assessments, after completing the course will also be provided.

Keywords: *Transversal skills, motivation, project-based learning, teamwork, evaluation methodology, rubric.*

Experiencia piloto de desarrollo de competencias transversales mediante aprendizaje basado en proyecto en Ingeniería de Telecomunicación

Resumen

Esta comunicación presenta la experiencia piloto llevada a cabo durante el curso 2013/2014 en la asignatura “Proyecto” de la titulación Ingeniería de Telecomunicación de la Universitat Politècnica de València (UPV). La experiencia se centró en el desarrollo y evaluación de competencias transversales a través de una metodología de aprendizaje basado en proyectos y trabajo en equipo. Las conclusiones que se obtuvieron de esta experiencia piloto fueron divulgadas entre el profesorado de la ETSIT (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación) como ejemplo de buenas prácticas, y sirvieron de inspiración para la elaboración del actual plan de implantación de competencias transversales.

El trabajo describe cómo se organizó la asignatura “Proyecto” para cubrir diferentes competencias transversales. Se presenta la metodología docente, algunas estrategias nuevas introducidas para resolver deficiencias detectadas en el curso anterior, y los métodos de evaluación empleados para valorar las competencias. También se aportan datos de cómo valoraron los alumnos la metodología empleada, y del nivel competencial que alcanzaron, según sus propias valoraciones, tras cursar la asignatura.

Palabras clave: *Competencias transversales, motivación, aprendizaje basado en proyectos, trabajo en equipo, metodología de evaluación, rúbricas*

Introducción

La asignatura “Proyecto”, troncal ubicada en el 10º cuatrimestre de los ya extinguidos estudios de Ingeniería de Telecomunicación de la UPV, nació en el curso 2012-2013 a raíz de los requerimientos impuestos por la entidad de acreditación ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) [1]. Con esta asignatura se buscaba trabajar una serie de competencias transversales definidas por ABET que se suponía todo Ingeniero de Telecomunicación debía poseer al término de sus estudios. En concreto, en la asignatura “Proyecto” se aplicó una metodología docente basada en el desarrollo de un proyecto real de ingeniería, que tenía como objetivo, aparte de formar técnicamente al alumno, trabajar las siguientes competencias transversales: diseño y proyecto, trabajo en equipo y liderazgo, comunicación efectiva, pensamiento crítico, responsabilidad ética, medioambiental y profesional, planificación y gestión del tiempo, aplicación y pensamiento práctico, y manejo de instrumentación específica (AutoCAD).

J. Reig Pascual, M. Cabedo Fabrés, C. Carceller Candau

A modo de experiencia piloto, se trabajaron las competencias transversales a través de la realización de un proyecto de instalación de servicios de telecomunicaciones. En concreto se consideraron dos tipos de proyectos: de Infraestructuras Comunes de Telecomunicación (ICT) y de diseño de un centro transmisor de Televisión Digital Terrestre (TDT).

En esta comunicación se describe la organización de la asignatura para cubrir las competencias transversales ya mencionadas. Se presenta la metodología docente, algunas estrategias nuevas introducidas en el curso 2013/2014 para resolver deficiencias detectadas en el curso anterior, y los métodos de evaluación empleados para valorar las competencias.

Metodología docente

Como ya se ha comentado, la metodología empleada se fundaba en el aprendizaje basado en proyectos [2] y en el trabajo en equipo. La asignatura presentaba un carácter eminentemente práctico, impartándose la misma en un aula informática, y centrándose en el trabajo autónomo de los alumnos. La asignatura se impartía en una única sesión semanal de 5 horas de duración. Las explicaciones teóricas del profesor se limitaron a escasamente 4 horas, impartidas al principio del cuatrimestre, para orientar al estudiante en la realización del proyecto, e informarle de las fuentes de consulta disponibles para el desarrollo del mismo. El resto de las horas de clase del cuatrimestre se destinaron a la realización del proyecto por parte de los alumnos.

Los alumnos se dividieron en equipos de tres o cuatro integrantes, y a cada equipo se le propuso la resolución de un supuesto práctico correspondiente a un proyecto real de instalación de un sistema de telecomunicación. El trabajo del equipo se realizaba durante las sesiones de clase, y en todo momento se contaba con el apoyo del profesor para resolver posibles cuestiones y dificultades que fueran surgiendo. Al terminar el curso, los diferentes grupos entregaron el documento del proyecto para su evaluación y realizaron una defensa oral del mismo. Algunos equipos trabajaban sobre el mismo supuesto práctico, lo que fue muy enriquecedor, ya que durante la sesión de defensa oral, se pudieron contrastar las diferentes soluciones propuestas por cada equipo y discutir sobre la idoneidad de las mismas.

En el curso 2013-2014 la asignatura contó con 5 grupos de impartición, de manera que el número de alumnos por grupo no superó en ningún caso la cifra de 25. Este tamaño de grupo permitió que todos los alumnos tuvieran disponible un ordenador para el desarrollo del proyecto, lo cual fue fundamental para terminar los proyectos en el plazo previsto, ya que posibilitó el trabajo en paralelo de los integrantes de cada equipo. Por otro lado, dado el reducido número de alumnos, los profesores podían mediante la observación directa formarse una idea clara del trabajo realizado por cada miembro del equipo de forma indivi-

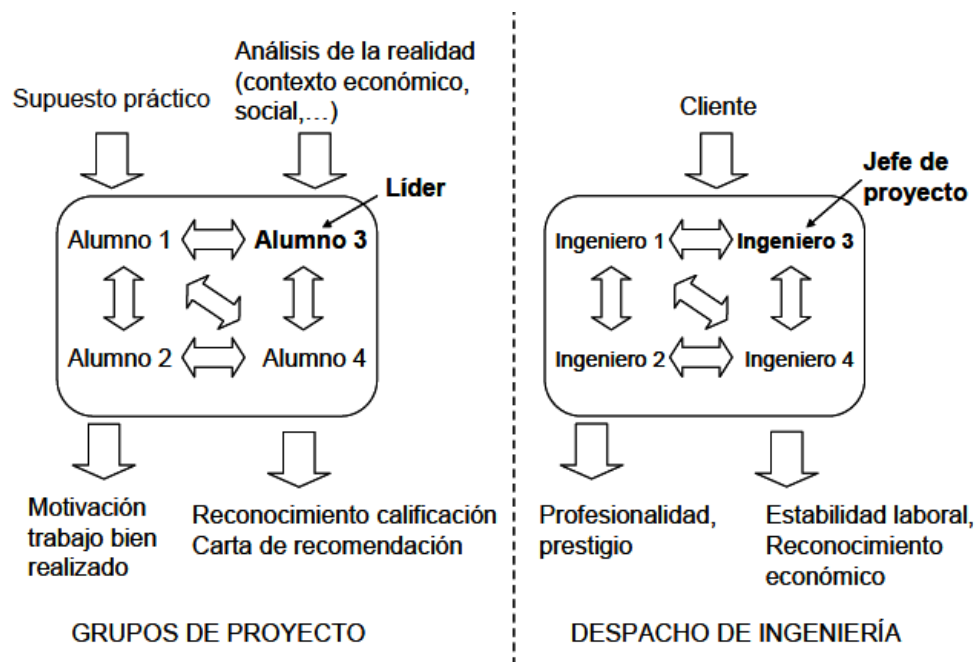
Experiencia piloto de desarrollo de competencias transversales mediante aprendizaje basado en proyecto en Ingeniería de Telecomunicación

dual. De esta forma, y en base a las observaciones apuntadas por los profesores, la evaluación de las competencias fue objetiva y personalizada.

Una medida que se adoptó durante el curso 2013/2014 para facilitar la asistencia a clase de los alumnos, consistió en evitar que en la medida de lo posible se solapasen temporalmente las sesiones destinadas a “Proyecto” con cualquier actividad docente de otras asignaturas de 5º curso y troncales de 4º curso. La asignatura contó en ese curso con 3 grupos de mañana y 2 de tarde. Como consecuencia directa, la asistencia en todos los grupos fue superior al 90%.

Otro aspecto a destacar, es que los profesores intentaron que la asignatura fuera un simulacro de cómo se realizaría un proyecto en la vida real, en un despacho de ingeniería, y así se lo hicieron saber al alumno. La Figura 1 muestra el paralelismo entre el trabajo realizado en los grupos de la asignatura y el trabajo del personal de un despacho de ingeniería.

Figura 1 Paralelismo entre grupos de trabajo en la asignatura “Proyecto” y un despacho de Ingeniería



J. Reig Pascual, M. Cabedo Fabrés, C. Carceller Candau

En un despacho de ingeniería, el cliente encarga el proyecto a través de unas especificaciones. Los ingenieros se entrevistan con él para detallar las características del proyecto. En el caso de los equipos de la asignatura “Proyecto”, dichas especificaciones generales aparecían descritas en el supuesto práctico. Los alumnos debían tomar decisiones de cómo realizar el diseño dependiendo del análisis de la realidad.

En un despacho de ingeniería los Ingenieros trabajan en grupo. Generalmente, existe un jefe de proyecto que coordina las tareas entre los diferentes integrantes del grupo. En los equipos de la asignatura “Proyecto”, los alumnos se dividían entre ellos las tareas y de forma más o menos espontánea solía aparecer un líder que se encargaba de coordinar las tareas.

En el despacho de Ingeniería la motivación para realizar un proyecto de calidad viene dada por la profesionalidad y el prestigio tanto del despacho de ingeniería, como personal de cada uno de los ingenieros, así como por el reconocimiento económico mediante incentivos o la estabilidad laboral de una forma personal. En el caso de la asignatura “Proyecto”, los alumnos tenían como motivación el trabajo bien realizado y su nota final. Además, como medida de motivación adicional, se entregaron cartas de recomendación en español e inglés firmadas por los profesores a los alumnos de los equipos que realizaron los mejores trabajos.

Para realizar un proyecto de calidad se precisa de un compromiso de cada uno de los miembros del despacho de ingeniería. De la misma manera, en la asignatura todos los alumnos debían realizar su trabajo y coordinarse adecuadamente. En la evaluación, los alumnos no podían alegar como excusa a un trabajo pobre “deserciones” en su equipo o falta de compromiso de integrantes del equipo.

Mejoras introducidas en el curso 2013/2014

En el segundo año de docencia que tuvo lugar en el curso 2013/2014 se incluyeron varias medidas con el objetivo de mejorar el proceso de evaluación y fomentar la motivación del alumno en el aula.

1. Cuestionario de control del progreso

Como primera medida, se pasó un cuestionario a los alumnos a mitad del cuatrimestre para verificar el progreso del trabajo. A la hora de elaborar el cuestionario, los profesores dividieron el proyecto en una serie de pasos o hitos que se debían completar de forma progresiva hasta finalizar el proyecto. El día establecido para pasar el cuestionario de control del progreso, los profesores pedían a cada equipo información sobre los hitos que ya habían completado, qué miembros se habían implicado en el desarrollo de cada tarea, y en qué medida había contribuido cada uno.

Experiencia piloto de desarrollo de competencias transversales mediante aprendizaje basado en proyecto en Ingeniería de Telecomunicación

Los objetivos perseguidos con la implantación de esta medida eran dos. Por un lado, que los profesores pudieran controlar cómo evolucionaba el trabajo en cada equipo. Esto permitió detectar aquellos equipos que iban atrasados y corrían el riesgo de no finalizar el proyecto dentro del plazo acordado, pudiendo alertarles de este hecho a tiempo. El cuestionario también permitió recoger datos objetivos que posteriormente ayudaron a evaluar la actitud y motivación de los miembros, así como competencias tales como el liderazgo, trabajo en equipo y gestión del tiempo.

Adicionalmente, la utilización del cuestionario sirvió como método de autoevaluación para los alumnos. Gracias a él, se pudieron dar cuenta del trabajo que aún faltaba por realizar, lo que les ayudó a organizar mejor el tiempo restante hasta la entrega final del proyecto.

2. Fomento de la motivación en el aula

Durante el curso 2012-2013, los profesores de la asignatura detectaron una clara falta de motivación de una parte del alumnado. Para intentar paliar este efecto, en el siguiente curso se implementaron los siguientes cambios.

En primer lugar se cambió el tipo de proyectos considerados. El primer año de la asignatura se consideraron edificios singulares no sujetos al reglamento de Infraestructura Comunes de Telecomunicaciones (ICT). En el segundo año se consideraron edificios de viviendas que sí estaban sujetos a dicho reglamento. Dado que la realización de proyectos de ICT en edificios de viviendas es una práctica relativamente común en el ejercicio de la profesión de un Ingeniero de Telecomunicación, se buscó motivar a los alumnos demostrando que todo lo aprendido y trabajado en clase tenía grandes posibilidades de aplicación directa en su futuro profesional.

En segundo lugar, se intentó generar un ambiente de sana competición entre los distintos equipos de trabajo. Para ello se ofreció, además de una matrícula de honor al mejor alumno, una carta de recomendación del profesor de la asignatura para cada uno de los miembros del equipo que consiguiera la mejor calificación. Asimismo, se incorporó la evaluación por pares en la presentación y defensa del trabajo. Con ello se abrió la posibilidad de comparar las diferentes soluciones adoptadas por cada equipo, generando un debate sobre cuáles se consideraban más adecuadas.

Por último, hay que destacar que el cuestionario de evaluación del progreso también tuvo un importante efecto motivador que no se había considerado a priori. Tras pasarlo, los equipos se interesaron por conocer su progreso en comparación con el resto de equipos, obteniendo una medida real de sus posibilidades para ser el mejor equipo y conseguir los premios mencionados con anterioridad.

J. Reig Pascual, M. Cabedo Fabrés, C. Carceller Candau

3. Cuestionarios de opinión al inicio y al final del cuatrimestre

Al inicio del cuatrimestre se pasó un cuestionario de opinión a los alumnos para conocer su grado de motivación. En este cuestionario se les preguntaba qué referencias tenían de la asignatura, cuáles eran sus expectativas respecto a la misma, qué esperaban aprender, y cuál era su nivel de partida en competencias como trabajo en equipo, búsqueda de información, resolución de problemas y expresión oral. También se les preguntó qué nota final esperaban obtener.

Tras analizar esta encuesta inicial, se detectó una buena predisposición a trabajar y a aprender por parte de los alumnos. Un 88% de los alumnos encuestados conocía antes de la presentación los contenidos de la asignatura, y de éstos un 93% había consultado la guía docente de la asignatura en la plataforma PoliformaT. Un 73% en base a la información de la que disponía, consideraba que la asignatura no era difícil, aunque muchos recalcan que han oído decir que requería mucho trabajo y dedicación. Un 75% afirmaba que habría cursado la asignatura aunque no fuera obligatoria porque consideraba que los conocimientos que abarcaba eran fundamentales para un ingeniero de Telecomunicación. Y por último, hay que señalar que un 79% aspiraba a obtener una nota final superior a 8 puntos.

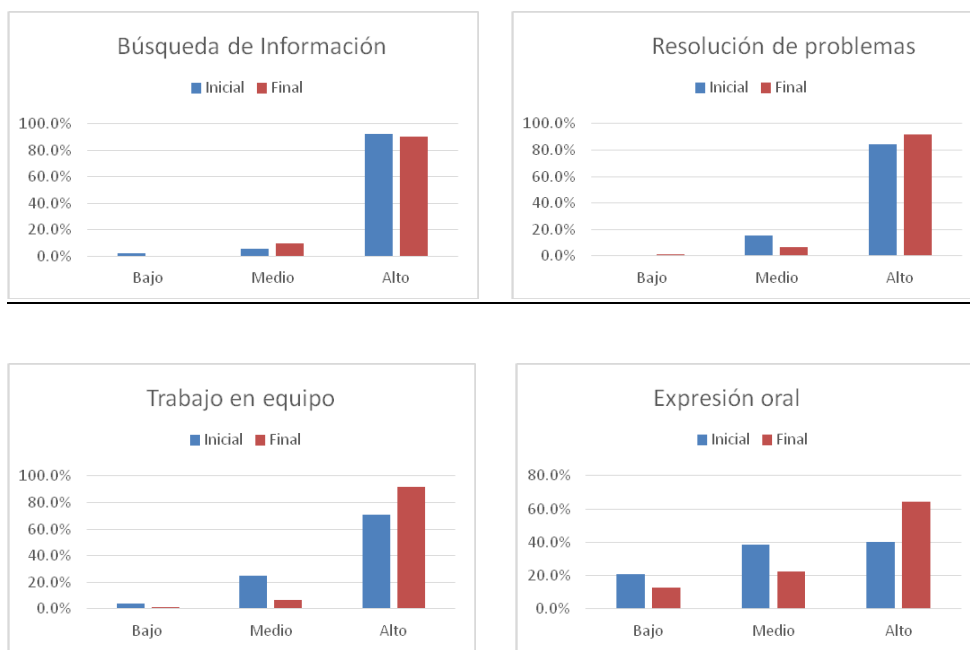
Al final del cuatrimestre, los alumnos completaron de forma voluntaria otro cuestionario, a partir del cual se intentó determinar si la asignatura había cubierto sus expectativas, si la metodología empleada les había parecido adecuada, si la asignatura les había parecido difícil, si les había parecido útil para su futuro profesional, y si recomendarían la asignatura a otros compañeros. Además, se les pidió que valoraran su nivel de adquisición en algunas competencias transversales. El resultado más destacable de esta encuesta final fue que un 100% de los alumnos encuestados consideraba que la asignatura había cubierto sus expectativas iniciales. Además, un 85% consideraba adecuada la metodología seguida en clase. Entre las sugerencias de mejora destacaban el aumentar las horas dedicadas a explicaciones teóricas al inicio del cuatrimestre, proporcionar especificaciones más claras a la hora de empezar el trabajo, recibir más ayuda con el manejo de AutoCAD y poder disponer de más sesiones para completar los trabajos exclusivamente con las horas de clase. Otro dato interesante es que un 64,5% consideraba que la asignatura no había sido difícil, aunque la mayoría recalca que había requerido mucho esfuerzo y dedicación. Un 95% opinaba que los conocimientos adquiridos le serían de utilidad para su futuro profesional, y un 77% recomendaba la asignatura a otros compañeros. El 23% que no la recomendaban afirmaba que era por la gran dedicación que precisaba el desarrollo del proyecto.

En la Figura 2 se compara para cuatro de las competencias transversales trabajadas en la asignatura, el nivel de partida de los alumnos al inicio del cuatrimestre y el nivel alcanzado tras cursar la asignatura, en base a la información extraída de los cuestionarios de opinión completados por los alumnos. Como se puede comprobar, tras cursar la asignatura los

Experiencia piloto de desarrollo de competencias transversales mediante aprendizaje basado en proyecto en Ingeniería de Telecomunicación

alumnos mejoraron sus destrezas y aumentaron de nivel en resolución de problemas, trabajo en equipo y expresión oral. En la competencia de búsqueda de información se partía de unas expectativas muy elevadas al inicio del cuatrimestre, que se redujeron sensiblemente al final, seguramente porque algunos alumnos descubrieron a raíz de realizar el proyecto que no eran tan hábiles como ellos creían con esta competencia.

Figura 2 Nivel del alumnado en diferentes competencias transversales antes y después de cursar la asignatura Proyectos.



Evaluación de competencias transversales

De acuerdo al interés de la Universitat Politècnica de València de evaluar las competencias transversales [3], esta universidad ha elaborado un listado de trece competencias transversales.

En la asignatura “Proyecto” se optó por trabajar y evaluar un número importante de estas competencias transversales UPV. En concreto, en el curso 2013/2014 se definieron cuatro actos de evaluación en la asignatura “Proyecto2”:

J. Reig Pascual, M. Cabedo Fabrés, C. Carceller Candau

1. Observación y recogida de evidencias a lo largo de todas las clases. Para ello se contó con:

- Tabla de asistencia donde se computaban los alumnos que asistían a cada sesión y si llegaban puntuales.
- Tabla de observación donde se iban anotando una serie de eventos para cada alumno, como:
 - Conexión a Internet para usos no relacionados con Proyecto.
 - Excesivo tiempo en los descansos.
 - Abandono de la sala antes de la finalización de las clases.
 - Número de preguntas formuladas al profesor por el alumno.
 - Nivel de dificultad e interés de las preguntas formuladas por el alumno. Si las preguntas eran triviales, solía ser porque no se habían leído el reglamento ICT, ni los apuntes de apoyo de la asignatura.
 - Cualquier otra anotación que considerara el profesor positiva o negativamente.

2. Tabla de control de progreso. La evaluación mediante la tabla de control de progreso se realizó a mitad de cuatrimestre. La tabla permitió determinar la realización o no por parte de los equipos, de una serie de tareas del proyecto. La tabla incluía una serie de hitos en el proyecto que debían haberse completado en la fecha de evaluación, y algunos hitos que correspondían a grupos de trabajo cuyo progreso temporal superaba las previsiones.

Asimismo se realizaron anotaciones acerca del progreso general de cada equipo y en la tabla de observación se tomaron notas acerca de los alumnos que lideraban el equipo o que permanecían pasivos sin contribuir de manera significativa al avance del proyecto.

Conviene destacar que una vez evaluada la progresión en un determinado equipo, el profesor les indicaba a los integrantes, en ese mismo instante, las tareas pendientes y les animaba a avanzar en un plazo razonable para alcanzar los objetivos marcados en los hitos sin alcanzar.

3. Presentación y defensa. Una vez se presentado el documento de la memoria del proyecto, los alumnos defendían su proyecto de forma oral ante el resto de la clase y respondían al final de la exposición a posibles preguntas realizadas por el resto de compañeros o por el profesor.

Experiencia piloto de desarrollo de competencias transversales mediante aprendizaje basado en proyecto en Ingeniería de Telecomunicación

En las clases anteriores a la exposición del proyecto, el profesor daba a los alumnos pautas respecto a cómo realizar una exposición efectiva utilizando medios electrónicos (Power Point, Prezzi,...), y cómo estructurar los contenidos. También se les proporcionaba a los alumnos un manual de buenas prácticas en presentaciones orales técnicas.

La duración de la exposición por equipos se limitó a 20 minutos, participando en la misma todos los integrantes del equipo, con una duración máxima por alumno de 5 minutos. El orden de intervención se sorteó justo antes de realizar la exposición, por lo que los alumnos a priori desconocían qué parte del proyecto les iba a tocar defender. Con esta medida se pretendía evitar que los alumnos se repartieran el proyecto por bloques y que únicamente conocieran los detalles técnicos de la parte del proyecto elaborada por ellos mismos.

Una vez finalizada la presentación, los alumnos respondieron a las preguntas formuladas por el resto de compañeros y por el profesor.

La exposición oral y la defensa ante la clase se evaluó en base a la plantilla de rúbrica trabajo en equipo y rúbrica comunicación oral ETSIT elaborada por José Manuel Mossi.

El profesor también proporcionó a cada alumno individualmente una valoración de la manera en la que había realizado la presentación (registro, modulación de la voz, lenguaje corporal, búsqueda de contacto visual con la audiencia, etc.). Esta valoración siempre se realizó de forma constructiva, dando consejos al alumno para que mejorara la competencia de comunicación efectiva.

Una vez finalizadas las exposiciones se procedió a la evaluación por pares de las mismas. Como novedad, en el curso 2013/2014 se empleó un procedimiento de votación entre los equipos con un reparto de puntos similar al empleado en el famoso concurso “Eurovisión”. Se repartieron a los equipos papeletas con puntuaciones preestablecidas y cada uno de los grupos por consenso decidió qué puntuación otorgar al resto de los equipos de manera secreta. Tras las votaciones, el profesor realizó el escrutinio de las papeletas y anunció la puntuación obtenida por cada equipo. El equipo que conseguía más puntos obtenía la calificación de 10 en el apartado de evaluación por pares, y el resto de equipos obtenían una calificación proporcional a la cantidad de puntos conseguidos. Es importante destacar que la evaluación por pares constituía el 5% de la nota final, por lo que la obtención de la puntuación máxima en este apartado no tenía por qué coincidir necesariamente con las mejores calificaciones globales de la asignatura, pues ésta englobaba más aspectos, como el trabajo colaborativo en clase, o la calidad del documento del Proyecto.

J. Reig Pascual, M. Cabedo Fabrés, C. Carceller Candau

4. Documento del proyecto (memoria, pliego de condiciones, presupuesto y anexo) realizado por el grupo.

A la hora de evaluar el documento del proyecto se tuvo en cuenta: solución técnica adoptada, calidad del trabajo, organización del documento, legibilidad y corrección ortográfica. Se elaboró una plantilla correspondiente a la rúbrica de este acto de evaluación donde aparecían cada uno de los ítems detallados.

En la Tabla 1 se detallan el porcentaje destinado a cada uno de los ítems evaluados en los diferentes actos evaluativos. Conviene resaltar que los porcentajes de cada uno de los ítems de nivel siguiente estaban valorados sobre el 100% del ítem del nivel anterior. Por ejemplo, la presentación individual constituía un 40% del total asignado a la presentación y defensa. Por lo tanto, el porcentaje en la calificación total de la asignatura de un determinado ítem se obtenía multiplicando los porcentajes de cada uno de los diferentes niveles. Por ejemplo la expresión oral se valoraba en la nota de un alumno como un $37,5\% \times 40\% \times 50\% \times 50\% / 100000000 = 0,0375$, que en tanto por cien corresponde a un 3,75%.

Tabla 1. Tabla de calificaciones

Presentación, defensa y habilidades de grupo (50%)	Presentación y defensa (50%)	Presentación individual (40%)	Expresión oral (37,5%)
			Expresión corporal (25%)
			Domino del tema (37,5%)
		Valoración de las diapositivas (40%)	Estructura presentación (37,5%)
			Formato presentación (37,5%)
			Planos e imágenes (25%)
	Defensa ante preguntas (20%)		
	Evaluación por pares (10%)		
	Autonomía (20%)		
	Motivación y actitud (20%)		
Documento Proyecto (50%)	Solución técnica (50%)	TV terrestre (20%)	
		TV satélite (10%)	
		Par/par trenzado (10%)	
		TBA (10%)	
		Fibra óptica (10%)	
		Obra civil (20%)	
		Pliego de condiciones (20%)	
	Planos (25%)		
	Presupuesto (15%)		
Anexos (10%)			

Experiencia piloto de desarrollo de competencias transversales mediante aprendizaje basado en proyecto en Ingeniería de Telecomunicación

Conclusiones

En el segundo año de impartición de la asignatura Proyecto, en base a la experiencia obtenida en el curso anterior, se introdujeron cambios a nivel de organización de los grupos, horarios, duración de las sesiones, y tipología de los proyectos a realizar, que permitieron un mejor aprovechamiento de las horas de clase por parte de los alumnos.

En la asignatura se aplicó metodología de aprendizaje basado en proyectos. Los alumnos desarrollaron en equipos de cuatro personas un proyecto real de diseño de un sistema de telecomunicaciones, que les permitió aplicar los conocimientos que habían ido adquiriendo a lo largo de la carrera. Paralelamente, se trabajaron competencias transversales tan importantes como análisis y resolución de problemas, aplicación práctica del aprendizaje, trabajo en equipo, comunicación efectiva, y planificación y gestión del tiempo.

Para evaluar todas estas competencias de forma objetiva, se recogieron diferentes evidencias a lo largo del cuatrimestre. Se empleó una tabla de seguimiento de asistencia, una tabla de observación de la dinámica de trabajo de cada alumno, y un cuestionario de control de progreso. También se desarrollaron rúbricas muy detalladas para la evaluación del documento del proyecto y la presentación oral del mismo.

El resultado de la introducción de todas estas medidas anteriormente comentadas fue muy positivo tanto desde el punto de vista de los profesores como del alumnado. La satisfacción general del profesorado con la marcha de la asignatura durante el curso académico 2013/2014 fue muy alta. Los alumnos, tal como demostró el cuestionario inicial, contaban con un elevado grado de motivación inicial, lo que propició el buen aprovechamiento de las sesiones de clase para trabajar en equipo, preguntar dudas y avanzar el trabajo. Además, los grupos realizaron un trabajo muy colaborativo en la mayoría de los casos. Los alumnos expusieron y defendieron con soltura los proyectos, y los documentos entregados presentaron elevada calidad técnica.

En cuanto a la opinión de los alumnos, el cuestionario completado al final del cuatrimestre reveló que la asignatura había cubierto las expectativas iniciales del 100% del alumnado, y que un 85% consideraba adecuada la metodología utilizada. Un 95% estimó que los conocimientos adquiridos le serían de utilidad en su futuro profesional y un 77% indicó que recomendaría la asignatura a otros compañeros a pesar del gran volumen de trabajo que implica.

Finalmente, hay que destacar que las conclusiones que se obtuvieron de esta experiencia piloto en los cursos 2012/2013 y 2013/2014 han servido de inspiración para la elaboración del actual plan de implantación de competencias transversales en la ETSIT de la UPV.

J. Reig Pascual, M. Cabedo Fabrés, C. Carceller Candau

Referencias

- [1] Criteria for accrediting engineering programs effective for evaluations during the 2010-2011 accreditation cycle. Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). http://www.abet.org/uploadedFiles/Accreditation/Accreditation_Process/Accreditation_Documents/Archive/criteria-eac-2010-2011.pdf
- [2] J. Alcober, S. Ruiz, M. Valero. Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2001-2003). XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas. 2003.
- [3] A. Fernández March, La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria, Revista de Docencia Universitaria 8.1 (2010).

Los arquitectos técnicos también necesitan hablar en público: mejora de la competencia en comunicación oral.

Pons-Morera María^a, Navarro-Astor Elena^b, Fernández-Plazaola, Igor^c

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación (ETSIE), Departamento de Organización de Empresas, Universitat Politècnica de València, ^amariapons@doe.upv.es ^benavarro@omp.upv.es, ^ciplazaola@doe.upv.es

Abstract

Building Engineering graduates need to develop their oral communication skills in order to be efficient in their profession. A teaching experience designed with the aim of enhancing this transversal competence in the first year of the Building Engineering Degree at the UPV is described. A new working plan has been designed for the subject "Economics". On the one hand, specific learning objectives related to communication skills have been included in the Business Plan. On the other, a system for assessment in two stages has been designed with check lists for each of the specific competence objectives. Furthermore, so that students know their progress in the acquisition of this competence, a feedback system has been developed. Results show success in the second stage of assessment of the oral presentations. Hence, due to this methodological innovation, there has been an improvement in this transversal competence.

Keywords: *check list, higher education, oral communication, oral presentation, transversal competencies.*

Resumen

Los graduados en arquitectura técnica necesitan desarrollar sus habilidades de comunicación oral para el correcto desempeño de su trabajo. Se describe una experiencia docente diseñada para mejorar esta competencia transversal en primer curso del Grado en Arquitectura Técnica de la UPV. En la asignatura de Economía se ha diseñado un nuevo plan de trabajo. Por un lado, los objetivos de aprendizaje sobre comunicación oral se recogen en el Plan de empresa. Por otro, se introduce un sistema de evaluación en dos fases mediante lista de control nivelada de cada uno de los objetivos de la competencia a evaluar. Además, con el fin de que el alumno conozca su progresión en

Los arquitectos técnicos también necesitan hablar en público

la adquisición de esta competencia, se desarrolla un sistema de “feedback”. Los resultados muestran un éxito en la segunda fase de evaluación de las presentaciones orales, demostrando que gracias a esta innovación metodológica ha habido una mejora de la competencia transversal.

Palabras clave: competencias transversales, comunicación oral, educación superior, presentación oral, lista de control.

Introducción

La comunicación oral, al igual que la comunicación escrita y la lectura, son habilidades fundamentales para muchas profesiones. Aunque a menudo se utilizan de manera subconsciente, incorporándose en numerosos aspectos de nuestra vida cotidiana, requieren de desarrollo continuado y son base importante de la empleabilidad y participación en la sociedad (Chan, 2011). Sin embargo, a pesar de que la comunicación es una de las competencias más buscadas, algunos consideran que es la más deficiente en los recién graduados (Jackson 2014).

De los graduados en Arquitectura Técnica, que trabajan en entornos exigentes, complejos y muy interrelacionados, se afirma que requieren tanto de un conocimiento profundo de la construcción, como de habilidades de gestión, entre ellas la comunicación (Love y Haynes, 2001). Bhattacharjee y otros (2013) también concluyen que para los empleadores de la industria de la construcción, la competencia en comunicación oral es fundamental para tener éxito en la industria y los estudiantes también lo perciben así. La importancia de esta competencia para los profesionales de la construcción se hace evidente a través de los anuncios de trabajo, puesto que “los empleadores buscan gente que pueda comunicar bien, que escriban informes” (Love y Haynes, 2001). Asimismo, su trascendencia se pone de relieve por la cantidad de veces en que se cita la comunicación como causa principal del fracaso de los proyectos. La gestión de la construcción implica comunicación hacia abajo y hacia arriba de la cadena de valor, trascendiendo barreras organizativas y superando barreras físicas, contractuales, culturales y psicológicas. Así, un gestor de proyectos eficaz debe ser capaz de comunicarse a todos los niveles, con directores, compañeros, directivos funcionales y proveedores. Más aún, deben ser capaces de conseguir estos objetivos de comunicación bajo la presión extrema que los ambientes basados en proyectos generan, en los que todo está limitado por restricciones de tiempo y recursos (Dainty y otros, 2006).

En el contexto español y para el grado en Arquitectura Técnica, el Libro Blanco del Título de Grado determina que profesorado y alumnado asignan una puntuación media alta de 3,0 (en el intervalo de 1 a 4), a la competencia transversal de “comunicación oral y escrita”, para todos los perfiles profesionales (ANECA 2005: p. 122). En el caso de los empleadores (empresas del sector, Administraciones Públicas y profesionales liberales), la puntuación es

Pons-Morera, Navarro-Astor y Fernández-Plazaola

de 2.8 y para el Colegio profesional de 3. Así, se confirma la importancia de la comunicación oral para el profesional objeto de estudio en esta comunicación.

Según Jackson (2014, p. 24), las actividades consideradas eficaces para desarrollar las habilidades de comunicación oral son: ejercicios de simulación de negocios y juegos de rol, discusión de grupos, aprendizaje colaborativo en pequeños grupos, estudios de caso y presentaciones orales en clase. Para la Universitat Politècnica de València (UPV), las actividades que trabajan la comunicación oral efectiva son los foros y debates, las preguntas y las exposiciones orales (ICE, 2015). Es en esta última actividad en la que se centra la presente comunicación.

El contexto de la experiencia docente y de la asignatura

Por un lado, la experiencia docente que describimos se enmarca en el Espacio Europeo de Educación Superior, que promueve tanto el aprendizaje centrado en el alumno como la integración de competencias específicas y transversales, con el fin de favorecer la calidad, la diversidad y la movilidad en la educación superior (Gallego y otros, 2010). En el caso de la UPV, la competencia transversal de comunicación efectiva se describe como “la capacidad para transmitir conocimientos y expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, utilizando los recursos gráficos y los medios necesarios adecuadamente, y adaptándose a las características de la situación y de la audiencia”. Entre los resultados de aprendizaje planteados para el grado figura: “Organizar y expresar correctamente ideas y conocimientos, en lengua propia, en una presentación oral” (UPV, 2015).

Por otro lado, la actividad que describimos se enmarca dentro de un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa concedido por el Instituto de Ciencias de la Educación de la UPV, y avalado por la AVAP (Agència Valenciana d’Avaluació i Prospeativa) para el curso 2014-15 titulado “Concurso de creación empresarial ETSIE: Dimensiones competenciales de emprendimiento y comunicación efectiva”. Este proyecto persigue mejorar la calidad de los trabajos realizados sobre emprendimiento y los resultados de su defensa oral, en la asignatura de Economía de 1º de Grado de Arquitectura Técnica. Así, a través del mismo se trabaja y evidencia la competencia transversal de comunicación efectiva. Siguiendo a Chan (2011), planteamos el desarrollo de la competencia de comunicación efectiva en primer curso, en lugar de posponerlo al posgrado. De hecho, algunos estudios demuestran que se desarrolla con menos eficacia cuando se integra en los últimos cursos o cuando se deja que los estudiantes la desarrollen por su cuenta (De la Harpe y otros, 2009).

En este marco los planes de estudios de los actuales grados universitarios españoles han sufrido diversas modificaciones a lo largo de la última década, y por ende las asignaturas relativas a los mismos. En nuestro caso, la evolución de la asignatura de Economía se muestra en las Tablas 1, 2 y 3. Estas indican su conversión de la antigua Arquitectura

Los arquitectos técnicos también necesitan hablar en público

Técnica al actual Grado en Arquitectura Técnica y su adaptación a las nuevas metodologías docentes derivadas de la adecuación del tratado de Bolonia a nuestro contexto universitario (Fernández-Plazaola y otros, 2012).

Tabla 1: Distribución de créditos de la asignatura de Economía Aplicada.

PLAN 2008/2009	
ECONOMÍA APLICADA 6 créditos (60 h presenciales) TRONCAL 1º	
Teoría de aula 4.2 créditos (42 h presenciales)	Prácticas 1.8 créditos (18 h presenciales)
	Prácticas evaluables y no evaluables de base teórica.

Tabla 2: Distribución de créditos de la asignatura de Economía.

PLAN 2009/2010		
ECONOMÍA 7.5 créditos ECTS (206.25 h) TRONCAL 1º		
Teoría de aula 3.75 ECTS (103.125 h)	Prácticas 3.75 ECTS (103.125 h)	
	Prácticas Teóricas 1.875 ECTS (51.56 h)	Prácticas Tareas 1.875 ECTS (51.56 h)
	Evaluables y no evaluables de base teórica.	Tareas prácticas asociadas a la teoría

Tabla 3: Distribución de créditos de la asignatura de Economía adaptada a Bolonia.

PLAN 2011/2012		
ECONOMÍA 7.5 créditos ECTS (206.25 h) TRONCAL 1º		
Teoría de aula 3.75 ECTS (103.125 h)	Prácticas 3.75 ECTS (103.125 h)	
	Prácticas Teóricas 1.875 ECTS (51.56 h)	Prácticas Tareas 1.875 ECTS (51.56 h)
	Evaluables y no evaluables de base teórica.	Plan de empresa

La asignatura se encuentra en el primer semestre del grado, correspondiendo al primer cuatrimestre del primer curso del grado en Arquitectura Técnica. Economía ha incrementado el número de créditos de 6 a 7.5 “European Credit Transfer System” (ECTS). A pesar de ello, el número de créditos de la parte teórica ha disminuido de 4.2 a 3.75, debido a un aumento significativo de la parte práctica y aplicada de la asignatura. Los objetivos de la asignatura son:

- Conocimiento adecuado del concepto de empresa, su marco institucional, modelos de organización, planificación, control y toma de decisiones estratégicas en am-

Pons-Morera, Navarro-Astor y Fernández-Plazaola

bientes de certeza, riesgo e incertidumbre; sistemas de producción, costes, planificación, fuentes de financiación y elaboración de planes financieros y presupuestos.

- Capacidad para organizar pequeñas empresas y de participar como miembro de equipos multidisciplinares en grandes empresas.
- Saber aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y resolución de problemas dentro del área de estudio.
- Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- Capacidad de transmitir información oral y escrita en la lengua nativa: ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

Actualmente, en las prácticas de Economía el alumno realiza un plan de empresa dentro del sector de la edificación, aplicando los criterios definidos en clase con el fin de identificar su viabilidad técnica y económico-financiera. Sin embargo, como bien es sabido, el éxito de un proyecto empresarial no depende únicamente de estos parámetros, sino también de la forma de transmitirlo para conseguir que sea financiado.

El peso del plan de empresa sobre el total de la asignatura es del 25%. El plan de empresa propuesto como síntesis de gran parte de los apartados tratados en la parte más teórica de la asignatura se evalúa en base a 2 conceptos. La memoria escrita con un peso del 60% del total de las prácticas (1.5 puntos sobre los 10 finales de la asignatura) y la defensa oral del proyecto empresarial con un peso del 40% de las prácticas (1 punto sobre los 10 finales de la asignatura). Los porcentajes asignados son importantes respecto del global confiriéndole una importancia relativa en el contexto de la asignatura. Este contexto conlleva un obligado trabajo de la competencia de comunicación oral.

En este sentido, durante varios cursos nos dimos cuenta de que el alumnado presentaba deficiencias en la competencia de comunicación oral a la hora de transmitir su idea de negocio mediante la presentación oral. Pensamos que, quizás, esto era debido a que existía una única exposición oral a desarrollar en equipos al final del cuatrimestre. Además, el sistema de evaluación implantado consistía en valorar de forma conjunta el documento escrito del trabajo y la exposición oral, sin especificar los objetivos precisos a alcanzar sobre cada aspecto y sin proporcionar “feedback” a los alumnos, puesto que las presentaciones se desarrollaban en las últimas sesiones de las prácticas. Así, siguiendo a Dasí e Iborra (2007) solicitábamos a los alumnos que realizaran y expusieran un trabajo sin que mediara ninguna etapa formativa en el proceso de aprendizaje. Como docentes, no asumíamos como objetivo propio la enseñanza de la competencia de comunicación oral aunque,

Los arquitectos técnicos también necesitan hablar en público

con carácter finalista, evaluábamos cómo exponían oralmente nuestros alumnos, algo paradójico.

Por todo ello, parecía necesario replantearse la metodología de enseñanza-aprendizaje de esta competencia tan relevante. Siguiendo a Chan (2011), la competencia de comunicación oral debe ser planificada, practicada y evaluada, preferiblemente en escenarios “auténticos”. Con esto quiere decir mediante tareas de aprendizaje y evaluaciones que representen actividades que los estudiantes encontrarán en sus futuros lugares de trabajo o en otras situaciones reales.

En este trabajo se describe detalladamente una experiencia de innovación docente que pretende mejorar la competencia de comunicación oral en el desarrollo del plan de empresa en la asignatura de Economía de 1º de Grado de Arquitectura Técnica.

Descripción de la experiencia docente

La metodología empleada ha consistido en el diseño de un nuevo plan de trabajo para el Plan de Empresa. Por un lado se recogen los objetivos de aprendizaje sobre comunicación oral en el Plan de empresa. Por otro, se ha diseñado un sistema de evaluación en dos fases (intermedia y final) mediante lista de control nivelado de cada uno de los objetivos específicos de la competencia a evaluar. Además, con el fin de que el alumno conozca su progresión en la adquisición de esta competencia, se ha desarrollado un sistema de “feedback”

Tabla 4: Variación en la distribución de sesiones.

2011-2014			2014-2015		
01	Estudio del Sector	Presentación	01	Estudio del Sector	Presentación
02		Estudio del Sector	02		Estudio del Sector
03		Estudio del Sector	03		Estudio del Sector
04		Microeconomía	04		Microeconomía
05		Macroeconomía	05		Macroeconomía
06	Plan Empresa	Idea de negocio	06	Plan Empresa	Idea de negocio
07		Plan de gestión	07		Plan de gestión
08		Análisis de mercado	08		Análisis de mercado
09		Plan de marketing	09		Exposición inicial (Fase 01)
10		Trámites burocráticos	10		Plan de marketing
11		Plan económico-financiero	11		Plan económico-financiero
12	Exposición final		12	Exposición final (Fase 02)	

Durante los años en que hemos desarrollado este diseño docente y tal como indican los estudios de Jackson (2014) hemos ido advirtiendo que los alumnos precisan de retroalimentación cuando efectúan sus defensas orales, y que cuando la reciben mejoran su competencia. En los primeros años de implantación del plan de empresa y a pesar de que evaluába-

Los arquitectos técnicos también necesitan hablar en público

sistema de evaluación y de las herramientas que se iban a utilizar. El listado de control nivelado era por tanto público. Así, disponíamos de 6 grupos para trabajar con la nueva metodología y de 12 que continuaban con la anterior.

Durante las sesiones precedentes a la primera presentación oral, se recordaba a los alumnos que en “x” días posteriores se realizaría la primera defensa de su proyecto en fase 01. Los alumnos eran conocedores de los objetivos docentes del procedimiento y de que iban más allá de la mera evaluación de los contenidos, sino que se trataba de trabajar y evaluar la competencia transversal de comunicación oral.

El día de la defensa oral los alumnos subían a la tarima y, apoyados de los medios auxiliares que estimaban oportunos, desarrollaban su exposición durante 15 minutos, cerrándose ésta con un turno de preguntas abiertas por parte de sus compañeros y del profesorado.

La retroalimentación de la actividad tenía lugar de 2 maneras. Una primera inmediata al acabar cada una de las exposiciones, donde se iban analizando cada uno de los 32 ítems valorados y se hacían los comentarios pertinentes, así como las sugerencias de cambio. Y una segunda evaluación global al final de todas, donde se comparaban unas con otras, poniendo distintos ejemplos para hacer una comparativa entre iguales.

El último paso consistió en generar una hoja de cálculo con las valoraciones de todos los equipos en todos sus ítems en fase 01 y en fase 02, para de esta manera poder evaluar el funcionamiento de la metodología.

Resultados y discusión

Como indican las Figuras 2 a 4, tanto en contenido como en organización como en la actuación personal durante la exposición, las valoraciones de los alumnos son superiores en la fase final (02) respecto a la fase inicial (01). Además, esto se cumple para cada uno de los 32 aspectos analizados en la lista de control nivelado.

Este resultado apoya evidencias empíricas previas, indicativas de que la práctica de la presentación oral es crucial para mejorar esta competencia y para reducir el recelo y el temor asociados a la misma. Además, las mayores mejoras de la competencia parecen darse entre la primera y la segunda actuación (Van Ginkel y otros, 2015). Nuestros resultados globales también demuestran que el “feedback” explícito proporcionado a los alumnos ha resultado de utilidad y ha permitido mejorar su competencia oral, cumpliendo el objetivo principal de esta experiencia docente.

A continuación presentamos los resultados para cada uno de los tres bloques analizados.

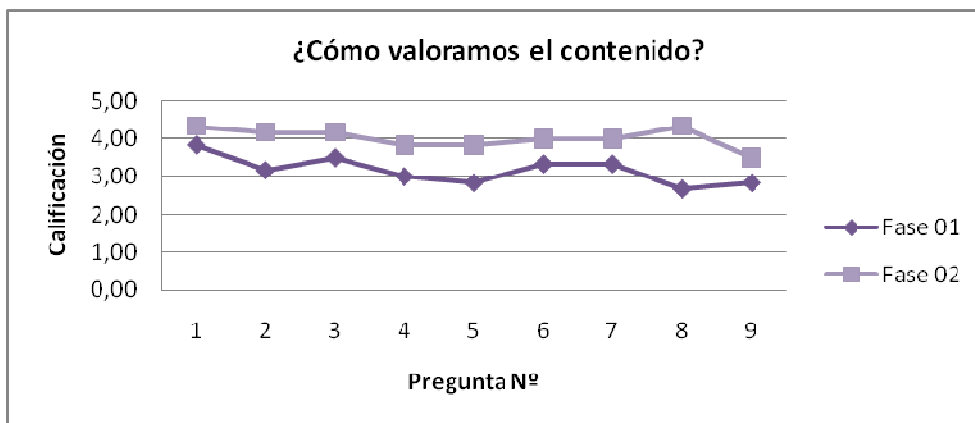
Valoración del contenido

Es el bloque con mayores puntuaciones medias alcanzadas por los alumnos tanto en la fase inicial como en la fase final. El ítem con mayor incremento en las valoraciones tras la re-

Pons-Morera, Navarro-Astor y Fernández-Plazaola

troalimentación es el 8, relacionado con el dominio y el control mostrado sobre el tema presentado. Este resultado es lógico y no nos sorprende, puesto que los alumnos han dispuesto de más tiempo para preparar los contenidos. De hecho, en la fase de valoración inicial todavía no tenían el plan de empresa terminado.

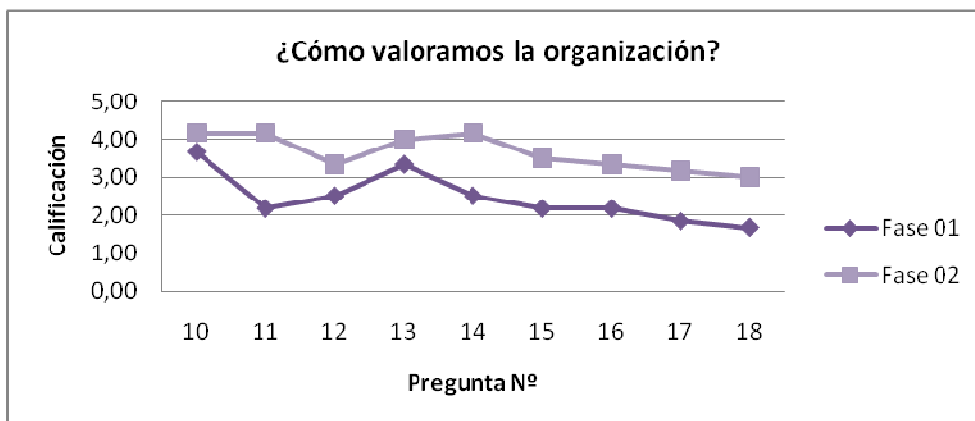
Figura 2: Valoración del contenido. Comparativa de Calificaciones Fase 1 y Fase 2.



El segundo ítem con mayor diferencia positiva en calificación entre fases es el 5, relacionado con la utilización de los recursos de apoyo (el Power Point diseñado). De nuevo en este caso los alumnos han podido mejorar y perfeccionar sus recursos de apoyo entre una fase y la otra, en base a las sugerencias del profesor.

El punto 1 “Claridad del objetivo del discurso” es el que menor diferencia en calificación presenta entre fases, hecho que tampoco sorprende puesto que ya partía de una muy alta calificación en la fase inicial (casi un 4), con lo cual superarlo resultaba complicado.

Figura 3: Valoración del contenido. Comparativa de Calificaciones Fase 1 y Fase 2.



Los arquitectos técnicos también necesitan hablar en público

Valoración de la organización

Este apartado del listado de control es el que partía con menores calificaciones medias para casi todos sus ítems en la fase 1 y, sin embargo, presenta las mayores diferencias positivas en las calificaciones de casi todos sus ítems (ver Figura 3). Esto podría deberse a que los aspectos organizativos son sencillos de mejorar con las indicaciones de la visión global del profesor.

El punto 11, “¿Ha presentado un esquema del tema?” es el que mayor intervalo de mejora presenta tras el “feedback”. Así, partía de valores cercanos al 2 en la fase inicial, indicando que algunos equipos no habían incluido un esquema en el primer borrador de presentación. Lógicamente, tras la evaluación, dichos equipos han reaccionado y lo han incorporado, mejorando notablemente la calificación.

El punto 14 “¿Subraya los conceptos más relevantes de la empresa?” es el segundo con mayor variación positiva en la calificación. De nuevo, los alumnos reciben la retroalimentación y actúan en consecuencia en la segunda fase, mejorando el resultado inicial.

El ítem 10, “¿Realiza una introducción al tema?”, es el que menor diferencia positiva muestra tras la retroalimentación, porque ya partía de valores muy positivos cercanos al 4, difícilmente mejorables.

El punto 18 “la conclusión logra la integración del discurso” es el que menor valoración presenta tanto en la fase inicial (no llega a 2) como en la final (3). Este resultado es también coherente, puesto que ser capaz de concluir un trabajo de forma integradora es un resultado de aprendizaje de mayor complejidad que el resto. Además, no hay que olvidar que la experiencia docente se lleva a cabo con alumnos de primer cuatrimestre de primer curso del grado. Aún así, sí son capaces de mejorar respecto a su primer borrador de presentación.

Valoración de la exposición

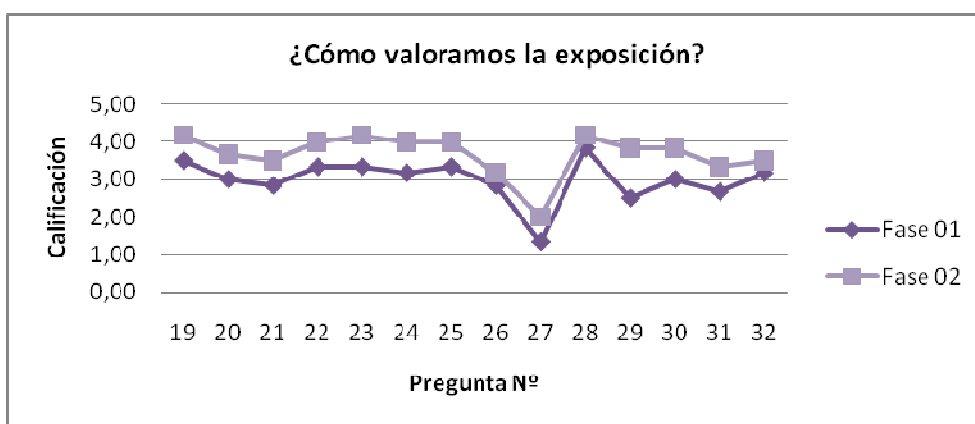
Como muestra la Figura 4, de los tres bloques analizados en el “check list” de evaluación, éste es el que presenta menores diferencias positivas tras la retroalimentación proporcionada por el profesor. Así, por ejemplo, los ítems relacionados con el uso de los silencios y las pausas (26) y el campo visual que abarque a toda la audiencia (28), son los que muestran las menores mejoras de todo el listado. Lo mismo sucede con el modo en que se responde a las preguntas del público (32). Además, el ítem 27, sobre el uso de muletillas, presenta tanto la menor valoración inicial (poco más de 1) como final (2). Sí presenta mejoría, pero poca.

La explicación a este aparente menor éxito de nuestra experiencia docente reside en que este apartado está relacionado con las habilidades personales del alumno para exponer ante una audiencia y considera aspectos de su actuación que tienden a mejorarse gracias a la práctica y a la experiencia. Así, el recelo y el temor de los alumnos tienden a disminuir a

Pons-Morera, Navarro-Astor y Fernández-Plazaola

medida que practican, a la vez que aumentan la seguridad y la confianza. (Ginkel y otros, 2015). Para afianzar y mejorar notablemente aspectos relacionados con el uso de las pausas y los silencios, el manejo de la mirada y la eliminación de muletillas, los alumnos deberían repetir la experiencia de exponer en público muchas más veces, para dejar de ser novatos inexpertos.

Figura4: Valoración de la exposición. Comparativa de Calificaciones Fase 1 y Fase 2.



Asimismo, destacable resulta el ítem 29 sobre la comunicación no verbal, porque presenta la mayor evolución positiva tras el “feedback” proporcionado al finalizar la fase 1. Esto puede deberse a que los alumnos se mostraban mucho más nerviosos y cohibidos en la fase inicial y, en consecuencia, demostraban poca naturalidad, mostrándose más rígidos e incómodos. Por el contrario, en la fase 02, tras haber roto el hielo inicial de la primera vez, son capaces de incorporar el lenguaje no verbal en su discurso oral.

Conclusiones

Se ha descrito la experiencia docente realizada durante el curso 2014-15 dirigida a mejorar la competencia oral de los alumnos de Economía del primer curso del grado en Arquitectura Técnica, a través de las presentaciones orales.

Por una parte, entre los aspectos positivos de la experiencia subrayamos la notable mejora experimentada en las valoraciones de los alumnos en los contenidos de la presentación oral, en su organización, así como en la exposición en sí. En consecuencia, el objetivo de partida planteado se ha logrado: gracias al cambio metodológico introducido ha habido una mejora de la competencia transversal en comunicación oral. Además, a través de los comentarios recibidos de los alumnos y de la observación de su actitud en el aula, percibimos que para ellos, enfrentarse a una presentación oral previa, bajo las mismas condiciones que la final, es sumamente útil y satisfactorio. También, gracias al aprendizaje entre iguales, se ha incrementado la motivación de los alumnos.

Los arquitectos técnicos también necesitan hablar en público

Por otra parte, entre los aspectos negativos destacamos que en grupos de clase numerosos, durante sesiones con muchas defensas orales consecutivas de planes de empresa, detectamos la caída de atención de los alumnos debido a la repetición de temas. Como medida correctora sugerimos limitar el número de presentaciones orales consecutivas en una misma sesión a cuatro.

Detectamos otra limitación relacionada con la lista de control nivelada utilizada como instrumento de evaluación. El curso próximo utilizaremos una rúbrica que a día de hoy ya está diseñada. Este documento estará compuesto por tres elementos considerados indispensables: los criterios a tener en cuenta para la evaluación de la presentación oral, los niveles de calidad y los pesos de cada criterio, y los puntos asignados a cada nivel de calidad (Marín-García y Santandreu-Mascarell, 2015).

Por último, entre nuestros planes de futuro, siguiendo los principios de diseño de Van Ginckel y otros (2015) para el desarrollo de la competencia de presentación oral, en el próximo curso académico pretendemos incorporar la participación de los pares en el proceso de evaluación formativo, así como la autoevaluación.

Referencias

- ANECA (2005). *Libro Blanco. Título de Grado en Ingeniería de Edificación*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.
- Bhattacharejee, S., Ghosh, S., Young-Corbett, D.E. y Fiori, C.M (2013). Comparison of industry expectations and student perceptions of knowledge and skills required for construction career success. *International Journal of Construction Education and Research*. Vol. 9, No. 1, pp. 19–38.
- Chan, V. (2011). Teaching oral communication in undergraduate science: Are we doing enough and doing it right? *Journal of Learning Design*. Vol 4, No 3, pp. 71–79.
- Dainty, A., Moore, D. y Murray, M. (2006). *Communication in Construction. Theory and Practice*. Taylor and Francis.
- Dasí, A. y Iborra, M. (2007). La mejora de la comunicación oral: una perspectiva de proceso, en La evaluación de los estudiantes en la Educación Superior. Apuntes de buenas prácticas. Universitat de València. Servei de Formació Permanent, pp. 100-107.
- De La Harpe, B., Radloff, A., Scoufis, M., Dalton, H., Thomas, J., Lawson, A., David, C. y Girardi, A. (2009). The b factor project: Understanding academic staff beliefs about graduate attributes. Strawberry Hills, NSW: ALTC.
- Fernández-Plazaola I., Pons M., Llinares C., Montañana A., Navarro E. (2012). Implementation of project based learning methodologies to improve students affinity to a knowledge area. Applying a case study. *INTED 2012*, pp.125-133.
- Gallego, I., López, J.M., Rodríguez, E., Salamí, E., Santamaría, E. y Valero, M. (2010). Presentaciones orales a un coste razonable. *XVI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*. Universidade de Santiago de Compostela. Escola Técnica Superior d'Enxeñaría, pp. 25-32.

Pons-Morera, Navarro-Astor y Fernández-Plazaola

- Gracia, J. (2011). Descripción de una experiencia para el desarrollo de exposiciones orales en Informática. *Revista de Formación Educativa Universitaria*. Vol. 4, No. 2, pp. 115-125.
- ICE (2015). *Documento de apoyo para la preparación de las Guías Docentes de la asignaturas puntos de control de competencias transversales*. Instituto de Ciencias de la Educación, UPV.
- Jackson, D. (2014). Business graduate performance in oral communication skills. *The International Journal of Management Education*. Vol. 12, No. 1, pp. 22-34.
- Love, P.E.D. y Haynes (2001). Construction managers' expectations and observations of graduates. *Journal of Managerial Psychology*. Vol. 16, nº 8, pp. 579-598.
- Marin-García, J.A. y Santandreu-Mascarell, C. (2015). ¿Qué sabemos sobre el uso de rúbricas en la evaluación de asignaturas universitarias? *Intangible Capital*, Vol. 11, No. 1, pp. 118-145.
- UPV (2015). La comunicación efectiva como competencia transversal. Encontrado en <http://excelcon.blogs.upv.es/2015/02/24/la-comunicacion-efectiva-como-competencia-transversal/>
- Van Ginkel, S., Gulikers, J., Biemans, H. y Mulder, M. (2015). Towards a set of design principles for developing oral presentation competence: A synthesis of research in higher education. *Educational Research Review*. Volume 14, pp. 62–80.

Decálogo para el desarrollo de la creatividad

Pedro Fuentes-Durá^a y Marina Puyuelo Cazorla^b

^aEscuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, pfuentes@iqn.upv.es y ^bEscuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, mapuca@ega.upv.es.

Abstract

Here we describe the approach to improve students' creativity. Creativity is a specific competence that facilitate complex learning on higher education context.

We place creativity as a personal and professional competence. We also organize the tools which stimulate and support its development.

We propose a decalogue to facilitate the strategic and innovative thinking, focus on creativity as the key factor of the complex learning..

Keywords: *strategic thinking, complex learning, creativity, PBL, European Project Semester.*

Resumen

En esta ponencia se describe cómo se plantea el desarrollo de la creatividad del alumno, entendido como una competencia específica facilitadora del aprendizaje complejo en el contexto universitario.

Se sitúa la creatividad como competencia personal y profesional y se clasifican las herramientas que la potencian y apoyan su desarrollo.

Se propone un decálogo para facilitar el pensamiento estratégico e innovador, tomando la creatividad como piedra angular del aprendizaje complejo.

Palabras clave: *pensamiento estratégico, aprendizaje complejo, creatividad, PBL, European Project Semester.*

Decálogo para el desarrollo de la creatividad

1. Introducción

A los jóvenes que acaban sus estudios universitarios se les pide ser emprendedores e innovadores. Para ello, entre otras cosas, necesitan una mentalidad creativa que les permita producir nuevos productos, proporcionar nuevos servicios o participar en nuevos procesos. Parece obvio que la única forma de sobrevivir es generar valor añadido para los usuarios, *that's today's business landscape*, como diría Bonn (2001).

La creatividad beneficia a los individuos y a las organizaciones. Todos los individuos son creativos, todos son capaces de innovar, es decir, de encontrar vías para hacer cosas mejores o hacer mejor las cosas. Pero un adecuado entrenamiento juega un papel crucial para catalizar la creatividad. Esta se vuelve natural con su continua aplicación y repetición a través del tiempo y se puede aprender (De Bono, 2004). Estas capacidades complejas se pueden desarrollar al máximo nivel en la educación universitaria, de ahí la necesidad de su estudio e implementación (Goldman, 2009).

Existen 6 razones fundamentales para prestar atención a la creatividad desde el punto de vista de la educación superior:

- A. Los procesos de innovación requieren creatividad (AENOR, 2006).
- B. Un aprendizaje complejo sólo se alcanza a través de experiencias de diseño que incluyan un conocimiento del pasado, una atención al presente y una proyección hacia el futuro (Llovet, 1979).
- C. Los estudiantes están participando de un cambio en el paradigma de la educación superior donde el aprendizaje se basa cada vez más en proyectos/problemas, empresas, internet y competencias (Vest, 2012).
- D. La globalización unida a la necesidad de adaptación al cambio hace que tanto en la dimensión personal como profesional sea cada vez más temprana la edad en que se hacen necesarias habilidades creativas (Oltra et al., 2014).
- E. La empleabilidad ha adquirido un papel crucial en el ámbito universitario, y los empleadores buscan personas que sean capaces de desarrollar enfoques creativos (Sweet y Meiksins, 2013).
- F. Por otro lado, el auge del emprendimiento insta a la formación de los estudiantes en la estrategia empresarial, donde se considera a la creatividad como una fuerza impulsora de la competitividad (Edwards-Schachter et al., 2015).

Sharifi (2012) arguyó que el pensamiento no lineal puede ser más práctico en situaciones complejas y competitivas porque tiene implicaciones significativas para el diseño de proce-

Pedro Fuentes-Durá y Marina Puyuelo Cazorla

sos de planificación. El pensamiento estratégico no es meramente pensar acerca de la estrategia sino el uso de analogías y similitudes para desarrollar nuevas ideas creativas y diseñar acciones basándose en nuevos aprendizajes que proporcionan una visión integradora.

1.1 El contexto

La Universitat Politècnica de València (UPV) está trabajando en la revisión de la definición de las competencias de sus titulaciones oficiales para tratar de medir y garantizar su adquisición. Las titulaciones impartidas en la UPV se diseñaron en torno a un catálogo de conocimientos y competencias profesionales que constituían la meta formativa de cada titulación.

Sin embargo las exigencias del entorno profesional, el acceso y desarrollo de las tecnologías de la información ha hecho evolucionar este concepto distanciándose de la mera adquisición de conocimientos hacia una valoración de las competencias como desarrollo integral del individuo. Además, Para validar este grado de alcance se dispone de experiencia en el caso de las competencias específicas; sin embargo, en el caso de las competencias transversales la experiencia es mucho menor. A esta dificultad se suma el hecho de que las competencias transversales suelen validarse a través de varias asignaturas, apareciendo un nuevo reto evaluativo.

La UPV realizó, durante el verano de 2014, una serie de reuniones informativas con el fin de preparar las acciones a realizar y actualmente existe un grupo de trabajo para cada una de las competencias transversales listadas en su proyecto institucional. La UPV considera tres vías principales para la adquisición de competencias: los planes de estudios, los trabajos fin de grado (o máster) y las actividades extracadémicas.

Por otra parte, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la UPV lleva a cabo un proceso de optimización continua de las titulaciones impartidas en la misma, especialmente en lo referente a metodologías docentes que mejoren el aprendizaje activo y las oportunidades de aprendizaje.

1.2 El desarrollo de la creatividad

El afrontamiento clásico del desarrollo de la creatividad pasa por el desbloqueo psicosociológico y la enseñanza de técnicas de creatividad.

El desbloqueo psicosociológico es complicado porque requiere un análisis complejo y un tratamiento poco escalable de la situación. Requiere mucha más atención individual que grupal. Los planes de desarrollo personal son la solución característica.

Decálogo para el desarrollo de la creatividad

Tabla 1. Bloqueos al desarrollo de la creatividad

Perceptuales	Falta de visión, perspectiva, estereotipos, oclusión, pensamiento literal
Emocionales	Perfeccionismo, procrastinación, miedos
Culturales	Tradicción, jugar es de niños, los sueños son para los locos, zona de confort
Ambientales	Estrés, atmósfera de trabajo, organización, prácticas de supervisión
Intelectuales	Receptividad, mente abierta
Conceptuales	Entender los problemas, asunciones erróneas

La enseñanza de técnicas de creatividad es valiosa pero tiene muchas limitaciones. Por ejemplo la visión de su utilidad aislada, la simplificación de su ejecución o el sesgo de las mismas hacia las tradicionales industrias creativas. Por otro lado, algunos de esas técnicas se basan en *kits* injustificadamente onerosos.

Consideramos que un afrontamiento pedagógico es mucho más eficiente para el desarrollo de la creatividad. Permite una escalabilidad y una transferencia mucho mayores, al tiempo que no se limita a metodologías sesgadas, manidas y/o simplificadas. Por ello proponemos un decálogo para fomentar la creatividad sin menoscabo de las técnicas que deben usarse y de los desbloques que puedan facilitarse.

Proponemos un decálogo surgido de la experiencia de los autores en la docencia universitaria durante dos décadas, en la que se ha participado en diferentes asignaturas y titulaciones. En algunos casos, la creatividad es parte fundamental, como en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos (Puyuelo et al., 2014) o el European Project Semester (EPS) y en otros es prácticamente inexistente. El EPS ha sido un colosal banco de pruebas durante los últimos 10 años. Independientemente del modelo pedagógico escogido, la motivación de los estudiantes necesita tareas interesantes y retadoras que le permitan, con un esfuerzo razonable, sentirse satisfecho de lo realizado. EPS proporciona un enfoque PBL caracterizado por la diversidad (multidisciplinariedad, internacionalidad, etc.) de alumnos y profesores trabajando en retos complejos en el contexto universitario (Fuentes-Durá et al., 2014).

2. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es identificar y explicar la necesidad e importancia del desarrollo de la creatividad del alumno, cualquiera que sea su disciplina a través de actividades y metodologías activas que conducen al aprendizaje del individuo, y al desarrollo de sus habilidades y capacidades.

Pedro Fuentes-Durá y Marina Puyuelo Cazorla

Un segundo objetivo es proporcionar un decálogo utilizable en la enseñanza superior. La idea es que se pueda emplear tanto desde el punto de vista del profesor como desde el punto de vista conjunto de un equipo de profesores o de los gestores universitarios.

El tercer objetivo es la contribución al desarrollo profesional de los profesores de la ETSID en el campo de la innovación educativa, con especial referencia a la creatividad.

El presente trabajo se centra en la formulación de una estrategia, en forma de decálogo, para reforzar el desarrollo de la creatividad individual y grupal, que ayude a la consecución de objetivos, en términos de resultados académicos o profesionales, y al desarrollo de aptitudes y habilidades. También se aportan sendos esquemas de un número importante de técnicas (métodos/herramientas) educativas relacionados con la creatividad. Se han incluido fundamentalmente técnicas que se emplean con frecuencia en el ámbito profesional.

3. Resultados

3.1 Decálogo para fomentar la creatividad

A continuación se expone un decálogo para fomentar la creatividad. Los diferentes actores de la educación superior pueden seguir, en todo o en parte, estas ideas para aumentar la calidad creativa de sus actuaciones y/o la capacidad creativa de sus personas.

Para su elaboración se han tenido en cuenta conceptos básicos como la pregunta como motor de la creatividad (Aguilera, 2011), o la relación entre la creatividad, la motivación, lo que se conoce y el pensamiento (Amabile, 1998). También se han incorporado ideas procedentes de los intentos de medir y evaluar la evaluación, especialmente de aquellas rúbricas que guían el proceso de aprendizaje (Goodrich Andrade, 2005). Por supuesto, las problemáticas que se afronten en las actividades docentes serán más potentes cuanto más significativas, más comprometidas y más abiertas sean.

Tabla 2. Decálogo para fomentar la creatividad

Ejercicios divergentes	Atmósfera creativa
Retos abiertos	Exhibición del trabajo
PBL	Cuanto antes mejor
Decisión de ser creativo	Multidisciplinar
Metacognición de ser creativo	Jugar

Decálogo para el desarrollo de la creatividad

Ejercicios divergentes

En los ejercicios divergentes no existe una respuesta correcta. Ni siquiera un conjunto de ellas. El profesor plantea, dinamiza y acompaña un ejercicio que constituye un “viaje de interés” con preguntas como:

¿Cómo será la industria musical en 2020?

¿Es aceptable que una empresa adopte un niño?

¿Qué se ve ahí?

¿Qué haría en esta situación?

Retos abiertos

En este caso si hay respuestas o resultados correctos, probablemente muchos. Pueden usarse diferentes técnicas de creatividad para resolver el reto.

¿Cómo puede columpiarse un niño en silla de ruedas?

En el cuadro individual de un campeonato individual de tenis hay 127 jugadores. ¿Cuántos partidos hacen falta?

¿Cómo se calcula el promedio?

¿Cómo se podrían almacenar los datos médicos de una persona en su propio cuerpo?

Las prácticas de campo constituyen una herramienta muy valiosa para el estímulo de los retos abiertos.

PBL

El aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos constituye la sublimación de los dos puntos anteriores. Ejecutado correctamente, PBL incide en un amplio rango de habilidades mentales, incluyendo el pensamiento creativo, al tiempo que liga la educación con experiencias reales, relevantes y, al tiempo, abiertas. Esta conexión es crucial para enganchar a los estudiantes e incrementar su motivación (Castejón et al, 2006).

Cuanto más próximos sean los temas a las vidas de los estudiantes, mas significativos y constructivos serán los resultados.

La metodología PBL ha cobrado tal protagonismo que incluso UNESCO auspicia centros de estudios sobre ella (<http://www.ucpbl.net/>).

Decisión de ser creativo

El alumno debe saber que la creatividad es bienvenida. Debe entender que la curiosidad y la exploración son muy valiosas.

Pedro Fuentes-Durá y Marina Puyuelo Cazorla

Los alumnos deben aportar sus propias experiencias y deben responder creativamente a preguntas generales antes de enfrentarse a preguntas específicas de su disciplina:

¿Dónde colocaría un tercer ojo con visión en el cuerpo humano?

¿Qué harías si la vida te da un limón?

¿Qué trabajo elegiría entre los siguientes?

¿Qué cambiaría si fuese ilegal desconectarse de internet?

Para acelerar el proceso creativo de los estudiantes, se pueden seguir las sugerencias de Sloan (2006): En lugar de decir no, formula una pregunta; Formula preguntas para profundizar; Registra pensamientos, sentimientos y nuevas preguntas en un blog (diario o cualquier otra vía); Tómame tiempo tomar nota de los sentimientos que acompañan a tus pensamientos; Reflexiona acerca de las cosas que provocan preguntas o sentimientos fuertes; Dibuja (o diseña) tus ideas estratégicas en lugar de escribirlas; Diversifica y mejora tu *verbal engagement*; Escribe palabras y analogías que ilustren tus asunciones y creencias sobre los problemas estratégicos.

Metacognición de ser creativo

Es importante educar a los estudiantes en el campo de la creatividad. Dejadles claro su potencial y sus opciones desarrollo: técnicas, gestión de emociones, perseverancia, uso del tiempo, etc.

Es crucial ayudarles a usar el lenguaje para encuadrar la experiencia de los sentidos. Para generar modelos creativos del mundo. Grandes escuelas de pensamiento se han sostenido en bares y cafés. Einstein confesaba que desarrolló sus mejores ideas en conversaciones casuales con amigos.

Las empresas más poderosas del mundo están incluyendo la característica creativa entre sus palabras clave en los procesos de selección y las universidades más prestigiosas del mundo también están haciendo explícita la importancia del factor creativo.

Atmósfera creativa

La atmosfera condiciona la conducta. Los recursos no proporcionan el salto creativo, ni el método lo garantiza. Pero una atmósfera de confianza, de aceptación del riesgo, de atención a la motivación, de aprendizaje del error, facilita una autoestima suficiente y una perseverancia que hacen posible la consecución de resultados creativos.

El análisis de ejemplos clásicos como la resolución de problemas de Shackleton o contemporáneos como la Orquesta de Instrumentos Recicladados de Cateura o la Casa biorreactor BIQ pueden resultar inspiradores.

Decálogo para el desarrollo de la creatividad

Exhibición del trabajo

La exhibición del trabajo que ha realizado, o que se está realizando, o que se pretende realizar, alimenta la creatividad. Hacer participar a usuarios de un servicio o producto durante su diseño o desarrollo parece inexcusable pero a veces no es sencillo. Recoger ideas, escuchar sugerencias, incorporar opciones, descartar propuestas es más fácil si se exhibe el trabajo.

Esto se puede hacer intraasignatura, interasignatura, o con participación externa. Las nuevas tecnologías multiplican las opciones.

Los formatos de presentación de los conceptos deben ser variados para vertebrar el proceso creativo. Así, todos los estudiantes deberían pasar por un surtido de formatos que incluirían: prototipos, videos, *pecha kucha*, palabra solo, poster, *speed geeking*, *elevator pitch*.

Actualmente hay un número elevado y creciente de opciones de participación en concursos, certámenes y competiciones de ideas, productos y proyectos que pueden servir para motivar a los estudiantes y/o como referencia para el desarrollo de la creatividad. Por citar algún ejemplo:

- James Dyson Award, *Design Something that Solves a Problem*
- Concurso de Ideas, Proyectos de eficiencia energética, *EIT-Climate KIC*
- Premio Talgo a la Innovación Tecnológica
- *International Bicycle Design Competition*

Cuanto antes mejor

La plasticidad del primer año universitario permite asimilar una transformación profunda. En este curso su puede forjar un modo, una cultura, una actitud, que difícilmente va a conseguirse en un curso posterior. Por lo tanto, es crucial que se empiece a aplicar el decálogo desde el principio de los estudios superiores.

Multidisciplinar

El mundo es multidisciplinar, las fronteras entre áreas de conocimiento son una necesidad burocrática y una simplificación perniciosa académicamente. El resultado es que el sistema incorpora continuamente nuevas “interdisciplinas” como asignaturas o incluso como títulos universitarios. Por poner algunos ejemplos: Sociomática, Biomedicina, Electromecánica, Psicopedagogía, Sensores, Mantenimiento, Edificación sostenible.

Hay que acostumbrar a los estudiantes a buscar ideas novedosas a situaciones conocidas (o desconocidas) integrando conocimientos de varias disciplinas, fuentes o ámbitos.

Pedro Fuentes-Durá y Marina Puyuelo Cazorla

Hay que acostumbrar a los estudiantes a colaborar con personas con diferente formación, para abordar problemas de gran complejidad.

Como ejemplos sencillos de actividad multidisciplinar podemos citar a alumnos de teatro interpretando el papel de pacientes para estudiantes de medicina o alumnos de administración de empresa haciendo planes de negocio para productos diseñados por estudiantes de ingeniería mecánica.

Jugar

LEGO® SERIOUS PLAY® Method es un proceso de reunión, comunicación y resolución de problemas en el que se guía a los participantes a través de una serie de cuestiones para profundizar en un tema. Cada participante construye su propio modelo que sirve como base para la discusión, el intercambio de conocimientos, la resolución de problemas y la toma de decisiones. Se usa en el programa de liderazgo estratégico de la University of Oxford, por ejemplo.

En general, la situación de juego es muy potente como herramienta educativa. Lo es, especialmente si entramos en una situación de *flow* (Csikszentmihalyi, 1996, 1999). Cuando la inteligencia y la creatividad fluyen, aprendemos y disfrutamos. Por lo que progresamos y crecemos, sin la percepción de esfuerzo y/o hastío. Asimismo, el disparo emocional contribuye a un recuerdo más sólido.

La gamificación es el empleo de mecánicas de juego en entornos y aplicaciones no lúdicas con el fin de potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo, la fidelización y otros valores positivos comunes a todos los juegos. Es una puerta a la creatividad (Kristiansen et al, 2014).

3.2 La creatividad al servicio del pensamiento estratégico

La manera más simple para trabajar el pensamiento estratégico (PE) con los estudiantes es considerar la siguiente simplificación del patrón de pensamiento de Drucker en tres etapas (Zand, 2010): 1) Hacer preguntas penetrantes, 2) Cambiar el encuadre y simplificar, 3) Considerar asunciones alternativas. Evidentemente, las preguntas han de ser respondidas por quien conozca la realidad actual y futura y por lo tanto puede generar y evaluar un conjunto creativo de opciones estratégicas.

Para el desarrollo del PE individual:

- A. Creamos un proceso de inmersión en el tema (clases, investigación, sesiones generativas) y en el contexto (seminarios, visitas, entrevistas, observaciones) al tiempo que se desarrollan actividades de construcción del equipo. Esto hace posible una comprensión holística.

Decálogo para el desarrollo de la creatividad

- B. Cultivamos la creatividad individual (colores, objetos, relajación, asociación libre, analogías, mapas mentales).
- C. Generamos una visión hacia el futuro (futuro perfecto, preparación para el cambio, pensamiento en tres horizontes).

El desarrollo del PE requiere el examen de individual de las creencias y asunciones de cómo funciona el mundo. Uno de los principales impedimentos para adoptar un pensamiento abierto y un estilo crítico/preguntón imprescindibles para el PE es la tendencia a rechazar lo que no es tangible o conocido. Identificar y comprender nuestro modelo mental comienza con una introspección que haga aflorar nuestra imagen de la realidad y permita criticarla. Esto conduce a un pensamiento abierto que aumenta la sensibilidad y el interés por entender a los demás, lo que implica conceptos esenciales para un exitoso PE: habilidades de escucha, resonancia, inteligencia emocional.

3.3 Herramientas para la creatividad individual y en equipo

La creatividad ha de desarrollarse individualmente y en equipo. De este modo los estudiantes entienden la influencia del contexto organizacional en la conducta y el pensamiento individual; y la contribución de los individuos a los grupos.

La evaluación es una parte del ciclo de entrada, transformación y resultado, en la que la percepción, la comprensión y el razonamiento alcanzan el máximo nivel (Wells, 2001). La creatividad articula un ciclo con preguntas como ¿Qué parece que va a pasar? ¿Qué posibilidades tenemos? ¿Qué vamos a hacer al respecto? Para el desarrollo de la creatividad creamos estructuras, procesos y sistemas que:

- Hagan crecer el dialogo dentro del equipo (Gordon/Little, proceso de cambio en ocho pasos, enfoque a resultados).
- Obtengan rédito de la ingenuidad de cada participante (tormenta de ideas, *brainwriting*, seis sombreros, matrices).

Los equipos pueden aplicar cinco enfoques estratégicos para obtener resultados innovadores: diferenciarse de los competidores y ser, lógicamente, mejor que ellos; emular emprendedores exitosos; encontrar nuevas oportunidades; orientándose al futuro; ser colaborativos.

3.4 Taxonomía de técnicas relacionadas con la creatividad

En las siguientes tablas se muestran técnicas educativas utilizadas característicamente en el proceso proyectual, bien con la perspectiva *design thinking* (tabla 3), bien con la perspectiva de pensamiento estratégico (tabla 4).

Pedro Fuentes-Durá y Marina Puyuelo Cazorla

Tabla 3. Técnicas utilizadas para el desarrollo del *design thinking* mientras se elabora un proyecto. Prácticamente en todas ellas la creatividad es crucial.

INMERSIÓN	ANÁLISIS	IDEACIÓN	PROTOTIPO
Reencuadre/planteamiento	Diagrama de afinidad	Tormenta de ideas	P. en papel
Investigación exploratoria	Mapa conceptual	Talleres de diseño	P volumétrico
Investigación de escritorio	Criterios Guía	Menú de ideas	<i>Storyboard</i>
Entrevistas	Personas	Matriz de decisión	Escenarios
Investigación Cultural	Mapa de empatía		
Sesiones generativas	Jornada de usuario		
Un día cualquiera			
Sombra			

Tabla 4. Técnicas empleadas en el proceso de pensamiento estratégico. Se han subrayado aquellas donde la creatividad es crucial.

DÓNDE ESTAMOS	A DÓNDE VAMOS	QUÉ NECESITAMOS	CÓMO LO HACEMOS
Análisis DAFO	<u>Pensando en tres horizontes</u>	<u>Modelo de elementos básicos</u>	WBS y matriz de responsabilidad
Análisis DESTEP	Futuro perfecto	Planificación	Téc. presupuestarias
<u>Business Model Canvas</u>	<u>Business Model Canvas</u>	<u>Técnica de Gordon/Little</u>	<u>Preparación para el cambio</u>
<u>Mapa estratégico</u>	Matriz CAME	Matriz de Ansoff	Enfoque a resultados
<u>Preguntas brutales</u>	Estilos de decisión	Lista de atributos	Estilos comunicativos
Eligiendo el negocio correcto	<u>Seis sombreros para pensar</u>	Análisis de inversión	Proceso de cambio en ocho pasos

4. Conclusiones

El análisis de la literatura científica y de las opiniones de los agentes de interés en educación superior muestra que la creatividad se puede aprender y desarrollar en edad universitaria, es muy recomendable para alcanzar la competencia experta y resulta fundamental para la empleabilidad.

El decálogo propuesto es fácil de usar por los diferentes actores de la educación superior y contribuye a potenciar la creatividad como competencia transversal, lo que contribuirá a la

Decálogo para el desarrollo de la creatividad

calidad y la originalidad de los resultados obtenidos en las actividades y proyectos realizados.

La creatividad es una habilidad valiosa en el actual escenario mundial, caracterizado por su globalidad e incertidumbre. La sociedad demanda graduados con capacidad de innovación continua y pensamiento estratégico con el fin de crear y mantener ventajas respecto a la competencia y progreso continuo. La creatividad en la organización alienta a considerar ideas no convencionales y formular ideas en torno a un objetivo común y compartido.

Los autores agradecen a la UPV la concesión del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa B33/14 y a la Dirección de la ETSID su apoyo incondicional.

Referencias

- AENOR (2006). *Gestión de la I+D+i. Requisitos del sistema de gestión de la I+D+i*. UNE 166002: 2006 EX. Madrid: AENOR.
- Aguilera, Ll. (2011). *Anatomía de la creatividad*. FUNDIT-Escuela Superior de Disseny, Sabadell.
- Amabile T.M. (1998). *How to kill creativity*. Harvard business review, 76 (5), 76-87.
- Bonn I. (2001). *Developing strategic thinking as a core competency* en Management Decision, 39(1), 63-70.
- Castejón J. L., Gilar R., Pérez A. M. (2006). *Aprendizaje complejo: el papel del conocimiento, la inteligencia, motivación y estrategias de aprendizaje* en Psicothema, Vol 18 (4), 679-685.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: flow and the psychology of discovery and invention*. Harper Collins, New York.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). *Implications of a systems perspective for the study of creativity*, en Handbook of creativity (313-315). Cambridge University Press, Cambridge.
- De Bono E. (2010). *How to have a beautiful mind*. Random House, London. 240 pp.
- Edwards-Schachter M. et al. (2015). *Disentangling competences: Interrelationships on creativity, innovation and entrepreneurship* en Thinking Skills & Creativity. Volume 16, June 2015, Pages 27-39.
- Fuentes-Durá P. Puyuelo M., Sanchez L., Ballester E. (2014). *Ambientes complejos para, sencillamente, aprender*. XXII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Valencia.
- Goldman E. et al. (2009). *Experiences to Develop the Ability to Think Strategically* en Journal of Healthcare Management, 54(6), 403-416.
- Goodrich Andrade H. (2005). *Teaching With Rubrics: The Good, the Bad, and the Ugly*. College Teaching, 53 (1), 27-31.
- Kristiansen P., Rasmussen R. (2014). *Building a better business using the LEGO® Serious Play Method®*. Wiley, New York. 240 pp.

Pedro Fuentes-Durá y Marina Puyuelo Cazorla

- Llovet, J. (1979). *Ideología y metodología del diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Oltra M.J. et al. (2014). *Autoevaluación de la innovación*. Versión adaptada a la universidad. Madrid: Club Excelencia en Gestión.
- Puyuelo M., Ballester E., Merino L., Fuentes-Durá P. (2014). *La creatividad como competencia en el Grado de Diseño ¿competencia transversal o específica?* XXII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Valencia.
- Shafiri E. (2012). *Strategic Thinking; a practical view* en *Ideal type of Management*, 1(1), 71-84.
- Sloan, J. (2006). *Learning to Think Strategically*. Oxford, UK.
- Sweet S., Meiksins P. (2013). *Changing Contours of Work: Job and Opportunities in the New Economy*. New Delhi: Sage Publications.
- Vest Ch. (2012). *Educating Engineers for 2020 and Beyond*. Washington: National Academy of Engineering.
- Wells, S. (2001). *To Plan, Perchance, to Think; Aye, There's the Rub* en *Information Outlook*, 5 (9): 8-12.
- Zand D.E. (2010). *Drucker's strategic thinking process: three key techniques* en *Strategy&leadership*, 38(3), 23-28.

Evaluación de la competencia transversal Comunicativa Efectiva en la ETSID de Valencia

Rafael Seiz Ortiz^a

^aETS de Ingeniería del Diseño, Departamento de Lingüística Aplicada, Universitat Politècnica de València. rseiz@idm.upv.es

Abstract

During the last years, the Universitat Politècnica de València, in line with the latest trends in higher education in Europe, has promoted the methodological approach known as competence-based teaching. This involves a paradigm shift that has replaced traditional teaching, based on theoretical knowledge, with a new approach whose main objective is the effective development of a series of skills, abilities and competences to train students in a practical way, allowing them to efficiently cope with the requirements of their professional world. This paper presents a Teaching Innovation and Improvement Project (PIME) whose aim is to develop a tool to evaluate in an objective manner the treatment and improvement of the cross-curricular competence known as “Effective Communication” in several subjects taught at the School of Design Engineering (ETSID) in Valencia.

Keywords: *Cross-curricular competences, Effective Communication, Competence-based teaching, teaching innovation, evaluation through competences.*

Resumen

Durante los últimos años, la Universitat Politècnica de València, en línea con las últimas tendencias en el ámbito de la educación superior en Europa, ha fomentado el enfoque metodológico de la enseñanza basada en competencias. Esto implica un cambio de paradigma que ha sustituido la tradicional enseñanza basada en el conocimiento teórico por un enfoque en que el objetivo es el desarrollo efectivo de una serie de competencias, destrezas y habilidades para formar al estudiante de una forma práctica que le permita desenvolverse eficazmente en el mundo profesional. El presente trabajo presenta un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) cuyo objetivo es desarrollar una herramienta para evaluar de manera efectiva y objetiva el tratamiento y la mejora de la competencia transversal denominada “Comu-

Evaluación de la competencia transversal Comunicativa Efectiva en la ETSID de Valencia

nicación Efectiva” en diversas asignaturas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de Valencia.

Palabras clave: *Competencias transversales, Comunicación Efectiva, Enseñanza basada en competencias, innovación docente, evaluación por competencias.*

Introducción

La Universitat Politècnica de València (UPV), desde hace algunos años, está implementando un proyecto a gran escala que consiste en el fomento y la aplicación práctica en los planes de estudio de una metodología consistente en la enseñanza basada en competencias. Dentro de este proyecto, se ha enfatizado la integración no sólo de las competencias específicas de cada materia de estudio o titulación, sino también, y sobre todo, de las competencias genéricas o transversales, es decir, aquellas que son relevantes para las diferentes materias y asignaturas del plan de estudios. Para ello, primero se estableció una lista con un total de 13 competencias transversales (llamadas en un principio “dimensiones competenciales”), que fueron definidas de una forma sencilla, con vistas a facilitar su implementación práctica. En segundo lugar, se pretende en dicho proyecto integrar las competencias transversales en la docencia de la institución, garantizando la adquisición efectiva de las mismas. Y finalmente, un objetivo primordial consiste en medir y evaluar dicha adquisición de competencias transversales, mediante el establecimiento de métodos y herramientas que permitan llevar a cabo tal evaluación. El Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) presentado en este trabajo se enmarca dentro de esta última fase, es decir, la evaluación de la adquisición de una competencia transversal que la UPV ha denominada “Comunicación Efectiva”, y que es la número 8 en la lista elaborada por esta institución.

El proyecto general de la UPV debe observarse en el contexto global de la convergencia europea en materia de Educación Superior, que tiene múltiples vertientes, una de las cuales es establecimiento de metodologías activas y de la enseñanza basada en competencias, más que en la adquisición de conocimientos teóricos, como era el caso en metodologías más tradicionales. Y, a su vez, esta tendencia general de la convergencia europea que tiene que ver con la adquisición de habilidades y competencias (con sus conceptos relacionados, como el “saber hacer” o el “aprender haciendo”), entronca directamente con una necesidad real del mundo global y competitivo actual, en el cual los profesionales de cualquier disciplina, sobre todo las de tipo técnico, son valorados más por lo que saben hacer y por cómo se desenvuelven profesionalmente, que por los conocimientos que poseen. El enfoque de enseñanza centrado en competencias también se relaciona con una serie de metodologías activas defendidas por la Declaración de Bolonia y por macro proyectos educativos, como por ejemplo el Proyecto TUNING (González y Wagenaar, 2003), que han trabajado para la

Rafael Seiz Ortiz

convergencia europea, como son el aprendizaje experimental, la enseñanza basada en tareas o el enfoque centrado en el aprendiz, entre otros.

En el marco del proyecto general de la UPV, durante el curso académico 2014-15, un grupo de profesores y profesoras de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de esta universidad nos embarcamos en un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa denominado “Evaluación de la competencia transversal Comunicación Efectiva en los estudiantes de la ETSID”, que se presentará más adelante, y cuyo objetivo principal es el establecimiento de un sistema para medir y evaluar la adquisición de la competencia Comunicación Efectiva en un contexto real de enseñanza superior, de manera que ese sistema pueda emplearse en otros contextos similares. Esto respondía a una necesidad expresada por la Universidad, a la hora de aplicar coherentemente el enfoque por competencias. El proyecto PIME, todavía en desarrollo, ha dado lugar a una herramienta evaluativa de medición de una competencia transversal tan fundamental como la Comunicación Efectiva.

En este trabajo, primeramente se presentarán algunos fundamentos teóricos relacionados con las competencias transversales en general y con la Comunicación Efectiva en particular. Seguidamente, se presentará el proyecto PIME “Evaluación de la competencia transversal Comunicación Efectiva en los estudiantes de la ETSID”. Finalmente, se presentarán algunos resultados del proyecto, en concreto un modelo y una herramienta para evaluar dicha competencia en un contexto de enseñanza de la Ingeniería.

Fundamentos teóricos

El concepto de competencia implica un saber hacer complejo, y son entendidas como la activación de los conocimientos para saber hacer algo bien, dado que se centran en las necesidades, en los estilos de aprendizaje y en el potencial individual de los estudiantes para que lleguen a manejar eficazmente las destrezas solicitadas por el mundo profesional (Coll, 1990). Entre las características fundamentales del concepto de competencia que se han tomado en consideración en este estudio se encuentran las cuatro señaladas por Spitzberb (1983). En primer lugar, la competencia es de naturaleza contextual, es decir, su utilidad depende directamente del ambiente de acción. En segundo lugar, la relevancia y efectividad de la competencia requiere la ejecución práctica de la misma. En tercer lugar, una competencia se evalúa como un fenómeno graduado en el cual los estudiantes son más o menos competentes, no de forma teórica. En tercer lugar, las competencias también son de naturaleza funcional, ya que más que saber, una competencia implica saber hacer algo bien. Según estas definiciones, uno de los presupuestos teóricos en los que se fundamenta el enfoque de la enseñanza basada en competencias es el aprendizaje experimental, o lo que es lo mismo, el “aprender haciendo” (*learning by doing*), de gran importancia en la educación técnica y en la educación superior en general.

Evaluación de la competencia transversal Comunicativa Efectiva en la ETSID de Valencia

Con la Declaración de Bolonia y la convergencia europea en educación superior, además, se han implantado en nuestro contexto universitario los sistemas educativos basados en competencias. En estos sistemas, el aprendizaje viene dado fundamentalmente por los resultados que pueden mostrar los estudiantes, es decir, lo que pueden hacer con los conocimientos adquiridos. Dichos resultados deben ser cuantificables, se deben poder medir con estándares globales y objetivos, de modo que la evaluación se relaciona muy directamente con los resultados obtenidos y demostrables (Yepes y Martí, 2015). Esta íntima conexión entre competencias, resultados de aprendizaje y evaluación práctica hace que sea necesario construir métodos fiables para medir la adquisición de las competencias, lo cual es un objetivo principal en este trabajo. Así, la educación basada en competencias incorpora una serie de experiencias prácticas que se relacionan con los conocimientos previamente tratados, con el propósito de alcanzar una meta de tipo práctico que debe reflejarse en resultados medibles, en productos, conductas y modos de acción que muestren los valores y objetivos reconocidos tanto por la institución educativa como por la comunidad en la que se desarrollan las actividades de aprendizaje.

En educación, las competencias se suelen dividir en dos clases: específicas y genéricas. Las competencias específicas se relacionan con áreas y disciplinas determinadas del plan de estudios, y suelen asociarse a materias o asignaturas concretas. Por el contrario, las competencias genéricas, también denominadas transversales, inciden de manera más general en el currículum de una titulación (e incluso a una serie de titulaciones relacionadas) y en la formación global del estudiante, ya que estas competencias son relevantes para diversas materias, asignaturas y áreas de conocimiento, por lo que tienen un fuerte componente multidisciplinar. Por ello suelen ser las más demandadas y mejor valoradas por el mundo profesional y el mercado laboral. Esta es la razón por la cual las instituciones de educación superior centran de un modo especial su interés en la adquisición de las competencias transversales, como se ha visto en el Proyecto general de Competencias de la UPV. Algunos ejemplos son: liderazgo, sentido ético, comunicación eficaz, etc.

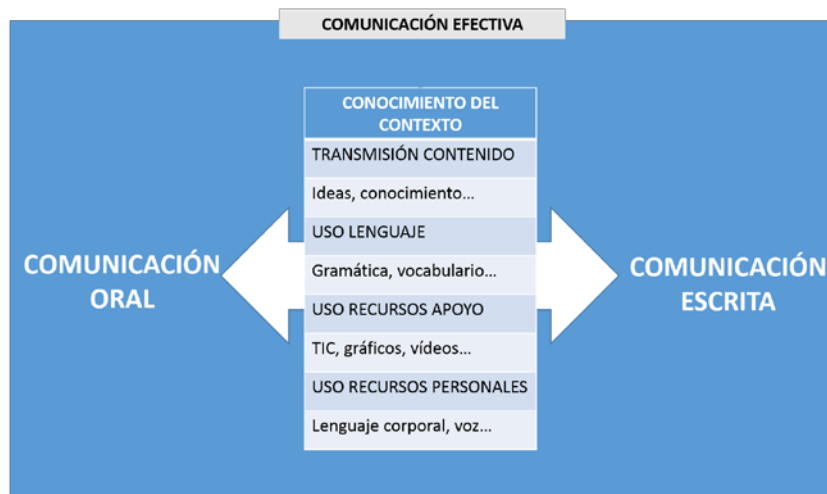
Dentro de las competencias transversales que han sido establecidas como estratégicas en la UPV, una de las que tiene un cariz más global e integral en la formación del futuro ingeniero, es la capacidad de comunicarse, es decir, la que en esta institución se ha denominado formalmente “Comunicación Efectiva”. Esta es la competencia objeto de estudio en este trabajo y en el proyecto de innovación aquí presentado. La competencia transversal denominada “Comunicación Efectiva”, según la definición del proyecto de la UPV, se da cuando el estudiante es capaz de “transmitir conocimientos y expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, utilizando los recursos gráficos y los medios necesarios adecuadamente y adaptándose a las características de la situación y de la audiencia” (UPV). Es necesario, a continuación, analizar minuciosa-

Rafael Seiz Ortiz

mente la definición de este saber complejo, para construir un marco teórico que nos permita elaborar las herramientas para la evaluación y medición de la competencia en sí.

Como se puede deducir de la mayoría de definiciones que se han dado para esta competencia, y, en particular, de la definición que se acaba de presentar, se trata de una competencia que conceptualmente posee diversas facetas. En concreto, podríamos destacar cinco *habilidades* relacionadas con esta competencia, como son: (1) Conocimiento estratégico del contexto de situación (características de la audiencia, la finalidad, los objetivos, las limitaciones, etc.); (2) Transmisión y comunicación de contenidos (conocimiento, ideas, planteamientos, soluciones, etc.); (3) Uso correcto y eficaz del lenguaje (ya sea la lengua materna o una lengua extranjera); (4) Utilización de tecnologías y recursos de apoyo (TIC, medios de proyección, gráficos, dibujos, vídeos, etc.); y (5) Empleo eficiente de recursos personales extralingüísticos (lenguaje corporal, voz, gestualidad, etc.). Cada una de estas habilidades que se activan y son desplegadas cada vez que se practica o se desarrolla la competencia Comunicación Efectiva, pueden contextualizarse alrededor de los dos *ejes* que vertebran la puesta en práctica de esta competencia: la comunicación escrita y la comunicación oral. Este análisis de lo que subyace al concepto de la competencia transversal Comunicación Efectiva da lugar a un marco teórico cuyo objetivo principal es contextualizar y conceptualizar las acciones de medición y evaluación de la competencia objeto de estudio, y, por tanto, servirá para crear herramientas de evaluación y análisis de la competencia transversal que nos ocupa. En la Figura 1 se muestra el marco teórico desarrollado.

Figura 1 Marco teórico “Comunicación Efectiva”



Evaluación de la competencia transversal Comunicativa Efectiva en la ETSID de Valencia

A partir de este marco teórico se puede llevar a cabo una evaluación de la competencia transversal “Comunicación Efectiva”, por ejemplo, mediante la creación de una herramienta de medición que incorpore una serie de componentes pedagógicos que servirán para desarrollar, en la práctica, la competencia Comunicación Efectiva, y también para evaluarla y medir su adquisición en un contexto educativo concreto. Estos componentes pedagógicos, que pertenecen al ámbito de la metodología docente, son los siguientes: resultados de aprendizaje, actividades formativas y procedimientos de evaluación (indicadores e instrumentos). Los *resultados de aprendizaje* se centran en lo que el estudiante ha aprendido y en lo que puede demostrar, por lo que se definen como enunciados que reflejan lo que se espera que el estudiante es capaz de hacer, comprender y/o es capaz de demostrar al finalizar el proceso de aprendizaje (Kennedy, 2007). Por otra parte, las *actividades formativas* son tareas diseñadas específicamente para alcanzar los objetivos y los resultados de aprendizaje deseados en el proceso de enseñanza-aprendizaje (por ejemplo, ejercicios o trabajos). Finalmente, se debe implementar también *procedimientos de evaluación*, que son métodos mediante los cuales se puede medir el grado de cumplimiento de los objetivos y los resultados de aprendizaje, en nuestro caso los relacionados con la competencia transversal Comunicación Efectiva. Dentro de los procedimientos de evaluación podemos distinguir dos niveles: indicadores e instrumentos de evaluación. Los indicadores son parámetros mediante la observación de los cuales se puede determinar el grado de consecución de los objetivos y resultados de aprendizaje y suelen enunciarse en forma de frases que reflejan con detalle lo que el estudiante es o no es capaz de hacer y conseguir. Un ejemplo de indicador sería: “Organiza la información de forma clara y concisa”. Estos indicadores se pueden integrar en los llamados instrumentos de la evaluación, que son actos o documentos que recojen la información necesaria para llevar a cabo la evaluación, por ejemplo, las rúbricas, las plantillas de observación o los trabajos entregados por los estudiantes.

Integrando todos estos elementos y componentes se ha desarrollado una herramienta de evaluación de la competencia Comunicación Efectiva que se presentará más adelante. En la siguiente sección, se describe brevemente el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa de la UPV llamado “Evaluación de la competencia transversal Comunicación Efectiva en los estudiantes de la ETSID”, dentro del cual se ha desarrollado el marco teórico y la herramienta de evaluación propuestos en este trabajo.

El Proyecto “Evaluación de la competencia transversal Comunicación Efectiva en los estudiantes de la ETSID”

En el curso académico 2014-15, un equipo de 6 profesores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la UPV, pertenecientes a 3 departamentos distintos (Lingüística Aplicada, Expresión Gráfica en la Ingeniería y Estadística e Investigación

Rafael Seiz Ortiz

Operativa) llevan a cabo un proyecto dentro del programa de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (PIME) convocados por dicha universidad, bajo el título "Evaluación de la competencia transversal Comunicación Efectiva en los estudiantes de la ETSID". Dicho proyecto está íntimamente relacionado con uno inmediatamente anterior (curso 2013-14), con profesores del Departamento de Lingüística Aplicada, denominado "Fomento de la competencia lingüística de los estudiantes de la ETSID a través de Clilstore", con el objetivo de desarrollar e implementar materiales educativos multimedia para mejorar la competencia lingüística comunicativa de los estudiantes de lengua de la ETSID. Como se puede ver, ambos proyectos se refieren a la competencia transversal Comunicación Efectiva, ya que, mientras en el proyecto anterior en el tiempo el objetivo era el desarrollo de materiales para desarrollar la adquisición de la competencia, en el proyecto presentado aquí se lleva a cabo la evaluación de la adquisición de dicha competencia. Otra diferencia importante es que en el PIME "Evaluación de la competencia transversal Comunicación Efectiva en los estudiantes de la ETSID", el grupo de asignaturas y docentes implicados se amplía considerablemente y se convierte en verdaderamente multidisciplinar, en línea con la naturaleza del tratamiento de las competencias transversales. Así, la competencia Comunicación Efectiva ya no se trabaja y evalúa únicamente desde la perspectiva de la comunicación lingüística, sino que se refiere también a la lengua materna y a contenidos de un total de 18 asignaturas, incluyendo materias tecnológicas y obligatorias en el plan de estudio de las 5 titulaciones de Grado impartidas en la ETSID. Esta visión interdisciplinar es de gran importancia a la hora de abordar un tema de interés tan genérico como la comunicación eficaz en el ámbito de las ingenierías.

El proyecto, relacionado con la temática 7 del programa PIME 2014-15 de la UPV ("Integración de recursos tecnológicos en la enseñanza"), está vinculado a la competencia transversal UPV 8: *Comunicación efectiva*, definida de manera general como la capacidad de "comunicarse de manera efectiva, tanto de forma oral como escrita". Concretamente, el objetivo del proyecto es evaluar y establecer métodos para medir el tratamiento real de la competencia lingüística y la comunicación efectiva de los estudiantes de cinco titulaciones de grado de la ETSID (Ingeniería Aeroespacial, Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Ingeniería Mecánica, e Ingeniería Eléctrica). Para llevar a cabo este objetivo general, tras la implementación pedagógica de los recursos y materiales desarrollados en el PIME del curso anterior, se han desarrollado una serie de herramientas (plantillas, cuestionarios y rúbricas) diseñadas para medir la adquisición real de la competencia transversal, respondiendo así a la necesidad de la institución de recoger evidencias del tratamiento (y de la adquisición, en su caso) de las competencias transversales en la docencia.

La fase previa del Proyecto consistió en el análisis de las características fundamentales de la competencia transversal denominada "Comunicación Efectiva", partiendo del concepto y

Evaluación de la competencia transversal Comunicativa Efectiva en la ETSID de Valencia

la descripción propuesta a nivel institucional por la UPV. A partir de dicha reflexión, se elaboró el marco teórico que se ha presentado anteriormente en este trabajo. En la siguiente fase, a partir del marco teórico y la investigación previa, se elaboró e implementó una serie de herramientas que permiten evaluar objetivamente los resultados de aprendizaje y la adquisición y mejora de la competencia transversal Comunicación Efectiva, en asignaturas concretas de todas las titulaciones de grado de la ETSID. Se pretende también, a través de los resultados de dicha evaluación, medir la eficacia pedagógica de los materiales educativos creados y usados en anteriores proyectos de innovación docente y mejorar así la docencia de las asignaturas implicadas en lo que respecta a la competencia comunicativa eficaz.

Las acciones del plan de trabajo del proyecto se dividen en 2 partes. La primera parte, de naturaleza general, consiste en el diseño y desarrollo de las herramientas de evaluación y será aplicable posteriormente a las distintas asignaturas implicadas en el proyecto. La segunda parte se refiere al uso y puesta en práctica de las herramientas creadas para la evaluación de la Competencia Comunicativa en las asignaturas implicadas, por lo que se plantea de forma semestral.

En fases posteriores del proyecto se pretende, tras implementar las herramientas de evaluación competencial desarrolladas, llevar a cabo un análisis de los resultados de la evaluación, en el cual se llevará a cabo una doble comparación: (1) por una parte, entre los resultados de la evaluación de la competencia comunicativa de los estudiantes de lengua al inicio y al final del semestre, para medir la incidencia real del tratamiento de dicha competencia a lo largo del periodo de docencia; y (2) por otra parte, entre los resultados de la evaluación de la competencia comunicativa transversal entre las asignaturas de lengua (inglés y valenciano) y las asignaturas implicadas que no son de lengua. La última fase consistirá en la puesta a disposición de las herramientas de evaluación resultado del proyecto para toda la comunidad docente de la ETSID y de la UPV en general.

Herramienta genérica para la evaluación de la competencia Comunicación Efectiva

En esta sección se presenta una herramienta genérica que se ha desarrollado para poder evaluar y medir de forma objetiva el grado de adquisición de la competencia Comunicación Efectiva en diversos contextos concretos de educación superior. Dicha herramienta surge, como se ha dicho, de un marco teórico general que da cuenta de los componentes fundamentales del concepto Comunicación Efectiva, y que se ha presentado previamente en este trabajo. Cabe destacar que esta herramienta nace con el propósito de ser útil en una cantidad de contextos pedagógicos lo más amplia posible, aunque siempre dentro del ámbito de la educación superior y la formación en ingenierías. Por esta razón, la herramienta consiste en una plantilla o rúbrica general que queda definida en líneas generales, pero cuyos pará-

Rafael Seiz Ortiz

metros o indicadores concretos están abiertos y deberán especificarse para el caso concreto de cada titulación y de cada asignatura. De ahí también su carácter orgánico, abierto y plenamente adaptable a diversos contextos pedagógicos.

La herramienta consta de tres partes. La primera parte contiene la descripción de la actividad formativa a la cual se aplica la evaluación de la adquisición de la competencia. La segunda parte consiste en el conjunto de parámetros o indicadores utilizados como puntos de evaluación de la competencia, y que se propone aquí de manera general, pero que deberá completarse con los indicadores relevantes en cada caso concreto de aplicación de la evaluación. La tercera parte incorpora la posibilidad de incluir comentarios generales o específicos acerca de dicha evaluación, con el objetivo de que se puedan considerar observaciones no incluidas en la parte principal de la herramienta.

La primera parte contiene cuestiones cuyo objetivo es descriptivo acerca de la actividad formativa que se plantea para desarrollar la competencia Comunicación Efectiva. Se incluyen 6 cuestiones en esta parte de la plantilla:

- *Tipo de comunicación:* Oral/Escrita
- *Tipo de actividad formativa:* Trabajo escrito, Presentación oral, Debate, etc.
- *Lengua de la actividad:* Español/Valenciano/Lengua Extranjera (especificar)
- *Objetivo(s) de la actividad:*
- *Resultados de aprendizaje:*
- *Breve descripción de la actividad:* con un máximo de 5 líneas.

La segunda parte es la principal de la herramienta y consiste en una rúbrica basada en el modelo teórico presentado anteriormente. Los indicadores concretos quedan abiertos, por las razones que acabamos de exponer, y deberán redactarse y expresarse de la manera más adecuada para cada caso, aunque la estructura general de la rúbrica se mantiene para todos los casos, ya que tiene en cuenta las características subyacentes en el concepto de Comunicación Efectiva, tal y como se concibe en la definición establecida institucionalmente en la UPV. Cada uno de los indicadores se evaluarán usando una escala tipo Likert con 5 grados que representan los grados de cumplimiento de los indicadores: (1) No se cumple el indicador; (2) se cumple mínimamente; (3) se cumple de forma aceptable; (4) se cumple de forma muy satisfactoria; y (5) se cumple de modo excelente. Las subsecciones en las que se integran los indicadores se corresponden con el modelo teórico (Figura 1) y tendrían la estructura que se ve en la Tabla 1.

La tercera parte de la herramienta puede incorporar, en forma de texto libre y abierto, cualquier observación que se considere relevante para una adecuada evaluación.

Evaluación de la competencia transversal Comunicativa Efectiva en la ETSID de Valencia

Tabla 1. Evaluación de indicadores de la Comunicación Efectiva

	No se cumple	Mínimo	Aceptable	Muy satisfactorio	Excelente
CONOCIMIENTO DEL CONTEXTO					
Indicador 1					
Indicador 2					
Indicador n...					
TRANSMISIÓN DE CONTENIDO					
Indicador 1					
Indicador 2					
Indicador n...					
USO CORRECTO DEL LENGUAJE					
Indicador 1					
Indicador 2					
Indicador n...					
USO RECURSOS DE APOYO					
Indicador 1					
Indicador 2					
Indicador n...					
USO RECURSOS PERSONALES					
Indicador 1					
Indicador 2					
Indicador n...					

Es conveniente, aunque no necesario, que, para rellenar de forma adecuada la rúbrica, la persona que lleve a cabo la evaluación deberá considerar las directrices y descripciones de la institución en cuanto a indicadores de la evaluación, características de la competencia, tipo de actividad formativa, etc. Esta información, en el caso de la UPV, se encuentra en la Intranet institucional con acceso restringido (en la plataforma POLIFORMA-T).

Conclusiones

Desde el inicio de la convergencia europea en materia de educación superior con el llamado proceso de Bolonia, las universidades europeas han venido fomentando un enfoque docente basado en la adquisición de competencias, ya que la enseñanza enfatiza lo que el estudiante va a ser capaz de hacer, más que lo que va a saber, cuando finalice el proceso de enseñanza-aprendizaje. Dentro de las competencias, las llamadas genéricas o transversales juegan un

Rafael Seiz Ortiz

papel fundamental en la formación personal y profesional del futuro ingeniero. Una competencia transversal fundamental es la que se ha denominado en la UPV “Comunicación Efectiva”, que tiene una naturaleza muy multifacética e interdisciplinar, además de ser absolutamente necesaria para el desempeño profesional eficaz en un mundo laboral cada vez más competitivo y exigente. Las universidades no sólo necesitan asegurarse de que se incluyan las competencias transversales en los planes de estudio, sino que, sobre todo, necesitan que los estudiantes adquieran dichas competencias, y, más aún, necesitan medir y evaluar la adquisición efectiva de las competencias transversales, así como disponer de pruebas de dicha adquisición.

En este trabajo se pretende satisfacer estos requerimientos en el caso de la adquisición de la competencia transversal Comunicación Efectiva en el contexto de la ETSID en la UPV. Por ello se ha descrito un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa de esta institución denominado "Evaluación de la competencia transversal Comunicación Efectiva en los estudiantes de la ETSID". Como resultados del trabajo de este proyecto, se ha presentado, primero, un marco teórico que trata de dar cuenta de las características principales de la competencia Comunicación Efectiva, para más tarde proponer una herramienta genérica para llevar a cabo en la práctica la evaluación de esta competencia. La herramienta propuesta consiste en una plantilla o rúbrica cuya principal característica es la versatilidad, ya que, dentro de una estructura básica, permite incorporar los parámetros e indicadores que resulten más apropiados en cada caso para evaluar convenientemente la competencia objeto de estudio. La herramienta (resultado más práctico del proyecto) está basada en el marco teórico, ya que consideramos que es necesario establecer fundamentos y marcos teóricos que den coherencia a cualquier acción individual de evaluación.

Este estudio presenta un proyecto que está en pleno desarrollo e implementación, y por lo tanto, ninguno de los resultados presentados aquí (ni el marco teórico ni la herramienta de evaluación) están cerrados, sino que son susceptibles de un continuo proceso de adaptación y mejora que está lejos de completarse. Las investigaciones futuras y las experimentación docente ayudarán a perfeccionar la herramienta, que pretende ser útil para un gran número de contextos educativos, y estará disponible para la comunidad docente de forma libre y abierta. El modelo teórico podrá modificarse y mejorarse a medida que avance nuestro conocimiento de esta importante competencia transversal. De igual modo, la herramienta deberá validarse con su implementación en evaluaciones concretas con alumnos y asignaturas reales.

Agradecimientos

El autor, en nombre del equipo del proyecto PIME 2014-15 "Evaluación de la competencia transversal Comunicación Efectiva en los estudiantes de la ETSID" (cuyos integrantes son

Evaluación de la competencia transversal Comunicativa Efectiva en la ETSID de Valencia

Ana Gimeno Sanz, Teresa Magal Royo, Francesca Romero Forteza, Federico Perea Rojas-Marcos, David Perry y Rafael Seiz Ortiz) agradece a la Universidad Politècnica de València, en concreto al Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación y al Instituto de Ciencias de la Educación, la financiación y el apoyo al proyecto de innovación.

Referencias

- Coll, C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Paidós Ibérica. Barcelona.
- DECLARACIÓN DE BOLONIA. Espacio Europeo de Enseñanza Superior. <<http://ees.umh.es/contenidos/Documentos/DeclaracionBolonia.pdf>> [Consulta: 15 de mayo de 2015]
- González, J. y Wagenaar, R. (coord..) (2003). *Tuning Educational Structures in Europe. Informe Final / Fase Uno*. Universidad de Deusto. Deusto.
- Kennedy, D. (2007). *Writing and Using Learning Outcomes. A Practical Guide*. University College, Cork. pp. 18-20.
- Spitzberg, B. H. (1983). Communication competence as knowledge, skill and impression. *Communication Education*, 32 (3), pp. 323-329.
- UPV (UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA). *Competencias transversales* <<http://competencias.webs.upv.es/wp/>> [Consulta: 3 de junio de 2015]
- Yepes, V. y Martí, J. (2015). La competencia transversal de comunicación efectiva en estudios de máster en el ámbito de la ingeniería civil y la construcción. *Congreso In-Red*. Universitat Politècnica de València. Valencia.

Competencia transversales: Implantación comparativa en distintos países.

Torner Feltre, ME^a, Navarro García, ML^a, Molines Cano, JM^b, Llinares Millán, J^a

^aDepartamento de Construcciones Arquitectónicas. marieutf@hotmail.com; mlnavarr@csa.upv.es; jllinares@csa.upv.es. ^bDepartamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras.

Abstract

Transversal competences arise with the need for a change in the methodology used in the higher education. Current society subject to constant change calls for the implementation of these so that the educational system goes according to the movements of society. The introduction of the system has been performed by numerous countries, especially the EU, but all they have not implemented the same way or at the same time. It is important to concoct because as has been the incorporation in different countries and has brought consequences can make a comparison between them with the aim of improving the education system.

Keywords: *Transversal competences, adaptation, educational establishment, comparative and review.*

Resumen

Las competencias transversales surgen con la necesidad de realizar un cambio en la metodología utilizada en las Enseñanzas Superiores. La sociedad actual sometida a cambios constantes pide la implantación de estas para que el sistema educativo vaya acorde a los movimientos de la sociedad. La introducción del sistema ha sido realizado por números países, especialmente por los de la Unión Europea, aunque no todos lo hayan implantado de la misma forma ni al mismo tiempo. Es importante conocer pues como ha sido la incorporación en los distintos países y que consecuencias ha traído pudiendo realizar una comparativa entre ellos con el fin de la mejora del sistema educativo.

Palabras clave: *Competencias transversales, adaptación, implantación educativa, comparativa y crítica.*

Competencias transversales: Implantación comparativa en distintos países.

Introducción

Con la aparición del Espacio Europeo de Enseñanzas Superiores (EEES) surge la necesidad de realizar un proceso de reflexión de las metodologías utilizadas en la educación superior hasta el momento. Pero este cambio que se plantea no sólo se debe aplicar a las metodologías sino que afecta a cualquier proceso educativo con la finalidad de buscar nuevos procesos formativos basados en competencias. Vivimos en una sociedad del conocimiento donde hoy en día se tiene al alcance en un instante todo tipo de información llegando incluso a producirse un exceso de información. Con el diseño de competencias se busca o se intenta lograr formar a aprender y desaprender.

Otro punto que hay que tener en cuenta es la nueva sociedad a la que en la que van a formar parte de ella los alumnos, una sociedad de poca estabilidad laboral donde se exige cada vez más conocimientos dispares, una gran adaptación a cualquier ámbito laboral y que puedan desarrollarse profesionalmente en múltiples lugares o múltiples campos específicos necesitando para ello desarrollar habilidades a la par que el conocimiento. Esto les va a permitir obtener distintas destrezas con el objetivo de alcanzar un conocimiento más exigente y más amplio pero menos centralizado y rígido.

De esta forma los procesos de aprendizaje deberían estar basados en los siguientes pilares fundamentales;

1. La búsqueda de adaptar los conocimientos a las necesidades huyendo de la rigidez estática del saber tradicional
2. La necesidad de no dejar al margen los cambios que se producen en la sociedad de la comunidad educativa pudiendo ofrece una mejor adaptación profesional no sólo de conocimientos sino de destrezas o habilidades.
3. Una reflexión del aprendizaje del conocimiento o la adquisición del mismo adaptada a los avances de la nueva época junto con el tratamiento de este y la asimilación del saber (Jonnaert, Barrete, Masciotra y Yaya, 2006).

Por todo ello se plantea la necesidad del aprendizaje por competencias, en los que se desarrolle las habilidades, las destrezas, la selección autónoma de conocimientos así como también las aptitudes orientadas al ámbito profesional del momento.

Estudios recientes sobre este tema resaltan como dos de las competencias más importantes en el proceso de aprendizaje son: el trabajo autónomo y el trabajo en equipo. Diversos profesionales dedicados al estudio de estos campos destacan la implicación de todos los países implicados en el Proceso de Bolonia en desarrollar sus distintos objetivos en competencias. (Ibarra & Rodríguez, 2011).

Por ello la meta del sistema educativo debería ser la transferencia progresiva de responsabilidad de los profesores a los alumnos y la promoción de la autonomía de los alumnos en

Autores

todas sus destrezas y conocimientos. ¿Pero cómo como se logra? Promoviendo la autonomía del aprendizaje desde puntos de partida iniciales donde el estudiante vaya poco a poco formándose de una forma autónoma utilizando técnicas que se le hayan proporcionado para ello de forma estratégica con el fin de alcanzar objetivos de aprendizaje establecidos. (Méndez, 2005).

Llegados a este punto falta uno de los puntos claves en este proceso, el cómo se va a evaluar este sistema. La EESS no profundiza mucho en esta cuestión sino que hace una referencia subyacente al definir el crédito europeo como la comprensión de actividades formativas en distintos campos y los exámenes para el alumnado regulando la calificación final a través de la calificación. (Delgado A., Borge R., García J., Oliver A.R, Salomón L., 2005).

Adaptación a las nuevas necesidades laborales: las competencias transversales

Como señala el Preámbulo del Real Decreto 55/2005, de 21 de enero, el objetivo de las enseñanzas de grado es “propiciar la consecución por los estudiantes de una formación universitaria que aúne conocimientos generales básicos y conocimientos transversales relacionados con su formación integral, junto con los conocimientos y capacidades específicos orientados a su incorporación al ámbito laboral”. E, igualmente, el art. 3 del Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título, al definir este documento, señala que recoge información unificada sobre “los estudios cursados, los resultados obtenidos, las capacidades profesionales adquiridas y el nivel de su titulación” (Delgado A., Borge R., García J., Oliver A.R, Salomón L., 2005).

Los estudios superiores así como sus centros pasan pues a ser núcleos de investigación constante de los cambios que se van produciendo en el ámbito profesional en la sociedad produciendo esta consecuencia que las universidades estén abiertas a un cambio constante lo que aporta unos centros flexibles a los cambios. Para ello el papel de los profesores es formar a sus alumnos no sólo en conocimiento teóricos rígidos sino que tenga múltiples disciplinas e habilidades que les permita una incorporación al mercado laboral actual y las demandas de éste así como la inserción para desarrollar su carrera profesional en cualquier lugar del mundo.

El concepto o definición de competencia no está claramente definido actualmente a pesar de los distintos documentos existentes tanto de ámbito nacional como internacional. En este artículo hemos querido recoger varias definiciones de diferentes autores como se observa en la siguiente tabla;

Competencias transversales: Implantación comparativa en distintos países.

Tabla 1.1 Definiciones del concepto de Competencia.

AUTORES	DEFINICIÓN
Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya¹	Una combinación de saberes técnicos, metodológicos, sociales y participativos que se actualizan en una situación y en un momento particulares.
Informe DeSeCo²	La capacidad para responder a las demandas y llevar a cabo tareas de forma adecuada. Cada competencia se construye a través de la combinación de habilidades cognitivas y prácticas, conocimiento (incluyendo el conocimiento tácito), motivación, valores, actitudes, emociones y otros componentes sociales y conductuales.
RD 797/1995³	Capacidad de aplicar conocimientos, destrezas y actitudes al desempeño de la ocupación que se trate, incluyendo la capacidad de respuesta a problemas, imprevistos, la autonomía, la flexibilidad, la colaboración con el entorno profesional y con la organización del trabajo.
(Lasnier, 2000)	Saber hacer complejo resultado de la integración, movilización y adecuación de capacidades y habilidades (pueden ser de orden cognitivo, afectivo, psicomotor o sociales) y de conocimientos (conocimientos declarativos) utilizados eficazmente en situaciones que ten-

¹ Documento “Marco general para la integración europea”, elaborado por la Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya¹, Barcelona, 2003, pág. 43.

² OCDE en el Informe DeSeCo

³ RD 797/1995 del Ministerio de trabajo y Seguridad Social para establecer las directrices sobre certificados de profesionalidad.

Autores

	gan un carácter común (situaciones similares, no generalizable a cualquier situación).
(Roe, 2002)	Habilidad aprendida para llevar a cabo una tarea, deber o rol adecuadamente. Tiene dos elementos distintivos: está relacionada con el trabajo específico en un contexto particular e integra diferentes tipos de conocimientos, habilidades y actitudes. Se adquiere mediante el learning-by-doing. A diferencia de los conocimientos, habilidades y actitudes, no se pueden evaluar independientemente. También hay que distinguir las competencias de rasgos de personalidad, que son características más estables del individuo.
(González y Wagenaar, 2003)	Representan una combinación dinámica de atributos, en relación al conocimiento y su aplicación, a las actitudes y responsabilidades, que describen los resultados de aprendizaje de un determinado programa o cómo los estudiantes serán capaces de desarrollarse al final del proceso educativo.
(Braslavinsky, C y Acosta, F. 2006)	Saber actuar de manera pertinente en un contexto particular eligiendo y movilizándolo un equipamiento doble de recursos: recursos personales (conocimiento, saber hacer, cualidades, cultura y recursos emocionales) y recursos de redes (banco de datos, redes documentales, redes de experiencia entre otras).
(Coromias, 2006)	Conjunto de saberes técnicos, metodológicos, sociales y participativos que se actualizan en una situación y en momentos particulares

Fuente; indicadas en la tabla

Competencias transversales: Implantación comparativa en distintos países.

Como se aprecia en las definiciones recogidas en la tabla existe una línea común como eje vertebrado de las múltiples definiciones pero no se encuentra una definición clara y concisa que compartan todos los estudios realizados hasta el momento. Ahora bien, lo que si sabemos es que tampoco es un tema desconocido por su ambigüedad ya que da alguna forma han sido tratadas en la educación superior desde sus inicios. De manera inconsciente han sido aplicadas por los docentes en numerosas metodologías, desarrollando el trabajo autónomo y cooperativo con la resolución de problemas o la realización de trabajos en grupo, la comprensión lectora y escrita o la defensa de trabajos entre otros.

Introducción de la educación por competencias en otros países.

¿Pero cómo se introduce las competencias en otros países? En la Unión Europea con la intención de intentar igualar la educación para todos los países se plantea también la introducción de la educación por competencia. Pero no todos los países la introducen de igual forma ni de en el mismo período. La no definición exacta de lo que es una competencia ni la puesta en común de cuales son más importantes o cuales se quieren implantar hace que no sea posible la integración en el curriculum educativo una postura común. Lo que sí que se llegó a un acuerdo es de una toma general de unión entre los distintos países donde se decidió adoptar una definición más amplia basada en tres pilares fundamentales: comunicación, información e impacto ético o social. Se toma una definición flexible abierta a interpretaciones y deja puertas abiertas para que cada país incluya sus propias definiciones, comentarios, otro tipo de habilidades y competencias o cualquier documento relevante que consideren. (OCDE,2010)

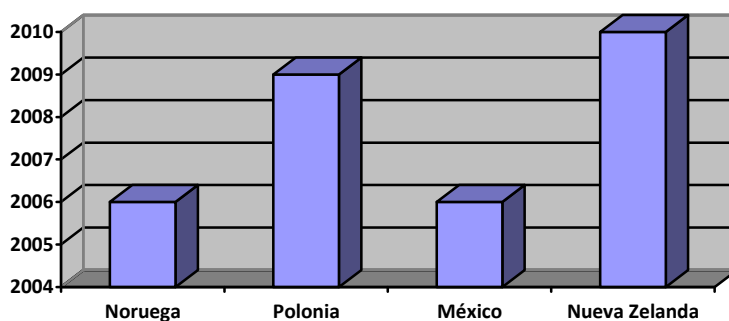
Aunque parece que después de llegar a estas conclusiones por parte de los países podría existir unas bases comunes, muchos países no ofrecen una respuesta clara sobre este tema como por ejemplo Noruega.

Aplicación en los distintos países

Basándonos en el informe de Habilidades y Competencias del siglo XXI para los aprendices del milenio en los países de la OCDE (OCDE,2010) hemos querido destacar como se han ido produciendo los cambios educativos respecto a las competencias en distintos países. A continuación se muestra una gráfica de diversos países respecto a los años de implantación de las competencias y habilidades en el curriculum.

Autores

Gráfica 1.1 Implantación de las Competencias.



Fuente; OCDE,2010

Pero no todos los países están de acuerdo en incluir en su curriculum las competencias y habilidades. Ejemplo de esto son Australia y Canadá. Hay que remarcar que cuando se realiza este informe Australia no participa en la implantación del curriculum pero posteriormente si que ha tenido el propósito firme de implantarlo en su posterior reforma educativa.

Cuando en diversos informes se pregunta como aplican las competencias y habilidades en su curriculum muchos países afirman no aplicarlas a asignaturas sino que las aplican en los curriculums.

A modo resumen hemos querido recoger en la tabla que se presenta a continuación las competencias menos presentes, según dicho informe:

Tabla 2.1 Competencias menos presentes.

Competencias menos presentes	Países en los que no aparece
Ciudadanía digital	Portugal Finlandia República Eslovaca
Toma de decisiones	Finlandia Paises Bajos

Competencias transversales: Implantación comparativa en distintos países.

Productividad	Finlandia
	Irlanda
	Noruega
	Portugal

Fuente: OCDE, 2010

Puntos de vistas sobre las competencias de los distintos países

Investigadores relacionados con el tema han puesto de manifiesto las dificultades a las que se enfrentan a la hora de intentar estandarizar las competencias como hemos visto anteriormente en los diversos países. Su forma de implantación y la falta de una definición más exacta de este término hacen imposible llevar esta tarea a término.

Existen estudios que se demuestran que pese a que la mayoría de los países han implantado este nuevo modelo educativo no todos han sido elogios en el transcurso del joven tiempo de estas.

En países como Alemania existe un sector crítico con el funcionamiento de las competencias. Estas críticas tienen su base en la falta de definición donde quedan superficiales y poco ahondadas. Además este sector crítico plantea, de igual modo que muchos otros países, que se especifique el cómo, cuándo y de qué forma se evalúa la adquisición de la competencia por parte del alumno. Este tema de la evaluación suscita muchas dudas en las competencias y aunque muchas son las investigaciones hasta el momento, lo cierto es que no llega haber una línea común que dictamine de alguna forma cuál es la mejor forma de evaluar las competencias en la educación. Este es un problema importante digno de tener una mención aparte debido a la complejidad que supone. Muchas competencias se van adquiriendo en el transcurso de la formación del alumno, para ello se requiere mucho tiempo e incluso algunas se adquieren posteriormente a la finalización de los estudios aunque para ello se haya tenido que ir trabajando desde sus inicios educativos. No es de extrañar que por este y otros muchos motivos más, Alemania sea un país crítico del establecimiento de este sistema y los logros alcanzados con él.

Otra de estas muestras de rechazo se produce en los Países Bajos. Muchas son las voces que se encuentran divididas sobre el sistema. Las partes críticas de este país coinciden con la de otros países en que las competencias eclipsan al conocimiento más teórico dando por hecho que existe una pérdida de este y por tanto una disminución del saber. Debido a la ambigüedad de estas, la incorporación de forma específica a las múltiples asignaturas impartidas es una tarea difícil en la que no siempre es fácil de aplicar e intentar formar un cómputo entre el saber más teórico y las competencias establecidas para tal.

Autores

Pero uno de los países con una parte crítica más contundente es Francia. Consideran que no existe una base creíble para asegurar o valorar de alguna forma que las personas formadas bajo este sistema obtienen una mejor educación y por consiguiente más competentes en el mundo profesional. Al final establecen que con la existencia de las evaluaciones no dejan de evaluar a una persona de forma similar a la que el anterior sistema realizaba desmejorando la calidad, o dicho de otro modo, la disminución de conocimientos por darle preferencia a otros aspectos que fomenta las competencias resultando al final una búsqueda de fomentar más la expedición de títulos masivas en vez de la obtención de más conocimientos. (Mulder, Weigel y Collings, 2008).

Si se analizan las distintas opiniones de los países antes expuestos podemos observar una línea común ideológica, es decir, coinciden en el problema de la evaluación de las competencias como problema a solucionar. Además coinciden con la difícil aplicación de las competencias sin la pérdida de conocimiento. Otros países que también se suman de una manera más notoria son Inglaterra que de alguna forma vuelve a coincidir con la opinión de la oposición a las competencias.

Conclusiones

La incorporación de diseños curriculares basados en competencias y habilidades en la educación superior supone un cambio brusco en el sistema de enseñanza-aprendizaje que se ha llevado a cabo hasta la implantación de estas. Esta incorporación no sólo modifica la forma de impartir la docencia sino que también varía el trabajo del profesorado. Con esta implantación no sólo existe una preocupación por la obtención de mayores conocimientos específicos y rígidos sino que abre un abanico de habilidades que el alumno debe adquirir a parte del conocimiento. Este punto produce que el profesorado además de marcar el currículum más teórico debe desarrollar también cuales van a ser las competencias a tratar por asignatura y departamento de manera que, competencias y conocimientos teóricos, vayan de la mano y ambos deban de ser conseguidos.

En la educación superior no sólo sirve que los conocimientos sean enseñados y comprendidos por el alumno sino que también tienen que ser desarrollarlos de forma que posteriormente en la práctica profesional sean desarrollados y reproducidos.

Como se ha podido observar la demanda de la mayoría de los países de implantar un sistema educativo de enseñanzas superiores basado en unas competencias y habilidades ha puesto de manifiesto la necesidad de concretar de alguna forma el amplio concepto que representan. La mayor parte de los países que componen la OCDE responden a este sistema integrado a estas demandas de la sociedad actual a excepción de algunos que posteriormente a estos han ido introduciéndolas de forma tardía.

Competencias transversales: Implantación comparativa en distintos países.

Pero aunque ha sido aceptada y pedida por muchos de éstos y avaladas con distintos proyectos de investigación no esta exento de críticas. Unas críticas no sólo recibidas desde la comunidad educativa sino que además están realizadas por diversas instituciones gubernamentales. La ambigüedad de la definición y sobretodo el cómo y el qué evaluar del sistemas de competencias específicas de cada área o cuanto transcurso de tiempo tiene que pasar para que puedan ser adquiridas marca las líneas de quejas de estas voces.

Pero esto no supone un efecto negativo, al contrario, supone un punto de inflexión para la mejora del desarrollo educativo partiendo y escuchando estas voces que deben servir para corregir estos métodos.

Supone una evolución en el concepto de la educación superior ayudando a crear profesionales adaptados a las circunstancias de la sociedad, que sean capaces de estar preparados no sólo con conocimientos técnicos sino también adecuados para adecuarse a cualquier cambio que es lo que demanda actualmente una sociedad de poca estabilidad profesional y mucho movimientos con cambios constantes profesionales.

Para concluir decir que pese a que han transcurrido mucho tiempo desde la aparición de la educación por competencias sigue abierto un debate educativo en los que solamente con investigaciones y documentación poco a poco irán surgiendo respuesta a las preguntas que aun hoy en día este tema suscita.

Referencias

- Arguelles, A. y Gonczi, A. (2000). *Competency based education and training: a world perspective*. Mexico: Conalep/Noriega.
- Bain, K. (2006): *Lo que hacen los mejores profesores de Universidad*. Universitat de València: Servei de publicacions de la UV. Valencia.
- Bezanilla, M (2003):. *El proyecto Tuning y las competencias específicas. Seminario internacional. Orientaciones pedagógicas para la convergencia europea de Educación Superior*. Universidad de Deusto.
- Cano, M.E. (2008). *La evaluación por competencias en la educación superior Profesorado*. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, Vol. 12, Núm. 3, pp. 1-16 Universidad de Granada España.
- Consejo de Coordinación Universitaria (2006). *Propuesta para la renovación de las metodologías universitarias*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Corominas, E.; Tesouro, M.; Capell, D.; Teixidó, J.; Pélach, J. y Cortada, R. (2006). *Percepciones del profesorado ante la incorporación de las competencias genéricas en la formación universitaria*. Revista de Educación, 341, pp. 301-336.
- Delgado A., Borge R., García J., Oliver A.R, Salomón L. (2005): *Competencias y diseño de la evaluación continua y final en el espacio europeo de educación superior*. Ministerio de educación y ciencia. Dirección General de Universidades. Número de referencia EA2005-0054.
- Documento Marco del MEC sobre *“La integración del sistema universitario español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior”*, febrero de 2003.

Autores

- Documento *Marco general para el diseño, seguimiento y revisión de planes de estudios y programas*, elaborados por la Agencia de Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya, Barcelona, 2002.
- Documento “*Marco general para la integración europea*”, elaborado por la Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya, Barcelona, 2003. Documento “Programa de convergencia europea. El crédito europeo” elaborado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y la Acreditación.
- Garagorri, X. (2007). *Currículo basado en competencias: aproximación al estado de la cuestión*, Aula de Innovación Educativa, núm. 161, pp. 47-55.
- Giné, N. (Coord.) (2007). *Aplicació de la carpeta d'aprenentatge a la universitat*. Barcelona: ICE UB.
- González, J. & Wagenaar, R. (Eds.) (2005). *Tuning educational structures in Europe II. Universities contribution to the Bologna Process*. Bilbao: University of Deusto. En http://www.tuning.unideusto.org/tuningeu/index.php?option=com_docman&Itemid=59&task=view_category&catid=19&order=dmdate_published&ascdesc=DESC (descargado el 28/09/2006).
- López, M.C. (2007). *Evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en universidad y su adaptación al espacio europeo de educación superior*. Granada: Universidad de Granada.
- Mulder, Martin, Weigel, Tanja y Collins, Kate (2007). *The concept of competence in the development of vocational education and training in selected EU member states: a critical analysis*, Journal of Vocational Education & Training, 59 (1), 67-88.
- Nieuwenhuis, L. y Shapiro, H. (2004). *Evaluating systems' reform in vocational education and training: learning from Danish and Dutch cases*, in: P. Descy y M. Tessaring (Eds). *The foundations of evaluation and impact research. Third report on vocational training research in Europe: background report. Evaluation of systems and programmes*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- OECD, DeSeCo & Rychen (2003). *Definition and selection of competencies. Theoretical and conceptual foundations (DeSeCo). Summary of the final report 'Key competencies for a successful life and a well-functioning society'*. Disponible on line: http://www.portal-stat.admin.ch/desecco/desecco_finalreport_summary.pdf (descargado el 19/12/2005).
- OECD, DeSeCo (2010). *Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE*. Disponible on line: <http://www.ite.educacion.es/>
- Orozco, B. (2000). *De lo profesional a la formación en competencias: giros conceptuales en la noción de formación universitaria*, en M. A. Valle. *Formación en competencias y certificación profesional* (pp. 105-139). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez Gomez, A. (2007). *Aprender a enseñar. La construcción del conocimiento en la formación del profesorado*. En AA.VV., *Profesorado y otros profesionales de la educación*. Madrid: MEC/Octaedro/FIES, 7-36.
- Perrenoud, P. (1999) *Construir competencias desde la escuela*. Santiago de Chile: Dolmen.
- Perrenoud, P. (2004b). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.
- Posada, R. (2004). *Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante*, Revista Iberoamericana de Educación (versión digital). Consultado el 8 de enero de 2010 en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF>.
- Tejada, J. (2005). *El trabajo por competencias en el prácticum: cómo organizarlo y cómo evaluarlo*. Conferencia magistral presentada en el VII Symposium Internacional sobre el Practicum y las

Competencias transversales: Implantación comparativa en distintos países.

- Prácticas en Empresas en la formación Universitaria, Poio 2005. Disponible en: <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-tejada.html>.
- Tobón, S. (2006). *Aspectos básicos de la formación basada en competencias*. Talca: Proyecto Mese-sup. Consultado el 4 de enero de 2010 en: <http://www.uv.mx/facpsi/proyectoaula/documents/Lectura5.pdf>
- Villardón, L. (2006). *Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de las competencias*. *Educatio XXI*, 24, 57-76. Disponible en: <http://www.um.es/educatio>
- Zabalza, M.A. (2003). *Competencias didácticas del profesorado universitario. Diseño curricular en la universidad*. Madrid: Narcea.
- Zabalza, M.A. (2007). *Simulación práctica de la guía para la planificación didáctica de la docencia universitaria*. Documento de trabajo. Disponible en: http://www.uib.es/ice/cfp_univ/3.pdf

Claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Almudena Ochoa^a, Manuel Merino, Teodoro Adrada, Fernando Álvarez, Jesús Caja, Luís Dávila-Gómez, Daniel Fox, Piera Maresca, Carmen Martínez-Arévalo, Susana Yáñez

^a Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial, Universidad Politécnica de Madrid, almudena.ochoa@upm.es, manuel.merino@upm.es, t.adrada@upm.es, fernando.alvarez@upm.es, jesús.caja@upm.es, luis.davila@upm.es, daniel.fox@upm.es, piera.maresca@upm.es, carmen.martineza@upm.es, susana.yanez@upm.es.

Abstract

This communication describes the keys for the successful implantation of a mentoring process in an engineering school based on the experience of the professors who have participated as mentors in the mentoring program Proyecto Mentor. The exposition has a question-response format to facilitate the understanding necessary to replicate in practice a program with similar characteristics.

Keywords: *mentoring, mentor, transversal skills, mentor training, communication, interdisciplinary coordination, educational innovation*

Resumen

El trabajo que se presenta en esta comunicación tiene el objetivo de resaltar algunas de las claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica en base a la experiencia desarrollada por profesores que participan como tutores en un Proyecto de Mentoría. El trabajo se desarrolla en un formato de pregunta – respuesta para facilitar la comprensión y permitir replicar la ejecución de un proceso de características similares.

Palabras clave: *mentoría, mentor, competencias transversales, formación de mentores, comunicación, coordinación interdisciplinar, innovación educativa.*

Claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Introducción

La Mentoría en un entorno universitario es un instrumento que, junto a otros sistemas de mejora de la calidad de la enseñanza, facilita de una manera progresiva y eficaz la integración en la vida universitaria de los estudiantes de nuevo ingreso y de intercambio.

Según la definición del Council of Graduate Schools of Michigan University: “Es una relación formal e intencionada, entre una persona con muchas experiencias y habilidades en un área o ámbito determinado (en este trabajo el mentor), y una persona novata en dicho área o ámbito (en adelante mentorizado), a través del cual se desarrollan procesos de orientación y guía”, Carr (1999). Existen muchas definiciones sobre el proceso de mentoría algunas de las cuales las recoge Valverde et al. (2003). Se podría resumir que el objetivo es desarrollar el potencial y las habilidades del mentorizado al máximo, así como mejorar la eficacia de sus actuaciones lo antes posible. Mediante un proceso de mentoría los alumnos de nuevo ingreso se integran en la vida universitaria más rápidamente y con mayor facilidad que si lo hubieran hecho por su cuenta. Gracias a la acogida y apoyo de los mentores, los estudiantes mentorizados experimentan una transición más eficaz al entorno universitario, reduciéndose así consiguientemente situaciones adversas tales como el abandono temprano y el fracaso académico.

Además de mentor y mentorizado, el tercer protagonista del proceso de mentoría en una Escuela Técnica es el tutor. Concretamente, se trata de un profesor que apoya y guía al mentor y que contribuye al desempeño de su función de manera eficiente.

Una de las características más notables de un proceso de mentoría es el doble sentido del propio proceso, beneficiando a todos los actores del mismo. Así el mentor por su parte, potencia sus propias competencias transversales, tales como por ejemplo la comunicación oral, el liderazgo, la capacidad de resolver conflictos, etc., que son muy valoradas por el entorno laboral. Esto es así gracias a la formación recibida y a la puesta en práctica de esta formación durante el proceso de la mentoría. El tutor interacciona con los mentores en una relación más estrecha, así como con otros profesores del Centro que normalmente no son de su entorno más cercano, creando lazos de unión y fomentando la colaboración interdisciplinar. Y como ya se ha comentado, el alumno mentorizado recoge la sinergia del proceso y consigue una más fácil integración en la vida universitaria.

Igualmente, el proceso de mentoría también es beneficioso para la organización en sí misma. Concretamente, el proceso de mentorización permite a todos sus miembros obtener una visión mucho más completa del entorno universitario, identificando aspectos relevantes para todos ellos que permite mejorar el Centro más allá del ámbito de la mentoría. Algunos autores destacan la mejora de la comunicación entre sus integrantes, la coordinación, la satisfacción, una visión de la comunidad universitaria más compleja y completa (Carr, 1999), creando y sintiéndose parte de la comunidad universitaria.

Ochoa et al

El objetivo del presente trabajo es compartir algunas de las claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en el ámbito universitario, a partir del análisis de la experiencia desarrollada durante ocho años por tutores y mentores de una Escuela Técnica.

Proceso de Mentoría en la ETSIDI

El Proceso de Mentoría de la ETSIDI-UPM, llamado Proyecto Mentor (PM), descrito en el presente trabajo, comenzó en el curso académico 2007-2008. En el PM se trabaja en cascada y por equipos. El Coordinador del Proyecto, nombrado por la Dirección de la Escuela de entre los tutores del PM y con la aprobación de la mayoría de ellos, organiza todo el proceso en sí, dirigiendo y conectando a un equipo de profesores tutores mediante: reuniones periódicas, correo electrónico, etc. Cada profesor tutor coordina un equipo de entre 1 y 3 alumnos mentores. Y finalmente el alumno mentor mentoriza grupos de alumnos de primer curso o grupos de alumnos de intercambio, Ochoa et al. (2013).

A continuación se describen las fases operativas del PM:

1. Inscripciones. A mediados del segundo semestre se lanza una campaña de información y reclutamiento de nuevos mentores. En el caso de la ETSIDI se ha creado una imagen corporativa (logo) específica del propio PM, que se utiliza en todas las actividades relativas al proyecto. De esta manera se aumenta la visibilidad del PM. Los mentores se inscriben entre abril y junio del curso anterior. A finales del mes de junio, se realiza la selección de los mismos atendiendo a su perfil, requisitos y especialidad. Los mentores eligen las diferentes modalidades optativas de actividades a desempeñar:

a. MODALIDAD REUNIONES: mediante reuniones en el aula con alumnos de primer curso siguiendo la agenda de reuniones definida por los tutores previamente.

b. MODALIDAD ALUMNOS DE INTERCAMBIO: mediante actividades de encuentro planificadas por el tutor con alumnos de intercambio (se requiere buen nivel de inglés).

2. Jornada de Bienvenida. Al comienzo del curso tiene lugar esta acción de acogida, que constituye la presentación y primera toma de contacto “en grupo” entre el mentor con su grupo de mentorizados asignado.

3. Formación de los mentores. Durante las dos primeras semanas de septiembre se empieza la formación “ad hoc” de los mentores, que se organiza de la siguiente forma:

3.1.- Taller-Seminario Formativo de Comunicación y Expresión Oral, Adrada et al. (2012).

Pretende mejorar las habilidades sociales de los mentores haciendo hincapié en los siguientes objetivos y contenidos: ejercitar la comunicación positiva en su vida social y académica; mejorar las relaciones interpersonales de los participantes y conocer la importancia de su papel en los procesos de comunicación; aprender nuevas estrategias

Claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica Superior de Ingeniería

para evitar y resolver conflictos. La metodología es eminentemente práctica y participativa. El Taller lo imparte la psicóloga del Centro.

3.2.- Seminario Comportamiento Organizativo, Adrada et al. (2012).

Para que los mentores estén involucrados en este proceso es fundamental que tengan conocimientos sobre el comportamiento de las organizaciones a nivel individual, grupal, departamental e institucional. Pero también se trata de que los mentores puedan transmitir confianza al estudiante que se ve desbordado al entrar en la Universidad. Por lo tanto, los contenidos del Seminario Formativo para los mentores de la ETSIDI incluye información concerniente a las funciones del mentor, los objetivos que tienen que cumplir, los temas clave a abordar en las reuniones con los mentorizados (agenda de reuniones), los puntos fuertes y débiles que tienen para ser mentores, las claves para preparar las reuniones y las técnicas para desarrollar las siguientes competencias generales de: comunicación interpersonal; gestión de conflictos; gestión de la confianza; planificación-organización y liderazgo. La metodología también es eminentemente práctica y participativa. El seminario lo imparten profesores tutores o de materias afines, así como personal de la Ordenación Académica del Centro.

3.3.- Seminario Formativo de los Planes de Estudio.

Al objeto de lograr que los alumnos mentores adquieran y/o actualicen sus conocimientos sobre temas administrativos, normativos, organizativos y curriculares. En este Seminario se presentan los aspectos clave del funcionamiento de los planes de estudio. En este seminario participa personal de la Secretaría y de la Ordenación Académica del Centro.

3.4.- Intercambio de experiencias con Mentores de cursos previos, Ochoa et al (2013).

En todo proceso evolutivo es importante incorporar conocimiento a partir de experiencias previas. Por ello se crea una comunidad de mentores que aproveche sinergias y experiencias.

4. Reuniones entre mentores y mentorizados. Desde la segunda o tercera semana de septiembre se realizan regularmente reuniones con los alumnos mentorizados (al menos dos por mes), en las cuales los mentores tratan los temas preestablecidos con su tutor (agenda de temas y reuniones) y atienden a las sugerencias, consultas e indicaciones que les puedan hacer los alumnos mentorizados, bien de forma personal o vía correo electrónico. Después de cada reunión, los mentores deben realizar un informe de la misma en el cual reflejan el número de asistentes, el cumplimiento y/o reorganización del orden del día, así como las preguntas o comentarios relevantes realizados por los mentorizados.

Los tutores y mentores se reúnen y mantienen contacto regular durante todo el proceso, apoyándose mutuamente y resolviendo cualquier problema o incidencia que pudiera surgir en

Ochoa et al

el desempeño de las reuniones. Este contacto permite ajustar las convocatorias de las reuniones a las circunstancias, calendarios y horarios específicos de cada grupo. Las reuniones entre mentores y mentorizados se prolongan hasta diciembre, de acuerdo con la agenda prevista. Durante el proceso se realizan encuestas de satisfacción a los mentorizados, propuestas en cada curso por la Subdirección de Calidad del Centro, para recabar datos sobre la Jornada de Bienvenida y del propio PM.

Con respecto a la Modalidad de Intercambio, no existe una agenda establecida debido a la diversidad de los mentorizados, de cursos diferentes y con llegadas en distintos momentos del año. Esto hace que sea el tutor quien defina el momento apropiado para las reuniones de presentación mentor-mentorizado basándose en la información recibida desde la Subdirección de Alumnos y Relaciones Internacionales acerca de la llegada y características de estos alumnos.

5. Jornadas de Puertas Abiertas de la Escuela. Dirigida a profesores y estudiantes de bachillerato y de formación profesional, entre marzo y abril.

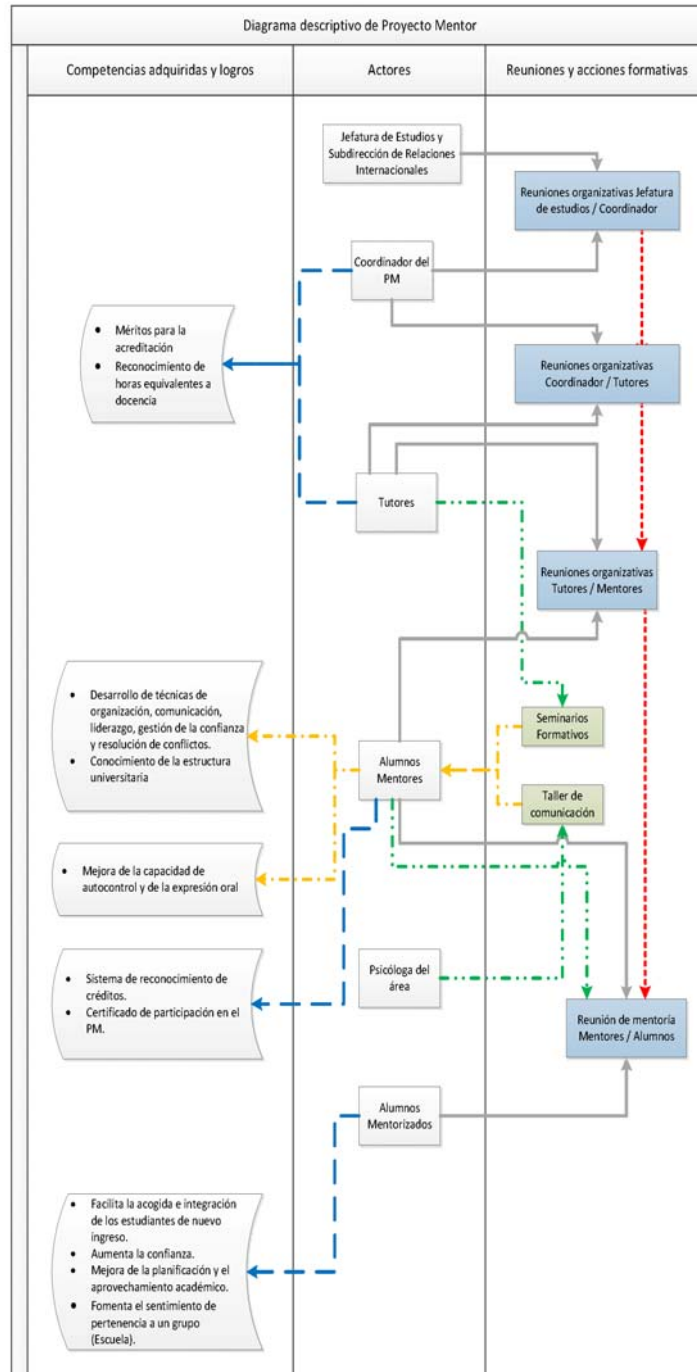
6. Cierre, evaluación y mejora del Proyecto Mentor. Al finalizar el período de reuniones, los mentores deben entregar a su tutor todos los informes de las reuniones y un Trabajo Final, con la descripción de actividades realizadas y el número de horas empleadas en ellas, incluyendo comentarios y propuestas de mejora. Igualmente complimentan sus propias encuestas específicas de satisfacción, propuestas en cada curso por la Subdirección de Calidad del Centro y por la propia Comisión del PM. Como última actividad, se promueve que los mentores participantes se comprometan al intercambio de experiencias con los nuevos mentores del siguiente curso. A su vez los tutores emiten un informe de actividad sobre cada mentor a su cargo a efectos de validación del reconocimiento de créditos y complimentan encuestas específicas de satisfacción.

7. Reunión anual de la Comisión de Proyecto Mentor (CPM). La CPM es una Comisión del Centro que preside el Subdirector de Ordenación Académica o en su ausencia el Adjunto a la Dirección para Movilidad y Extensión Universitaria y compuesta por profesores de los diferentes departamentos (se prefiere que los miembros de la CPM sean profesores tutores) y por el delegado de alumnos. La CPM tiene la principal función de preparar y aprobar toda la documentación oficial del PM: encuestas, agendas de reuniones, plan de actividades, modelos de informe y solicitud, etc.

El proyecto mejora año tras año gracias al análisis y reflexión sobre las informaciones recabadas de sus protagonistas. Las figuras 1 y 2 muestran respectivamente el flujograma que representa la estructura organizativa del PM y un diagrama descriptivo del PM que permite identificar los actores protagonistas resaltando las competencias adquiridas durante el proceso y las acciones desarrolladas.

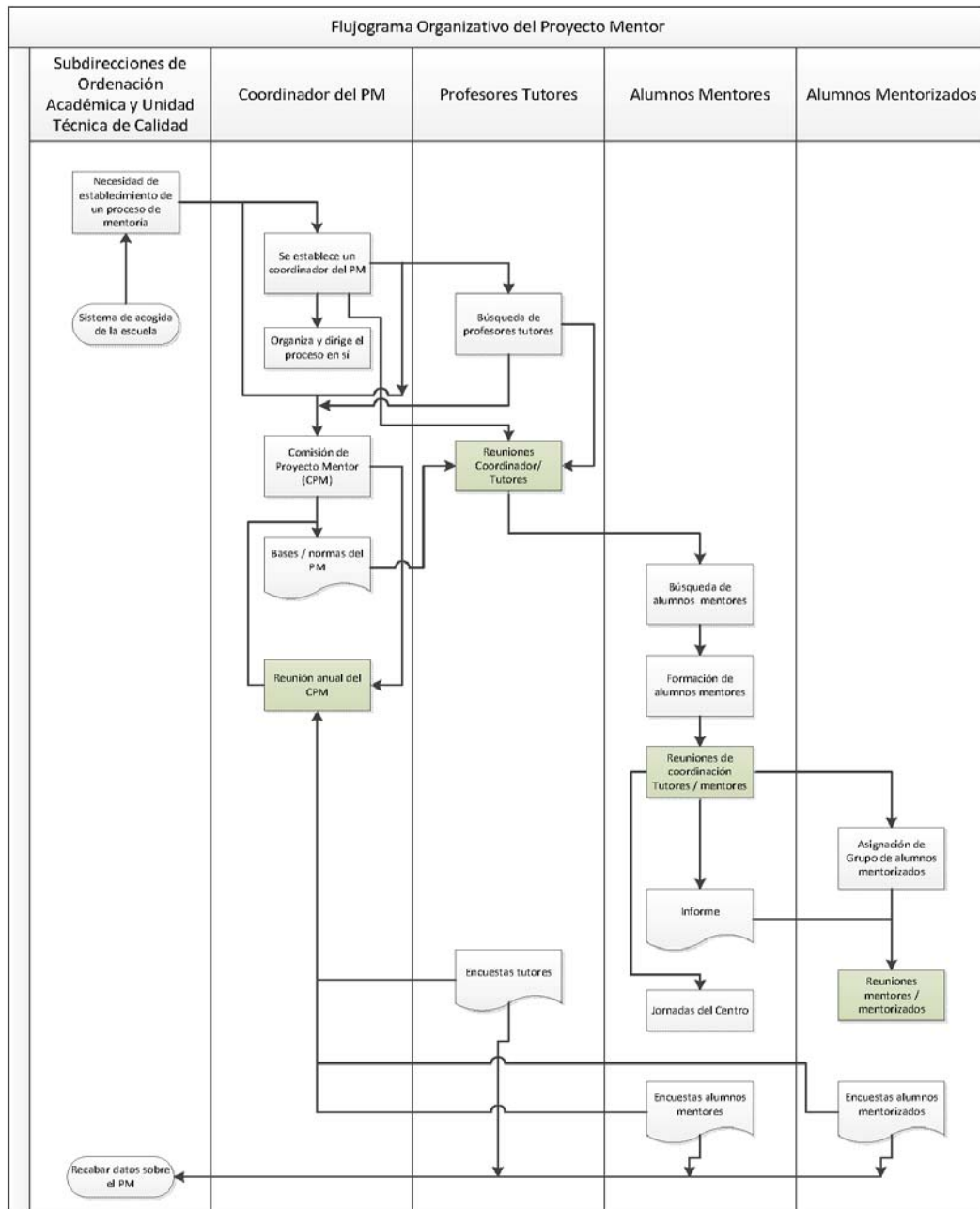
Claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Figura 1 Flujograma organizativo del Proyecto Mentor



Ochoa et al

Figura 2 Flujograma descriptivo del Proyecto Mentor



Claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Finalmente, recalcar que hay que tener especial interés y cuidado en el proceso de difusión del PM en la Escuela, para asegurarse cada curso un número suficiente de mentores que lleven a cabo las labores de Mentoría y que todos los alumnos de nuevo ingreso tengan asignados un mentor, como mínimo. Para ello, previo a la apertura del plazo de solicitud como mentor, se emplea cartelera del PM anunciando la convocatoria.

Dentro de este proceso de difusión, se considera fundamental que los alumnos de la Escuela identifiquen rápidamente los carteles del PM, a través de un logo propio. En el caso de la ETSIDI-UPM, el logo utilizado e identificativo del PM fue el ganador de un concurso abierto a todos los alumnos de la Escuela, que se presenta en la figura 3.

Figura 3 Logo del Proyecto Mentor



Claves de éxito para la implantación de PM

Gracias a la experiencia adquirida en nuestra institución durante los últimos ocho años ha sido posible definir y establecer una serie de pautas para facilitar la implantación con éxito de un proceso genérico de mentoría en una Escuela Técnica Superior de Ingeniería.

A continuación, se presentan dichas pautas a través de un formato de pregunta-respuesta para facilitar la comprensión y su replicación.

1 ¿Qué aporta un Proceso de Mentoría en un entorno universitario?

Facilitar la acogida e integración de los estudiantes de nuevo ingreso, así como de los de intercambio, de una manera progresiva y eficaz, contribuyendo a la mejora de la planificación y el aprovechamiento académico.

La Mentoría en muchas facetas es un proceso de doble dirección, que participa de manera notable en el fortalecimiento de las competencias transversales de todos los actores que

Ochoa et al

participan en el proceso de mentoría. Además, gracias a las relaciones que se establecen entre los integrantes del proyecto de mentoría, se activa el sentimiento de pertenencia a un grupo (Escuela).

Todo este bagaje permite abrir vías de especialización que pueden rentabilizarse y transmitirse mediante comunicaciones a congresos y jornadas. Además aporta de manera indirecta una mejora de la calidad de la enseñanza.

2 ¿A quién se dirige un Proceso de Mentoría?

Es recomendable que se oriente a todos los estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su “aterrijaje” en la Universidad.

Además, si la mentorización se llevara a cabo únicamente sobre los estudiantes que voluntariamente la solicitaran, se dejaría fuera a un alto porcentaje de los que realmente la necesitarían. El alumno que acaba de matricularse en la Universidad puede no tener el conocimiento ni la madurez para reconocer la necesidad de ser mentorizado y aconsejado por un alumno de cursos superiores.

Entre los alumnos de nuevo ingreso, se incluyen a los alumnos de intercambio procedentes de universidades extranjeras, que llegan por primera vez a la Escuela y posiblemente a nuestro país y en consecuencia desconocen profundamente su funcionamiento y cultura. Sin embargo, en la mayoría de los casos son alumnos de cursos superiores con necesidades académicas y sociales muy diferentes a los alumnos que se incorporan en primero. Por ello, se considera un grupo susceptible a ser mentorizado y se crea una modalidad de mentoría específica para ellos.

3 ¿Quién hace falta para implantar un Proceso de Mentoría?

- Mentores, al menos uno o dos por grupo de clase de primero. Se recomienda que los mentores sean alumnos de los últimos cursos de Grado para que tengan la experiencia necesaria para aconsejar a los nuevos alumnos. En el grupo de mentores debe haber una representación de todas las especialidades que se imparten en la Escuela.

En el caso de estudiantes de intercambio, los estudiantes que elijan esta modalidad de mentoría deberán tener una buena expresión oral en inglés.

- Profesores tutores, al menos uno por cada tres mentores. Su participación en el proceso de mentoría es voluntaria y debe ser avalada por su departamento de origen.

- Coordinador del Proceso de Mentoría, que organiza y dirige el proceso en sí. Es imprescindible que forme parte del profesorado que ejerce la tutoría de los mentores y que además cuente con la experiencia adecuada y el respaldo del resto de tutores.

Claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Igualmente debe estar reconocido por la dirección del Centro, pues el Proceso de Mentoría es el principal pilar del Proceso de Acogida.

4 ¿Qué aporta la Mentoría a sus actores principales?

- A los alumnos mentorizados, información actualizada de la realidad universitaria, desde el ámbito académico, administrativo y social, transmitida por estudiantes de cursos avanzados. Estos últimos cuentan con la experiencia de su bagaje académico previo y el apoyo del tutor.

- A los mentores, fortalecimiento de las competencias transversales, sirviendo de puente hacia su futuro profesional, en cuyo entorno se valoran de manera importante tales competencias, incorporando un elemento distintivo en el currículo. Por ello, los mentores deberán contar con una certificación de su formación y actividades desempeñadas, así como un reconocimiento de créditos dentro de su curriculum.

- A los profesores tutores, adquisición de competencias transversales tales como trabajo en equipo, planificación y organización, resolución de conflictos, gestión de la confianza y liderazgo. Se destaca fundamentalmente la adquisición de una visión global de la Escuela desde perspectivas diferentes, gracias a la colaboración entre profesores de distintas áreas de conocimiento que coinciden al participar en este proyecto común. Establecer una relación diferente, más cercana con el mentor, donde la mentoría se transforma en un medio transmisor de las realidades de los alumnos.

5 ¿Por qué es necesario el reconocimiento de la labor de los tutores y cómo se debería reconocer?

La Mentoría está fuera de las actividades formales de los profesores, lo cual complica el reconocimiento de esta labor. Sin embargo, es una labor docente que implica invertir parte de tu tiempo. Por ello, se considera que el profesor tutor debe tener respaldo institucional y ser considerada su labor como *Actividad Docente*.

6 ¿Cómo se integra un Proceso de Mentoría en la organización universitaria?

Puede integrarse como un Proyecto de Innovación Educativa, con apoyo directo de la dirección de la escuela, o bien puede organizarse directamente desde una Subdirección, por ejemplo desde la de Ordenación Académica. En cualquiera de los dos casos hay que tener en cuenta que un Proceso de Mentoría requiere un apoyo institucional que se plasme en ayuda logística y económica para el proceso (espacio y difusión, material, formación, asistencia congresos/jornadas), reconocimiento de créditos para mentores y dedicación docente para tutores.

Ochoa et al

Los mentores participan en determinados actos oficiales de la Escuela, como las Jornadas de Bienvenida a alumnos de nuevo ingreso y de Puertas Abiertas a futuros alumnos, estableciendo un primer contacto directo con ellos y actuando como representantes de la escuela.

Por todo ello el proceso de mentoría precisa constantemente de un respaldo institucional.

Igualmente, sería conveniente que se integre en el Sistema Interno de Garantía de la Calidad del Centro y tome el protagonismo adecuado en el Plan de Estudios de las Titulaciones. Esto requiere la constitución de una Comisión que garantice el correcto funcionamiento del Proceso de Mentoría y todo lo que ello implica.

7 Formación en un Proceso de Mentoría, ¿por qué es necesario y en qué consiste?

La labor de los alumnos mentores se basa fundamentalmente en aspectos de comunicación y expresión oral, conocimiento y transmisión de la normativa universitaria, además de organización y planificación de las tareas. Por esto es necesario que el mentor tenga una formación “ad hoc” para realizar su labor. Esta formación puede organizarse a través de distintos seminarios:

- Taller-Seminario Formativo de Comunicación y Expresión Oral, con el objetivo que los mentores adquieran y desarrollen competencias transversales y habilidades, en áreas tales como la gestión de confianza y la comunicación interpersonal.
- Seminario Comportamiento Organizativo, a fin de lograr que los mentores tengan una formación más específica de Mentoría, adquiriendo competencias relacionadas con la planificación, organización, liderazgo y adaptación a nuevas situaciones.
- Seminario Estructura y Funcionamiento de los Planes de Estudio, con el fin de actualizar los conocimientos de los mentores sobre temas administrativos, normativos, organizativos y curriculares.
- Seminarios de antiguos mentores, formación entre iguales donde mentores de cursos anteriores comparten sus experiencias con el nuevo grupo de mentores, a fin de crear una comunidad de mentores que aproveche sinergias y experiencias previas.

8 ¿Por qué los alumnos quieren ser mentores? ¿Cómo conseguir mentores en la Escuela?

Existen varios motivos por los que los alumnos pueden decidir de forma voluntaria participar como mentores. Los principales incentivos son los créditos otorgados y la formación recibida. Les resulta también atractiva la oportunidad de desarrollar habilidades de comunicación en público, integrarse mejor en el Centro, conocer nuevos compañeros, etc.

Claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Para hacer llegar a los alumnos todas estas ventajas, es conveniente una adecuada publicidad del proceso de mentoría dentro de la Escuela, que puede comprender:

- Campaña de difusión mediante cartelería específica del PM.
- Información mediante página web.
- Charlas informativas de profesores tutores y mentores a los alumnos de penúltimo curso.

9 ¿En qué período se desarrolla el Proceso de Mentoría?

Es fundamental que el Proceso de Mentoría se desarrolle desde el momento que un estudiante de nuevo ingreso o de intercambio comienza su actividad en el Centro, Ochoa et al. (2013). Por ello, el período ideal dependerá del tipo de estudiante:

- Estudiante de nuevo ingreso: el período adecuado es desde el comienzo del curso hasta las vacaciones de invierno, normalmente de septiembre a diciembre.
- Estudiante de intercambio. A diferencia de los anteriores este tipo de estudiante no tiene una fecha concreta de entrada en el Centro, repartiéndose al principio del cuatrimestre. Esto complica la organización de la labor de mentoría obligando a que los responsables de la Escuela tengan informado al tutor de alumnos de intercambio de la llegada de los mismos, para que éste a su vez coordine a sus mentores.

10 Cómo se evalúa la eficacia de un Proceso de Mentoría?

La evaluación del proceso utiliza como herramientas encuestas de satisfacción cumplimentadas por alumnos, mentores y tutores y elaborados por la Comisión del Proyecto Mentor. Este proceso de evaluación está integrado dentro del Sistema Interno de Garantía de la Calidad implantado en la Escuela.

11 ¿Cómo se mejora un Proceso de Mentoría?

Además de las encuestas de satisfacción anteriormente referidas, es necesaria una recopilación de opiniones abiertas de todos los actores implicados, porque las encuestas de satisfacción reflejan sólo el estado global y no las posibles vías de mejora, para ello se realizan actividades específicas para detectarlas:

- Encuestas particulares de respuesta abierta.
- Reuniones abiertas y distendidas entre el grupo de tutores con el grupo de mentores.

Ochoa et al

12 ¿Cómo se vuelve a organizar el Proceso de Mentoría del nuevo curso?

Es necesario al finalizar el curso de mentoría volver a organizar y planificar el nuevo proceso al igual que cualquier otra actividad docente, con sus plazos de inscripción, selección y actualizaciones de actividades.

Conclusiones

El trabajo que se ha presentado en esta comunicación permite destacar algunas de las claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica a través de las respuestas a preguntas planteadas para facilitar la comprensión y permitir replicar la ejecución de un proceso de similares características.

Las conclusiones más significativas obtenidas a partir del análisis desarrollado por los autores, se resumen a continuación:

- Se ha comprobado que el proceso de mentoría aporta beneficios a todos los actores (mentorizados, mentores, tutores y coordinador) que participan en él.
- Los actores principales a quien se dirige el proceso son por supuesto los alumnos de nuevo ingreso. La experiencia desarrollada en su propia Escuela por los autores del presente trabajo permite recomendar que se oriente el proceso de mentoría a la totalidad de los estudiantes de nuevo ingreso, teniendo en cuenta dos perfiles diferenciados: alumnos de primer curso y alumnos de intercambio.
- También se ha identificado la necesidad de que la labor de los tutores sea reconocida a nivel institucional y de dedicación docente.
- El respaldo institucional es necesario para aumentar el impacto y los beneficios del proceso de mentoría en la organización universitaria a través de ayudas económicas, integración en la estructura organizativa de la Escuela y en los sistemas de garantía interna de calidad.
- Una de las claves de éxito del proceso de mentoría descrito estriba en la formación que reciben los mentores, que representa un aspecto diferenciador respecto a otros procesos, y que se basa en el desarrollo de competencias transversales, principalmente relacionadas con la comunicación oral, organización y planificación del trabajo. Esta clave representa una de las principales motivaciones que fomenta la participación voluntaria de los alumnos como mentores en el proceso de mentoría.

En este trabajo también se destacan a título informativo algunos aspectos más operativos del funcionamiento del proyecto mentor.

Claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Este análisis, presentado como recomendaciones para que otros Centros inicien experiencias similares, pretende facilitar las claves de éxito implementadas por los autores, al objeto de compartir el resultado del aprendizaje adquirido tras ocho años de desempeño en el ámbito de la mentoría en una Escuela Técnica.

Agradecimientos

Los profesores tutores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial agradecen a la Dirección de la Escuela su colaboración en el desarrollo de todas las actividades que se realizan en el proceso de mentoría que se presenta en esta comunicación

Referencias

- Adrada T., Ochoa A., Díaz P., Maresca P., Zanón A., Reinoso C., García Á., Martín I., Bravo A., Merino M., Herraéz J., Díaz E., Santos F., Sevillano I. (2010) *Proyecto Mentor en la EUITI de la UPM: "Formación de Mentores basada en competencias genéricas"*. Actas XVIII CUIEET, Santander, 2010.
- Adrada T., Ochoa A., Maresca P., Merino M., Zanón A., Dávila L., Martín I. (2012) *Trayectoria de la implantación del Proyecto Mentor en los Títulos de Grado de Ingeniería Industrial*. Actas XX CUIEET, Las Palmas de Gran Canaria, 2012.
- Carr, R. (1999). *Alcanzando el futuro: el papel de la mentoría ante el nuevo milenio*. Disponible en web: <<http://www.mentors.ca>> [Consulta: 05-06-2015].
- Ochoa A., Merino M., Maresca P., Adrada T., Dávila L., Yáñez S., Fox D., Herraéz J., Bravo A. (2013). *Visiones de los Mentores y Tutores del Proyecto Mentor de la EUITI-UPM en el curso 2012-13. Retos de cara al futuro*. Actas XXI CUIEET, Valencia 2013.
- Valverde A., Ruiz C., García E., Romero S., (2003) *Innovación en la orientación Universitaria : la mentoría como respuesta*. Contextos Educativos, 6-7, (2003-2004), pág. 87-112. Disponible en web: <<https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/contextos/article/view/530>> [Consulta: 05-06-2015].

Desarrollo de la competencia transversal análisis y resolución de problemas en el Grado de Ingeniería Química, mediante el uso de MATLAB.

María-Fernanda López-Pérez, S.C. Cardona, J. Lora, A. Abad

Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. Universitat Politècnica de València (UPV). Plaça Ferràndiz i Carbonell, s/n 03801 Alcoy, Alicante (Spain). malope1@iqn.upv.es, scardona@iqn.upv.es, jlor@iqn.upv.es, aabad@iqn.upv.es.

Abstract

Analysis and solving problems is a Chemical Engineering student capability. In order to develop this ability, activities that encompass problem-solving by students may involve problems in real-world settings.

In Chemical Engineering degree, MATLAB is a numerical software package that helps in the process of designing, evaluating and implementing a strategy to answer an open-ended question or achieve a desired goal. In this context, Matlab is software used in process simulation. Several lectures of Escuela Politécnica Superior d'Alcoi presented an innovation and improvement educational research project (PIME) in order to used MATLAB, like coordination teaching tool between some subjects.

The principal purpose of this work is the students improvement using, as has been mentioned previously, MATLAB in a problem-based learning methodology. This methodology allows a more effective coordination in the degree. The present paper presents a real- world problem and the common elements of most problem-solving contexts and how is designed to function across all disciplines.

Keywords: *Analysis and solving problems, problem-solving learning, MATLAB, coordination*

Resumen

Una de las competencias transversales que debe poseer un graduado en Ingeniería Química, es análisis y resolución de problemas, para ello es necesario potenciar el aprendizaje utilizando las herramientas adecuadas, como son las metodologías de aprendizaje basado en problemas.

Desarrollo de la competencia transversal análisis y resolución de problemas en el Grado de Ingeniería Química, mediante el uso de MATLAB

Además, en la Ingeniería Química es necesario el uso de paquetes de software numérico de propósito general, como MATLAB, destinados a la simulación de procesos. En consecuencia, varios profesores del grado dentro de un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) nos hemos propuesto la utilización de este software como herramienta didáctica que sirva de nexo de unión entre las asignaturas.

El principal objetivo es mejorar la coordinación entre las asignaturas del Grado de Ingeniería Química en la Escuela Politécnica Superior de Alcoy y plantear una metodología didáctica de trabajo basada en la resolución de problemas con el fin de mejorar el rendimiento académico de los alumnos.

En el siguiente trabajo se exponen los principales objetivos planteados en el proyecto de innovación y cuáles son las acciones que se están llevando a cabo para conseguirlos. Se presentará un problema conjunto entre varias asignaturas involucradas en el proyecto de innovación, que sirve como hilo conductor de los conceptos que el alumno debe ir adquiriendo.

Palabras clave: *Análisis y resolución de problemas, aprendizaje basado en problemas, MATLAB, coordinación*

Introducción

Debido al profundo cambio que se debe llevar a cabo en el aprendizaje en el marco universitario, el paso más decisivo es la educación basada en la formación y evaluación por competencias. La UPV, en línea con el proceso de Bolonia ha puesto en marcha, una serie de estrategias para la evaluación de las mismas, empezando por las competencias transversales, vinculadas a numerosas asignaturas de los Títulos Universitarios (V. Yepes, 2014).

Las competencias transversales que ha definido la UPV son:

- Comprensión e integración.
- Aplicación y pensamiento práctico.
- Análisis y resolución de problemas.
- Innovación, creatividad y emprendimiento.
- Diseño y proyecto.
- Trabajo en equipo y liderazgo.
- Responsabilidad ética, medioambiental y profesional.

María-Fernanda López-Pérez, S.C. Cardona, J. Lora, A. Abad

- Comunicación efectiva.
- Pensamiento crítico.

En el caso que nos ocupa, la competencia transversal que va a tratarse en este trabajo es la competencia de Análisis y resolución de problemas. Según la UPV, esta competencia se puede definir como “analizar y resolver problemas de forma efectiva, identificando y definiendo los elementos significativos que los constituyen”. En el desarrollo de esta competencia pueden establecerse tres niveles de complejidad: un primer nivel demostrativo de dominio, resolviendo problemas aplicando conocimientos y métodos aprendidos en clase o en libros. Un segundo nivel, que es el desarrollo de criterios propios para solucionar problemas, mediante reflexión y experiencia. Y un tercer nivel, más desarrollado, cuando el alumno es capaz de elaborar y proponer soluciones en temas no habituales, con los que no está familiarizado (A Villa, 2007). En el caso de los grados, los niveles exigidos serían los dos primeros, el primer nivel para los cursos 1º y 2º y el segundo nivel de desarrollo se tendría en 3º 4º. El siguiente nivel correspondería a estudios de Master.

Pero, no solo debemos trabajar en las asignaturas individualmente, sino, que es necesaria la coordinación de asignaturas en el marco del EEES (C. Armengol, 2009). Dicha coordinación se debe abordar tanto a nivel horizontal como a nivel vertical, centrándose en coordinar las actividades, contenidos y evaluación de las competencias específicas y transversales de las asignaturas de un mismo curso o especialidad, así como asegurar la correcta distribución y consecución de las competencias específicas y transversales del título, planificando de forma adecuada la utilización de los recursos demandados (D. Cazorla, 2010; J.F. Morales, 2013). Esto requiere de mucha dedicación por parte de las comisiones académicas del Título y, naturalmente, del profesorado de la titulación, resultando un trabajo laborioso y complejo que debe estar muy bien planificado, por lo que será necesaria la creación de herramientas que faciliten las labores de coordinación (Y. Garcia, 2013).

En el caso concreto de las Ingenierías, donde el uso de modelos matemáticos para describir el comportamiento de procesos, es parte importante del conocimiento básico que debe poseer un alumno (S.C. Cardona, 2014), es indudable que el uso de software matemático, es necesario e imprescindible durante su formación (J.M. Gonzalez, 2013). Debido a que en el mercado existe multitud de software destinado a la resolución de modelos matemáticos, durante el grado puede aparecer gran dispersión de programas informáticos con el mismo fin, es decir, que el alumno maneje diferentes software en cada asignatura para resolver problemas en diversos ámbitos, pero que en realidad utilicen el mismo método numérico (ejemplo, resolver ecuaciones diferenciales ordinarias). Una consecuencia de la utilización de varios programas informáticos para el mismo fin durante el grado, es que el alumno no llega a dominar claramente ninguno de ellos, debido a la limitación de tiempo que se puede dedicar en cada asignatura al aprendizaje de cada uno de ellos y que además, esta falta de

Desarrollo de la competencia transversal análisis y resolución de problemas en el Grado de Ingeniería Química, mediante el uso de MATLAB

coordinación entre el profesorado, en el empleo de software, provocan en el alumnado una gran incertidumbre sobre la finalidad de las herramientas matemáticas que restan tiempo para el aprendizaje de los contenidos de cada materia.

Atendiendo a las razones anteriores, la utilización de un mismo software matemático de propósito general puede ser una herramienta de coordinación e integración de los contenidos de muchas de las asignaturas que componen el Grado y que además potencien un método de trabajo basado en problemas-ejemplos (Maria-Fernanda López-Pérez, 2012,2013), que refuerce aquellos contenidos que sean integradores en la aplicación de la ingeniería química y que por lo tanto desarrollen la competencia transversal de análisis y resolución de problemas.

Para conseguir una coordinación real en el Grado de Ingeniería Química, y potenciar la competencia de análisis y resolución de problemas de forma similar en la Titulación, se ha planteado un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa entre varios profesores del grado. El proyecto lleva por título “*Utilización de MATLAB como estrategia didáctica y de coordinación horizontal y vertical entre asignaturas del Grado de Ingeniería Química*” siendo su fin, la utilización de este software como herramienta didáctica que sirva de nexo de unión entre las asignaturas, con el objetivo de mejorar la coordinación entre ellas y plantear una metodología didáctica de trabajo basada en la resolución de problemas con el fin de mejorar el rendimiento académico de los alumnos.

Objetivos

El principal objetivo es desarrollar un método de trabajo basado en problemas-ejemplos, que refuercen aquellos contenidos que sean integradores en la aplicación de la ingeniería química y por tanto reforzar el desarrollo de la competencia transversal de análisis y resolución de problemas, utilizando para ello, MATLAB como herramienta de integración.

Para poder llevar a cabo el objetivo planteado se plantearon diversas tareas:

1. Implicar a los profesores que imparten asignaturas del Grado de Ingeniería Química, que necesitan cálculos matemáticos complejos, en la utilización de un único software matemático que ayude a integrar los contenidos impartidos en dichas asignaturas.
2. Convertir al alumno en un usuario avanzado en MATLAB, en métodos de cálculo simbólico/numérico necesarios en su profesión y que podrá utilizar en el desempeño de sus funciones profesionales.
3. Desarrollar una metodología de aprendizaje basada en problemas de carácter transversal que permita al alumno enlazar de forma más eficaz los contenidos

María-Fernanda López-Pérez, S.C. Cardona, J. Lora, A. Abad

más relevantes de la titulación (Dimensión Competencial UPV, de análisis y resolución de problemas).

4. Fomentar la coordinación de los contenidos de las diferentes asignaturas de forma tanto horizontal como vertical en los diferentes cursos, dotando de una mayor cohesión a la titulación.

Implicación de los profesores

Una vez planteado el objetivo a conseguir, el siguiente paso fue implicar a diversos profesores que impartían docencia en el Grado de Ingeniería Química y que quisieran participar en este proyecto de coordinación utilizando MATLAB como software matemático a utilizar en la resolución de problemas, y además coordinasen alguno de los contenidos de su asignatura con las demás, mediante la resolución de un problema complejo con el objetivo de desarrollar de forma conjunta la competencia de análisis y resolución de problemas.

Las asignaturas y por lo tanto los profesores que las imparten fueron un total de ocho (Tabla 1), desde el primer curso hasta cuarto, donde el nivel exigido tanto de conocimientos de los conceptos básicos propios de la asignatura como la complejidad matemática para la resolución de problemas aumenta.

Tabla 1. Asignaturas implicadas en el proyecto de Coordinación utilizando MATLAB para el desarrollo de competencias transversales.

Asignatura	Tipo	Curso	Semestre
Matemáticas II	Formación Básica	1	B
Métodos de Cálculo en Ingeniería Química	Obligatorio	2	A
Cinética Química y Catálisis	Obligatorio	2	B
Transferencia de materia	Obligatorio	2	B
Reactores Químicos	Obligatorio	3	A
Experimentación en Ingeniería II	Obligatorio	3	A
Análisis y simulación de procesos	Obligatorio	3	B
Tratamiento Biológico de Aguas	Optativo	4	B

Por ello, todos los docentes implicados adaptaron su asignatura, utilizando MATLAB en la resolución de los problemas. Debido a que algunos profesores no tenían el nivel suficiente

Desarrollo de la competencia transversal análisis y resolución de problemas en el Grado de Ingeniería Química, mediante el uso de MATLAB

en este software matemático se realizaron talleres específicos, adecuados a las necesidades de cada uno. Se realizaron tres talleres apoyados, por el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) e impartidos por un profesor que impartía docencia en el grado de Ingeniería Química, con altos conocimientos en MATLAB.

Los alumnos como usuarios avanzados en MATLAB

Durante el grado, en algunas asignaturas (Experimentación en Ingeniería I, II, y III) los alumnos de Ingeniería Química, tienen planificados talleres con los contenidos apropiados a la exigencia del curso donde se desarrolla. En estos talleres se les ofrece material (Manual de contenidos) con las funciones más representativas de MATLAB y que van a utilizar en la resolución de los problemas de ese curso.

Estos talleres ofrecen la posibilidad de que el alumno vaya aprendiendo la herramienta informática a lo largo del título conforme la necesita, lo cual facilita su incorporación al bagaje de destrezas del alumno. Por tanto, se mejora la asimilación de los contenidos básicos que se deben impartir en las asignaturas de la titulación, permitiendo a su vez una mayor cohesión en el desarrollo del título. Finalmente, el alumno aprenderá a lo largo del título un software numérico/simbólico a un nivel avanzado, lo que dotará al título de un valor añadido que es valorado positivamente en el mercado profesional.

Desarrollo de la competencia Análisis y Resolución de problemas

Todas las tareas que se han comentado anteriormente no tienen ningún sentido si no se ven reflejadas en los contenidos de las asignaturas que se imparten en el grado, y una forma de lograrlo es utilizar en el título los mismos ejemplos o problemas y que estos vayan aumentando de dificultad a medida que los alumnos avancen en su título. Con ello, pretendemos que el alumno pueda tener una visión de la Ingeniería Química desde el primer curso.

Por ello, para el desarrollo de la competencia de Análisis y Resolución de problemas se utilizó la metodología de aprendizaje basado en problemas. Este tipo de aprendizaje tiene la máxima “se aprende a resolver problemas resolviendo problemas”. Estos problemas han de ser adecuados al nivel del curso, con enunciados no directivos, motivadores y que faciliten la formación y el desarrollo de conceptos.

Para que los alumnos vieran una cohesión de contenidos y una verdadera coordinación a medida que avanzaban en el grado, se pensó que si se relacionaban los conceptos con ejemplos reales y que además iba avanzando en dificultad a medida que se aprendía a lo largo de las asignaturas, el alumno podría llegar a entender mejor los conceptos, aumentando su motivación ante las asignaturas.

María-Fernanda López-Pérez, S.C. Cardona, J. Lora, A. Abad

En primer lugar, se eligió un problema complejo que se resuelve en el curso 4º en el semestre B. Dicho problema fue el DISEÑO DE UN REACTOR BIOLÓGICO SECUENCIAL O SBR (SEQUENCING BATCH REACTOR).

Este problema es muy complejo, ya que el diseño de este tipo de reactores implica conocer las bacterias que eliminan los contaminantes, y por lo tanto la cinética de eliminación de materia orgánica biodegradable, crecimiento y respiración de los microorganismos. Además, hay que conocer cuál es la transferencia de oxígeno desde la fase gaseosa a la líquida, ya que son sistemas aerobios. Por lo tanto, para poder diseñar este tipo de reactores se deben poseer conceptos estudiados en muchas de las asignaturas anteriores a ésta, con la dificultad de coordinación que ello conlleva.

El enunciado del problema podría ser:

“En un empresa láctea de la población de “-----”, se desea instalar un reactor SBR para la eliminación de los contaminantes que vierten al colector municipal. El caudal de vertido es de 200 L/día y los parámetros de control de vertido deben estar por debajo de los límites de vertido. Diseñar el reactor y parámetros operacionales”

Como se puede comprobar el enunciado es completamente abierto, para que cada profesor lo pueda adaptar a sus necesidades y propósitos.

Para entender mejor como se plantea el problema, vamos ir desarrollando asignatura por asignatura, cuales son los problemas relacionados con el diseño del SBR y que se pueden resolver en cada una de ellas, su complejidad y cómo se debe relacionar con las demás.

Como se trata del grado, recordemos que para 1º y 2º la competencia de análisis y resolución de problemas es identificar y analizar un problema para generar alternativas de solución, aplicando los métodos aprendidos. Para 3º y 4º ya aumentamos el nivel de resultados exigidos, en los que el alumno debe utilizar la experiencia y el criterio para analizar las causas de un problema y construir una solución más eficiente y eficaz.

Empecemos por la primera asignatura donde el alumno va a enfrentarse con conceptos que debe poseer para el diseño del reactor biológico. La asignatura es Matemáticas II; como es bien sabido, es una disciplina que, en ocasiones, resulta un escollo para los alumnos, debido no solo a su dificultad, sino también por la poca motivación que despierta, debido seguramente a la poca utilidad que le ven, en su futuro. En el caso que nos ocupa, para el desarrollo del diseño del reactor SBR se necesita resolver sistemas de ecuaciones diferenciales, ya que es un sistema en discontinuo, donde las variables varían con el tiempo. Una de las unidades temáticas en Matemáticas II, es Ecuaciones diferenciales ordinarias y su resolución de forma analítica.

Así que, una vez visto los conceptos matemáticos, se puede presentar al alumno el problema, naturalmente siempre, explicando un poco el contexto, para que el alumno relacione lo

Desarrollo de la competencia transversal análisis y resolución de problemas en el Grado de Ingeniería Química, mediante el uso de MATLAB

aprendido con un ejemplo real: la importancia de la depuración de las aguas residuales, y que la técnica más utilizada para aguas residuales son los reactores biológicos. Sería bueno que vieran algún video de lo que es un reactor biológico, y que se les explicara que los agentes encargados de la eliminación de la materia orgánica son bacterias, que crecen, se reproducen y mueren. No más de 15 minutos, ya que la asignatura tampoco tiene por qué desvirtuarse (incluso puede ir otro profesor que sea más experto en la materia a explicarlo).

Una vez se ha contextualizado, se puede seguir exponiendo que para diseñar este tipo de reactores se necesita saber cómo crecen las bacterias, o como desaparece el contaminante, cuanto oxígeno respiran las bacterias. Este tipo de procesos se pueden modelizar y son ecuaciones diferenciales ordinarias. En este punto el profesor le dará la ecuación diferencial del crecimiento de una bacteria manteniendo el contaminante constante, resolviéndolo analíticamente (Laplace) y después le ofrecerá al alumno un problema más complejo de como varía no solo las bacterias, sino también el sustrato y el oxígeno con el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias (Sist.ec. 1).

$$\begin{aligned} \frac{dS_1}{dt}(t) &= -\frac{1}{Y_1} \mu_{\max 1} \frac{S_1}{K_{S1} + S_1} X_H & S_1(0) &= S_{01} \\ \frac{dX_H}{dt}(t) &= \mu_{\max 1} \frac{S_1}{K_{S1} + S_1} X_H - rO_2|_{\text{endoH}} & X_H(0) &= X_{0H} \\ \frac{dC}{dt} &= Kl a (C_{O_2}^* - C_1) - \frac{1 - Y_1}{Y_1} \mu_{\max 1} \frac{S_1}{K_{S1} + S_1} X_H - rO_2|_{\text{endoTOTAL}} & C(0) &= C_0 \end{aligned} \quad (\text{Sist. Ec. 1})$$

Donde S_1 es sustrato, X_H son las bacterias heterótrofas y C es la concentración de oxígeno

Debido a que el objetivo final es que resuelvan el sistema, se les dará todos los valores de las constantes.

Una vez las hayan resuelto manualmente, lo interesante es que resuelvan este problema utilizando MATLAB con las funciones pertinentes, *dsolve* u *ODE*, para que el alumno vea una forma muy sencilla de resolución y vean una aplicación real a lo visto en la asignatura de Matemáticas II.

El siguiente paso, es relacionar la asignatura de Matemáticas II, con Métodos de cálculo en Ingeniería Química (2º curso, semestre A), donde se resuelven numéricamente ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias mediante los métodos de Euler, Runge-Kutta y multipaso. Se puede resolver el mismo problema, ahora numéricamente, y lo mismo con MATLAB, una vez han aprendido a resolver los sistemas manualmente. Es interesante que los alumnos aprendan a hacerlo con MATLAB para que vean el ahorro de tiempo y lo relacionen con problemas reales de ingeniería. En estas dos asignaturas han aprendido

María-Fernanda López-Pérez, S.C. Cardona, J. Lora, A. Abad

conceptos, tienen una forma de resolver sistemas con MATLAB (plantilla que pueden utilizar más adelante) y además han visto la utilidad de los conceptos aprendidos.

Una vez han visto la parte matemática del problema de diseño del SBR, ya podemos pasar a introducir conceptos de ingeniería. Para poder modelar un reactor, donde existen reacciones químicas se debe conocer la cinética de la reacción, es decir, se debe estudiar la velocidad a la cual transcurren las reacciones químicas, teniendo como objetivo fundamental la obtención de una ecuación cinética que permita relacionar la velocidad de reacción con las condiciones de trabajo y composición.

$$-r_A = [K(T)]f(C_A, C_B, \dots) \quad \text{ec. 2}$$

Donde $-r_A$ es la velocidad de reacción (mol/l·h), K es una constante que depende de la temperatura y C_A, C_B, \dots son la concentración del reactivo.

En esta asignatura se describe la forma de determinar las constantes cinéticas y el orden de las reacciones de las ecuaciones cinéticas que representan las transformaciones químicas. En esta asignatura se puede utilizar MATLAB para la resolución de estos problemas, utilizando interpolaciones como *polyfit* o linealizando. En estos problemas se parte de valores experimentales para poder determinar las constantes de una ecuación cinética. En el caso de los microorganismos, la materia orgánica soluble se degrada siguiendo una ecuación cinética específica. Existen varios modelos, como son: el modelo de primer orden y el de orden variable o Monod. Para el caso de cinéticas de primer orden se obtendrá una constante de velocidad específica (expresada normalmente por k), mientras que para el modelo de Monod, se tendrán que evaluar tres constantes: la constante de afinidad (Ks), la velocidad específica máxima de consumo de sustrato (μ_{\max}/Y) y por último la constante específica máxima de crecimiento (μ_{\max}). La obtención de estas constantes, que aparecían en el sistema de ecuaciones presentado anteriormente, se resuelven de la misma forma, así que, el profesor, puede plantear un problema relacionándolo con el diseño del SBR, introduciendo en este punto el modelo ajustado a este diseño. En esta parte, el profesor daría a los alumnos valores experimentales de concentración de sustrato con el tiempo, y los alumnos podrían calcular la constante.

Para el reactor biológico, uno de los parámetros limitantes, es la transferencia de oxígeno, ya que la mayoría de tratamientos biológicos son aerobios. Los alumnos, por tanto, deben conocer cómo se produce la transferencia de materia con reacción química, siendo esta la absorción del oxígeno en un líquido mezcla en el que reacciona bioquímicamente. La asignatura encargada de introducir estos conocimientos es Transferencia de Materia (2º curso, semestre B). En esta asignatura se explican los modelos de difusión de un gas hacia el seno de un líquido donde tiene lugar una reacción irreversible. El modelo que describe la difusión a través de la película puede obtenerse de la ecuación de conservación de la materia para el oxígeno, obteniéndose una ecuación donde hay más de una variable independiente,

Desarrollo de la competencia transversal análisis y resolución de problemas en el Grado de Ingeniería Química, mediante el uso de MATLAB

apareciendo una ecuación diferencial en derivadas parciales. En esta parte, también aparecen reacciones químicas, por lo que se relaciona con la asignatura de cinética. Si los profesores responsables de las dos asignaturas están coordinados, ambos pueden relacionar lo que realizan en su problema con lo que se ve en otra asignatura, dando una cohesión a los contenidos que se imparten en el título; con ello, el alumno relaciona conceptos, que de otra forma ve como problemas independientes cuando en realidad las materias son multidisciplinares.

Una vez llegados a este punto, hay que resolver la ecuación, utilizando para ello un método numérico, basado en diferencias finitas. En este caso, esta parte del problema también se relaciona con la asignatura Métodos de cálculo en Ingeniería Química (2^a curso, semestre A), así que de nuevo los profesores encargados de la docencia en ambas asignaturas, pueden coordinarse para poner ejemplos similares. Naturalmente, en esta asignatura ya no se vuelve a explicar la metodología de resolución numérica, sino que se pasa directamente a trabajar en MATLAB. Si los profesores están coordinados, los alumnos ya han trabajado con métodos de cálculo numérico para la resolución de problemas similares y por tanto, tienen los códigos, programas en MATLAB o una plantilla (Manual de MATLAB que el alumno posee y que va viendo a lo largo del grado) que puedan utilizar, con lo que no se pierde tiempo volviendo a desarrollar el problema de forma matemática. En el caso que no haya coordinación, el alumno no relaciona lo que ha aprendido en Métodos de cálculo con lo que va a ver en esta asignatura, debe volver a recordar los conceptos, para volver a plasmarlos en un programa de MATLAB. En este paso se pierde mucho tiempo en métodos resolutivos, y no se centra el problema en la parte de ingeniería química y en los conceptos de difusión gas-líquido. El alumno, en muchos casos pierde más tiempo y esfuerzos en resolver matemáticamente el problema que en adquirir los conocimientos propios de la asignatura.

En esta asignatura, el docente debe transmitir la importancia de los procesos de difusión de oxígeno en un reactor biológico, y la necesidad de estudiar en muchos casos los perfiles de concentraciones de oxígeno en la película líquida para diferentes tiempos hasta alcanzar el estado estacionario, así como la cantidad que se transfiere por unidad de tiempo y área. Así, el alumno puede entender que es importante saber cuánto aire hay que introducir en el tanque para que se transfiera el oxígeno que los microorganismos necesitan para sus metabolismos y catabolismos.

Resumiendo, durante estos dos cursos se han visto conceptos básicos en el diseño de reactor intermitentes con reacción química, como es la cinética y métodos de transferencia de materia, además de la resolución matemática de todos ellos, utilizando en todas las asignaturas MATLAB. Los profesores pueden preparar plantillas para que los alumnos tengan de forma sencilla un programa básico del cual partir para resolver problemas similares. En estos dos

María-Fernanda López-Pérez, S.C. Cardona, J. Lora, A. Abad

cursos, han aplicado métodos de resolución que el docente les proporciona y que aplican una vez han identificado y analizado el problema.

Durante el tercer curso, nos centramos ya en la parte de diseño de un reactor intermitente y la simulación del proceso. Veamos cómo se coordinan estas asignaturas. En primer lugar en la asignatura de Reactores Químicos (3^{er} curso, semestre A) se introduce el concepto de cálculo de tamaño del reactor a partir de una ecuación cinética, conociendo las constantes y el orden, utilizando el parámetro tiempo. Para resolver este tipo de problemas y obtener el tiempo, el docente ofrece datos experimentales donde se utilizan interpolaciones y cálculo de áreas, cálculo muy sencillo en MATLAB y que habrán visto en la asignatura de Matemáticas I. El alumno, llegado a este punto, no tiene que tener ninguna dificultad en resolver este tipo de problemas de forma matemática, solo debe centrarse en los conceptos de diseño de reactores. Si utiliza el problema del reactor SBR, se obtendría el tiempo que un sustrato es eliminado de un agua residual por un fango activo. Esto permitiría, más adelante calcular el volumen del reactor.

Esta asignatura, coincide en el tiempo con la asignatura Experimentación de Ingeniería II (3^{er} curso, semestre A), cuyas primeras sesiones de clase, están dedicadas al segundo taller o seminario de MATLAB, donde el alumno incorpora todas aquellas funciones o metodologías que usará durante el curso y que le ayudará a resolver la mayoría de problemas que se le plantean en las asignaturas. En esta asignatura, se puede comprobar experimentalmente lo estudiado en Reactores Químicos, ya que el alumno puede tener un pequeño reactor biológico y determinar experimentalmente como varía la DQO (Demanda Química de Oxígeno, medida de concentración de contaminación) con una concentración de fangos constante. De esta forma, el alumno también se familiariza con un reactor a escala de laboratorio pero de un proceso real. Un problema detectado en este punto, es la distribución temporal de las asignaturas, debido a que, en este caso, coinciden en tiempo (mismo semestre) y puede ocurrir que la práctica de laboratorio, se realice antes que la explicación de diseño de reactores intermitentes. Es un problema a estudiar, aunque debido a la imposibilidad de tener tantos puestos de trabajo con la misma práctica como alumnos, la solución es complicada. En esta práctica de laboratorio se utilizarán las mismas herramientas en MATLAB que en los problemas utilizados en Reactores Químicos.

Además de prácticas relacionadas con Reactores Químicos, Experimentación en Ingeniería II, realiza prácticas de laboratorio relacionadas con transferencia de materia, en este caso se calcula los coeficientes de transferencia de materia (oxígeno), mediante ajustes de parámetros utilizando MATLAB. Es muy importante llegado a este punto, que los alumnos vean una relación entre todas las asignaturas y una relación con lo que se encontrarán en su vida profesional.

Desarrollo de la competencia transversal análisis y resolución de problemas en el Grado de Ingeniería Química, mediante el uso de MATLAB

En el segundo semestre de tercero, los alumnos se enfrentan a la asignatura Análisis y Simulación de Procesos (3^{er} curso, semestre B). Esta asignatura coincide también con la asignatura Tecnología de Bioprocesos, donde ya se le introduce al alumno en la parte de bioquímica, y en las cinéticas de los microorganismos, aquí se les explica la cinética de Monod, que habían utilizado en Cinética Química.

En la asignatura de Análisis y Simulación de Procesos se trabaja con el modelo matemático correspondiente a un respirómetro híbrido de dos tanques, que aunque no es exactamente un SBR, es un equipo con reactores biológicos que trabajan en discontinuo. Dicho modelo es un sistema de 6 ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales, acopladas entre sí, que contemplan la evolución temporal de las concentraciones de oxígeno, biomasa y sustrato en los dos reactores. Una dificultad adicional a este modelo matemático radica en cómo se modela la inyección de sustrato en el reactor aireado. Dicha inyección suele realizarse en forma de pulso, y puede repetirse a lo largo del tiempo.

A partir del modelo matemático del respirómetro y del conocimiento de los parámetros biocinéticos es posible analizar, mediante simulación, el efecto que tiene sobre el comportamiento del sistema la modificación de ciertas variables y condiciones de operación:

- Cambiar el caudal de recirculación entre los dos tanques del respirómetro.
- Cambiar la tasa de transferencia de oxígeno en el tanque de aireación.
- Modificar la cantidad de sustrato inyectada, en qué momentos se inyecta y el tiempo de duración del pulso.

Estas simulaciones permitirán diseñar los experimentos a realizar en el laboratorio con una mayor garantía de éxito y eficiencia. Hay que tener en cuenta que son experimentos de una duración elevada, por lo que es muy interesante poder hacer una predicción de los resultados que se pueden obtener.

Uno de los programas utilizados para la resolución del problema es MATLAB, ya que en este caso también se utiliza SIMULINK y debido a que la dificultad de los cálculos matemáticos también es mayor, es muy importante que el alumno haya ido incorporando conocimientos de MATLAB durante todo los años anteriores, ya que de esta forma dedica la mayor parte del tiempo en el análisis y resolución del problema y no, a entender cada una de las funciones de MATLAB que se utiliza para resolver el problema.

Y por fin, llegamos a la asignatura de Tratamientos biológicos (4^o curso, semestre B). Como se ve, hay un semestre donde no se relaciona el problema con ninguna asignatura, con lo que la coordinación llegados a este punto se rompe. Sería recomendable subsanar esta deficiencia para que el alumno viese una continuidad y coherencia en los contenidos de las asignaturas. En esta asignatura el alumno aprende el concepto de SBR, tratamiento biológico y mecanismos de depuración por parte de los diferentes microorganismos. En esta asig-

María-Fernanda López-Pérez, S.C. Cardona, J. Lora, A. Abad

natura los modelos matemáticos se complican (puede haber 9 ecuaciones diferenciales) además de incorporar todos los conocimientos adquiridos anteriormente (constantes cinéticas, transferencias de materia, conceptos de simulación de procesos...). En esta asignatura ya se les da sentido bioquímico a todas las constantes y ecuaciones implicadas.

Con todo lo aprendido, el alumno ahora es capaz de resolver el problema, diseñar el reactor SBR y optimizar los parámetros de operación. Para ello, utiliza los datos proporcionados (tipo de empresa, población donde se encuentra y caudal de vertido), buscando la información que necesita. Por tanto, cumplimos con el objetivo de la competencia transversal, el alumno utiliza su experiencia y criterio para analizar las causas de un problema y construye una solución eficaz.

Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una metodología de aprendizaje basado en problemas para el grado de Ingeniería Química para potenciar la competencia transversal Análisis y Resolución de Problemas intentando coordinar algunas asignaturas de la titulación utilizando como nexo de unión MATLAB. El primer paso es empezar con un problema que pueda ir desarrollándose a lo largo del grado, con el objetivo de ir incorporando cada vez más asignaturas y desarrollar un proyecto en común con todas ellas.

Referencias

- Armengol Asparó, C. et al (2009). "La coordinación académica en la Universidad. Estrategias para una educación de calidad". Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 12 (2), 121-144.
- Cardona, S.C., Abad, A. (2014) Aplicación de Matlab a la Resolución de Balances de Materia y Energía, Salvador. II Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química (II CIDIQ). ISBN 978-84-370-9271-3
- Cazorla D., Maciá M., Puerta J.M., Serrano R., Rojo T, (2010), XVI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática
- García Cid, Y (2013) Una experiencia de coordinación docente en la enseñanza universitaria XXI Jornadas ASEPUMA – IX Encuentro Internacional Anales de ASEPUMA nº 21: 516
- Gozalvez, J.M. , Lora, J. (2013) Cálculo de operaciones de separación con Mathcad ISBN 978-84-9048-094-6 Editorial Universitat Politècnica de Valencia
- López-Pérez, María-Fernanda, Abad., A (2012) How Promote scientific competency in experimentation subjects in chemical engineering degree, I International Symposium on Innovation and Quality in Engineering Education ISBN. 978-84-695-3891-3
- López-Pérez, María-Fernanda, Abad., A. (2013) Módulos de aprendizaje y ABP, como pilares centrales de la metodología docente activa, en la planificación de una asignatura a implantar, XXI

Desarrollo de la competencia transversal análisis y resolución de problemas en el Grado de Ingeniería Química, mediante el uso de MATLAB

Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET) ISBN. 978-84-608-1217-3

Morales J.F., Peña L.M. (2013) Propuesta metodológica para la enseñanza del cálculo en ingeniería, basada en la modelación matemática., VII CIBEM

Villa, A., Poblete M., Aprendizaje basado en competencias (2007) Ediciones Mensajero. I.S.B.N. 978-84-271-2833-0 pp. 327

Yepes Piqueras, V. (2014) <http://excelcon.blogs.upv.es/2014/10/01/cuales-son-las-competencias-transversales-de-la-upv/>

Evaluación de la competencia transversal UPV: “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional” mediante herramientas de ludificación.

N. Pascual-Seva^a, S. Asensio, M.T.^b, Sebastián-Frasquet^c, M. Vargas^d

Universitat Politècnica de València. Camí de Vera s/n. 46022 Valencia.

a: Departamento de Producción Vegetal. nupasse@prv.upv.es

b: Departamento de Proyectos de Ingeniería. sasensio@dpi.upv.es

c: Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. mtsebastia@hma.upv.es

d: Departamento de Tecnología de Alimentos. mavarco@tal.upv.es

Abstract

The Universitat Politècnica de València (UPV) is currently implementing a training model on transferable skills. Among the 13 UPV skills, the RIAD team considered that the entitled "Ethical, environmental and professional responsibility" is one that a priori is more innovative, with lower number of innovative projects and publications than the other skills. Therefore, the team is developing an Innovative Educational Project Improvement during the academic years 2014/2015 and 2015/2016, with the goal of designing a tool to acquire and evaluate this skill in different degrees at the UPV. This tool will consist of a dynamic gameplay, with various appropriate activities for each subject and different levels of difficulty.

Keywords: Higher education, skill training, gamification.

Resumen

En la actualidad la Universitat Politècnica de València (UPV) se encuentra implantando un modelo de formación en competencias transversales. De entre las 13 competencias UPV, el equipo RIAD considera que la titulada “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional” es una de las que a priori resulta más novedosa, siendo los trabajos de innovación y publicaciones al respecto bastante más escasos que en el caso de las competencias

Evaluación de la competencia transversal UPV: “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional” mediante herramientas de ludificación.

restantes. Por esto, el equipo está desarrollando el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa durante los cursos académicos 2014/2015 y 2015/2016, con el objetivo de diseñar una herramienta con actividades para adquirir y evaluar esta competencia en distintas titulaciones impartidas en la UPV. La herramienta consistirá en una dinámica de juego, con distintas actividades adecuadas para cada asignatura y distintos niveles de dificultad.

Palabras clave: *Docencia universitaria, Formación por competencias, Ludificación*

Introducción

En el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), la formación en competencias adquiere un protagonismo muy relevante (Universitat Politècnica de Catalunya, 2009). En la actualidad, la Universitat Politècnica de València (UPV) se encuentra implantando un modelo de formación en competencias transversales.

Con esta formación por competencias, tanto el alumno como el futuro empleador, además de la propia universidad, se verán beneficiados. El alumno se beneficia no sólo del hecho de poder adquirir un cierto nivel en cada una de las competencias, sino también por poder acreditarlo, mejorando así su empleabilidad. Por otra parte, las empresas podrán conocer el grado de competencia adquirido por los candidatos egresados de la UPV. Por último, la UPV se verá beneficiada, en el sentido de que esta acreditación de las competencias transversales además de ser un valor añadido a los títulos ofrecidos y permitir una mejora continuada de los títulos, permitirá cumplir los requisitos necesarios para enfrentarse a las acreditaciones tanto nacionales como internacionales.

El proyecto de formación por competencias en la UPV pretende incorporar las competencias transversales por tres vías diferenciadas: Trabajo Final de Grado (o Máster); Planes de Estudio; Actividades Extra-Académicas. El Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UPV, junto al Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación (VECA), ha definido 13 competencias transversales (o dimensiones competenciales) que debe adquirir todo titulado por la UPV:

1. Comprensión e integración.
2. Aplicación y pensamiento práctico.
3. Análisis y resolución de problemas.
4. Innovación, creatividad y emprendimiento.

N. Pascual-Seva, S. Asensio, M.T., Sebastián-Frasquet, M. Vargas

5. Diseño y proyecto.
6. Trabajo en equipo y liderazgo.
7. Responsabilidad ética, medioambiental y profesional.
8. Comunicación efectiva.
9. Pensamiento crítico.
10. Conocimiento de problemas contemporáneos.
11. Aprendizaje permanente.
12. Planificación y gestión del tiempo.
13. Instrumental específica.

Con el fin de implantar estas competencias, los profesores deberán programar actividades de enseñanza-aprendizaje orientadas a alcanzar los objetivos formativos relacionados con las mismas, enfocándolas al perfil concreto de cada titulación (Universitat Politècnica de Catalunya, 2009). Durante los últimos años se está formando al profesorado de la UPV en el diseño de las diversas actividades de enseñanza-aprendizaje en competencias transversales y de los correspondientes actos de evaluación. Asimismo, en la actualidad se están definiendo las asignaturas en que se trabajarán las distintas competencias para cada titulación y las asignaturas que constituirán puntos de control del nivel de adquisición de cada competencia por parte de los alumnos. Se prevé, que en el curso académico 2015/2016 las 13 competencias UPV sean ya evaluadas en todas las titulaciones de la UPV.

Según la definición de la UPV, la competencia “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional” hace referencia al conjunto de habilidades, destrezas y actitudes útiles para interactuar con el entorno, de forma ética, responsable y sostenible en orden a evitar o disminuir los efectos negativos producidos por las prácticas inadecuadas que ocasiona la actividad humana y para promover los beneficios que pueda generar la actividad profesional en el ámbito medioambiental, teniendo en cuenta sus implicaciones económicas y sociales (Universitat Politècnica de València, 2015). Como miembro de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), la UPV suscribió el tratado *People’s Sustainability Treaty on Higher Education* (People Sustainability Treaties, 2012), aprobado en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible que tuvo lugar en Río de Janeiro (Brasil) en junio de 2012 (Rio +20; Naciones Unidas, 2012). Por este tratado, las universidades se comprometen a promover el cambio hacia un entorno de actuación sostenible en los ámbitos de la cultura, de campus, de currículum, y de implicación en la sociedad y en el sistema. De tal manera que deben incluir en sus titulaciones las competencias de sostenibilidad adecuadas para formar a titulados con capacidad de actuación en los distintos ámbitos profesionales. Para esto, el profesorado debe diseñar actividades que

Evaluación de la competencia transversal UPV: “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional” mediante herramientas de ludificación.

pongan en práctica los principios de sostenibilidad para que los alumnos lleguen a aplicar de manera rutinaria estos principios, como parte inseparable de su mecanismo de pensamiento y acción (Alsina, 2013).

La UPV ha establecido que el egresado de cualquiera de sus titulaciones, sea capaz de evitar o minimizar los efectos negativos sobre el medio ambiente, así como de fomentar los posibles efectos beneficiosos del ejercicio de su actividad profesional, sin perder de vista sus implicaciones sociales y económicas. El diseño de actividades para trabajar esta competencia y, de manera especial, su evaluación resulta complicada para el profesorado. Además, los trabajos de innovación y publicaciones en este ámbito son bastante más escasos que en el caso de otras competencias transversales. Como ejemplo, los resultados de aprendizaje establecidos por la UPV para las titulaciones de grado (Universitat Politècnica de València, 2015) sólo incluyen aspectos relacionados con la vertiente ética de la competencia, dejando de lado la parte de responsabilidad medioambiental y profesional.

En este sentido, el Equipo de Innovación y Calidad Educativa RIAD, en el marco de los Proyectos de Innovación y Mejora Educativa, consideró oportuno enfocar su investigación en innovación educativa en el desarrollo de una herramienta de trabajo y evaluación de la competencia “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional”, que pueda ser utilizada, de manera adecuada, en cada una de las diferentes titulaciones impartidas en la UPV. Se pretende implantarla durante el curso 2015/2016, coincidiendo con el calendario establecido por la UPV.

De entre las diferentes herramientas disponibles para la docencia universitaria, a la hora de elegir la herramienta de trabajo, el equipo ha considerado oportuno utilizar una herramienta de ludificación. El término ludificación hace referencia a la aplicación de mecánicas de juego en entornos no lúdicos, con la finalidad de captar la atención de la gente, motivarla, ayudando al aprendizaje y a la resolución de problemas (Kapp, 2012). El concepto general de ludificación se está generalizando en varios campos de la vida cotidiana. Esta ludificación, que en décadas pasadas se consideraba de manera negativa, ya que absorbía gran parte del tiempo libre de los niños convirtiéndolos en adictos a los juegos (especialmente videojuegos), ahora se ve con un cariz más equilibrado, como un medio para educar, como terapia y para enriquecer la vida diaria. La ludificación permite utilizar juegos, no sólo como medio transmisor de conocimiento, sino también para provocar cambios en el comportamiento y en las actitudes de los alumnos (Freitas y Liarokapis, 2011), lo que la convierte en una herramienta especialmente adecuada para el trabajo de la competencia “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional”. Además la ludificación puede ayudar a los alumnos en su autoevaluación, les ayuda a reconocer problemas y a encontrar la mejor solución, también les permite la práctica en la toma de decisiones, mejora su memoria a corto y largo plazo, e incrementa las habilidades sociales, tales como la colaboración, negociación o la toma de decisiones compartida (Rieber, 1996, Freitas y Liarokapis, 2011).

N. Pascual-Seva, S. Asensio, M.T., Sebastián-Frasquet, M. Vargas

Se ha comprobado que la aplicación de las técnicas de ludificación mediante soportes informáticos hace aumentar los niveles de concentración y de atención de los alumnos (McClarty, 2012). Por este motivo, se ha decidido utilizar una herramienta de ludificación en formato digital. En la última década ha habido grandes avances en la tecnología de informática, y la industria de los videojuegos ha cedido terreno, de manera importante, a juegos basados en videoconsolas, ordenadores personales, pero también en los teléfonos móviles. En la actualidad existen una gran variedad de aplicaciones disponibles con fin docente, tanto las que fueron creadas con este único fin, como las que permiten adaptar su uso a la docencia universitaria. El primer paso para poder diseñar la herramienta de ludificación es conocer las distintas posibilidades existentes.

Las aplicaciones pueden ser utilizadas durante la docencia presencial, bien con el equipamiento propio del aula o con los distintos equipos personales de los alumnos como teléfonos móviles, tabletas u ordenadores portátiles; también permiten su uso en docencia no presencial, pudiéndose articular a través de blogs que pueden servir de hilo conductor para la actividad de ludificación propuesta, integrando distintas actividades y niveles de dificultad que permitan evaluar el nivel de consecución de la competencia que se esté trabajando.

Dentro de las aplicaciones que pueden ser usadas en el aula, destacan:

- Socrative (Socrative, 2015): El profesor realiza preguntas que son contestadas por los alumnos en tiempo real, de manera que permite conocer de manera rápida y sencilla el nivel de adquisición de conocimientos por parte de los alumnos.
- QuizBean (Bluehouse Group Production, 2015): Equivalente al anterior, permite crear cuestionarios con diferentes tipos de contenido multimedia, pero además permite la retroalimentación del alumno en función de sus respuestas a las preguntas planteadas.
- Aplicación de juegos didácticos en el aula (Proyecto Descartes, 2015): proyecto educativo que incluye una gran cantidad de juegos didácticos, que permiten el uso de cualquier batería de preguntas elaborada por el profesor. La mayoría de los juegos presentan diferentes versiones, incluyendo las preguntas orales, de manera que el juego se puede adaptar en tiempo real.

Respecto a las aplicaciones que pueden utilizarse en docencia no presencial:

- Kuizza (Kuizza, 2015): permite compartir cuestionarios vía Facebook de manera pública, de tal manera que los alumnos pueden revisarlo, solucionarlo y estudiar con las respuestas a través de unas tarjetas de información que se generan de forma automática.

Evaluación de la competencia transversal UPV: “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional” mediante herramientas de ludificación.

- Aplicaciones de realidad virtual 3D (ej. Second Life, 2015): El alumno podrá representarse en el mundo virtual y tomar decisiones como si fuese el mundo real. Esto permitiría al profesor evaluar su nivel de adquisición de la competencia “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional”.
- Uso de blogs: El uso de blogs, en concreto de Poli blogs, permitiría articular la información necesaria para poder contestar distintas preguntas, llevar un seguimiento de los logros conseguidos por el alumno e incluso el nivel de adquisición de la competencia. El uso de Blogger (Google), nos permitiría a diferencia de Poli blogs, incrustar cuestionarios mediante la aplicación de los formularios de Google.

El equipo

El equipo está formado por 8 profesoras pertenecientes a 8 departamentos distintos de la UPV (Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, Producción Vegetal, Tecnología de Alimentos, Proyectos de Ingeniería, Urbanismo, Composición Arquitectónica, Dirección y Organización de Empresas y Dibujo) y que imparten docencia en las titulaciones de Grado en Ciencias Ambientales, Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Natural, Grado en Biotecnología, Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, Grado en Arquitectura, Grado en Gestión y Administración Pública y Máster Universitario en Ingeniería del Diseño.

Un factor clave para acreditar competencias transversales en la UPV es la unificación de criterios en sus diferentes titulaciones. El carácter multidisciplinar del equipo permite testar estos criterios en una experiencia piloto en las distintas titulaciones implicadas en el proyecto. Esto es especialmente importante en el caso particular de la responsabilidad ambiental, ya que la predisposición del alumnado se prevé muy diferente en función del perfil de cada titulación.

Objetivos específicos del proyecto

Los objetivos que se ha marcado el equipo para desarrollar en los dos cursos académicos que se desarrollará el proyecto son:

- Diseñar mediante el uso de herramientas informáticas una dinámica de juego que permita adquirir y evaluar la competencia “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional”. Para ello se deberá diseñar el soporte y establecer la mecánica y la dinámica del juego.

N. Pascual-Seva, S. Asensio, M.T., Sebastián-Frasquet, M. Vargas

- Diseñar actividades adaptadas a cada una de las asignaturas involucradas en el proyecto.
- Implementar distintos niveles de dificultad para cada actividad: esto permitirá evaluar el nivel de adquisición de la competencia.
- Utilizar la herramienta diseñada y realizar las actividades propuestas con los alumnos de cada una de las asignaturas y titulaciones involucradas.
- Evaluar con la herramienta diseñada el nivel de adquisición de la competencia de los alumnos de cada una de las asignaturas y titulaciones involucradas.
- Analizar comparativamente y de manera crítica los resultados obtenidos según el perfil del alumnado.

Plan de trabajo:

El plan de trabajo establecido para desarrollar durante los cursos académicos 2014/2015 y 2015/2016 fue de:

1. Escoger la herramienta digital que servirá de soporte.
2. Diseñar el soporte y establecer la mecánica y la dinámica del juego.
3. Diseñar una actividad con distintos niveles de dificultad para cada una de las asignaturas involucradas.
4. Realización la actividad durante el desarrollo de la asignatura.
5. Evaluación de los resultados obtenidos por los alumnos en cada asignatura.
6. Puesta en común de los resultados obtenidos en cada una de las titulaciones.
7. Comparación y análisis de los resultados obtenidos en conjunto.
8. Publicación de los resultados obtenidos.

Estado actual del proyecto:

Al finalizar el curso académico 2014/2015, el equipo RIAD ha decidido la herramienta digital que utilizará para llevar a cabo la ludificación: un blog para estructurar las distintas actividades de ludificación aplicadas.

En la actualidad se ha empezado a desarrollar el blog (<http://riadupv.blogspot.com.es/>), mediante el uso de Blogger ya que, como se ha mencionado anteriormente, permite la in-

Evaluación de la competencia transversal UPV: “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional” mediante herramientas de ludificación.

roducción de formularios. En el blog se ha habilitado un apartado para cada una de las asignaturas involucradas en el proyecto, donde cada profesora incluirá los resultados obtenidos en las distintas actividades realizadas en el aula, así como también cuestionarios donde evaluar el grado de adquisición de la competencia de manera no presencial. Se pretende que este blog esté disponible para los alumnos involucrados en el proyecto desde el inicio del próximo curso.

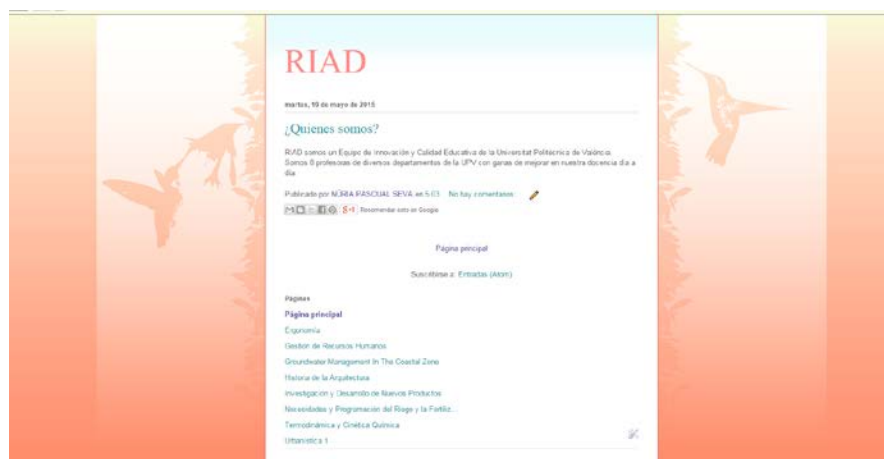


Figura 1: Vista de la página principal del Blog (<http://riadupv.blogspot.com.es>)

Aunque todavía no se ha implementado el proyecto en todas las asignaturas involucradas, a modo de ejemplo presentamos la actividad realizada en la asignatura Termodinámica y Cinética Química, impartida en el primer curso del grado en Biotecnología. Durante el curso 2014/2015 se llevó a cabo en el aula una actividad de ludificación utilizando la aplicación Socrative, siguiendo la metodología descrita por Vargas (2014). Así, se formaron 11 grupos de 4 miembros cada uno y la profesora les propuso un cuestionario de respuesta abierta en el que cada grupo planteó preguntas, de verdadero/falso, relacionadas con la asignatura y que formarían parte del test a resolver por grupos. Además, los alumnos debían justificar cuál sería la respuesta correcta (Figura 2).

A continuación, la profesora cargó las preguntas en la aplicación y se lanzó el test global, planteándose una competición por grupos (Figura 3). Finalmente realizar una discusión general de los resultados obtenidos y determinar entre toda la clase el grupo ganador de la competición.

Actividades similares serán planteadas para las diferentes asignaturas involucradas en el proyecto, contabilizando el grado de adquisición de la competencia “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional” de cada alumno en la página correspondiente. Además se

N. Pascual-Seva, S. Asensio, M.T., Sebastiá-Frasquet, M. Vargas

plantearán formularios en el mismo blog (tanto de manera individual para cada asignatura, como algunos que podrán ser comunes a diferentes titulaciones).

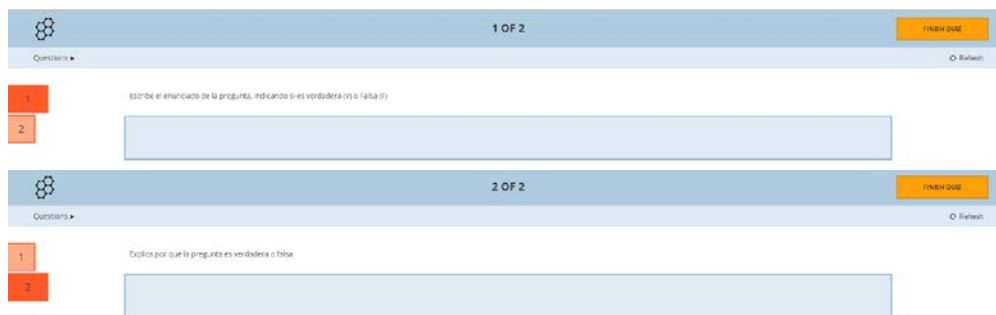


Figura 2. Vista de la aplicación durante el proceso de formulación de preguntas.



Figura 3. Vista de la aplicación Socrative durante la competición entre equipos.

Agradecimientos

Las autoras del artículo agradecen al Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València la financiación recibida para la difusión de los resultados del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa A005. “Experiencia piloto de evaluación en distintas titulaciones de la UPV de la competencia transversal UPV “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional”.

Evaluación de la competencia transversal UPV: “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional” mediante herramientas de ludificación.

Referencias

- Alsina J. (2013). *Rúbricas para evaluación de competencias*. Octaedro, Barcelona, 70 pp.
- Bluehouse Group Production (2015). <https://www.quizbean.com/home> (9 abril 2015)
- Frietas S., Liarokapis (2011). *Serious games: a new paradigm for education?* In: Ma M., Oikonomou A. Jain L.C. eds. *Serious games and entertainment applications*. Springer. London. 8-23.
- Kapp K.M. (2012). *The gamification of learning and instruction : game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons. San Francisco, EEUU. 336 pp.
- Kuizza (2015). <http://www.kuizza.com> (9 abril 2015).
- Kirriemuir, J., McFarlane, C.A. (2006) Literature review in games and learning, White Paper, Future Lab. http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/lit_reviews/Games_Review.pdf. (9 abril 2015).
- Naciones Unidas (2012); <http://www.un.org/es/sustainablefuture/about.shtml> (13-5-2015)
- People Sustainability Treaties (2012). <https://sustainabilitytreaties.files.wordpress.com/2012/05/peoples-sustainability-treaty-on-higher-education-draft-for-rio20.pdf> (13-5-15)
- Proyecto Descartes (2015). <http://newton.proyectodescartes.org/juegosdidacticos> (9 abril 2015).
- Rieber L.P. (1996). *Seriously considering play: Designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games*. *Educ. Technol. Res. Dev.* 44(2), 43–58.
- Second Life (2015). <http://www.secondlife.com> (9 abril 2015)
- Socrative (2015). <http://www.socrative.com> (9 abril 2015)
- Universitat Politècnica de Catalunya (2009) *Sostenibilitat i compromís social. Quadern per treballar les competències genèriques a les assignatures*. Institut de Ciències de l'Educació. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Universitat Politècnica de València (2015). *Competencias Transversales de la UPV*. https://poliformat.upv.es/access/content/group/ESP_0_2359/Competencias_UPV%20Febrero2015.pdf. (15 mayo 2015).
- Vargas, M. (2014). Uso didáctico de dispositivos móviles en primer curso del Grado en Biotecnología. Jornadas In-Red 2014, Universitat Politècnica de València. 388-397.

Evaluación de la competencia transversal “comunicación escrita” en las asignaturas de Física.

**J.A. Gómez-Tejedor, M. Ardid Ramírez, V.P. Cuenca Gotor, J.M. Meseguer-Dueñas,
J. Molina Mateo, J. Riera Guasp, I. Salinas Marín, M.H. Giménez, A. Vidaurre**

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera, s/n,46022 València, 963877000 (Ext.:75256), jogomez@upv.es

Abstract

The teamwork of the students has been used as a tool to incorporate transversal skills in the subject of physics in engineering degrees. Specifically in this study, results in the competence of written communication are shown. A rubric was used in order to evaluate the possible improvement in the presentation and drafting of documents along the course. An improvement is seen in the results obtained by students throughout the academic year. The next aim is to advance in the use of rubrics to evaluate other transversal competences. Furthermore, the need to know the opinion of students about their acquisition of these skills is remarked.

Keywords: *Effective written communication, cooperative teamwork, rubric*

Resumen

El trabajo en equipo de los alumnos se ha utilizado como herramienta para incorporar competencias transversales en materias de Física en grados de ingeniería. En concreto, en este trabajo se presentan los resultados obtenidos en la competencia de comunicación escrita. Con el objetivo de evaluar la posible mejora en la presentación y redacción de documentos académicos a lo largo del curso se ha utilizado una rúbrica. Se observa una mejora en los resultados obtenidos por los estudiantes durante el transcurso del curso. Se pretende avanzar en la utilización de rúbricas para evaluar otras competencias transversales, y se observa la necesidad de conocer la opinión de los alumnos sobre su adquisición de estas competencias.

Palabras clave: *Comunicación escrita, trabajo cooperativo en equipo, utilización de rúbricas.*

Evaluación de la competencia transversal “comunicación escrita” en las asignaturas de Física.

Introducción

En los últimos años, se está realizando un esfuerzo por asignar las denominadas dimensiones competenciales de carácter transversal dentro de las diferentes materiales y asignaturas de los actuales títulos de grado, así como incorporar la evaluación de estas competencias dentro de las asignaturas. De este modo, buena parte de los profesores estamos incorporando estas competencias en la programación real de nuestras asignaturas, incluyéndolas en las guías docentes, e intentando además mostrar a los alumnos la importancia que tienen para su formación como futuros graduados. Esto está en concordancia con la importancia que se les da tanto desde estamentos académicos como desde el de los empresarios y agentes empleadores (Liao, 2013).

Siguiendo las directrices de convergencia europea, la *Universitat Politècnica de València* tiene especial interés en el desarrollo de las competencias transversales en las titulaciones. En este sentido, el documento “Dimensiones competenciales UPV” (UPV, 2014) hace referencia a la necesidad de revisar las competencias de las titulaciones y, una vez establecidas, garantizar su implementación y habilitar mecanismos para poder evaluarlas. La *Universitat Politècnica de València* ha llevado a cabo un importante trabajo definiendo un total de 13 dimensiones competenciales transversales. Algunas de ellas han estado contempladas en nuestro trabajo desde hace tiempo, pero otras suponen un reto, tanto en la forma de garantizar que los alumnos las adquieran, como en el método para evaluarlas.

En el caso de las asignaturas de *Fundamentos de Física* correspondientes a los grados en *Ingeniería Aeroespacial*, *Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos*, *Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática* de la *Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño* de la UPV, hace tiempo que incorporamos actividades relacionadas con las Competencias Transversales (CT), aunque hasta ahora no se había planteado la evaluación del grado de adquisición de tales competencias, en particular el trabajo en equipo y la comunicación efectiva. Se trataría de incorporar las competencias transversales junto con las específicas de cada titulación y asignatura. Para ello es necesario diseñar actividades en las que los estudiantes adquieran destreza en estas competencias al mismo tiempo que trabajan los contenidos de la asignatura.

En el trabajo de la Universidad de Deusto, dirigido por Poblete y Villa (Poblete & Villa, 2007) se define la comunicación escrita como: “*Relacionarse eficazmente con otras personas a través de la expresión clara de lo que se piensa y/o siente, mediante la escritura y los apoyos gráficos*”. Se trata de una competencia básica para el desarrollo profesional de nuestros estudiantes y es, por tanto, importante desarrollarla desde el principio de manera que se puedan ir alcanzando niveles más altos de forma progresiva. Para ello es necesario explicitar el trabajo que se realiza en esta competencia y, a través de la retroalimentación, ir

J.A. Gómez-Tejedor, M. Ardid Ramírez, V.P. Cuenca Gotor, J.M. Meseguer-Dueñas, J. Molina Mateo, J. Riera Guasp, I. Salinas Marín, M.H. Giménez, A. Vidaurre

mejorando con el tiempo. En este sentido, la evaluación juega un papel muy importante. La utilización de rúbricas de evaluación permite al estudiante conocer de antemano lo que se espera de él. Y al evaluador le ofrece una herramienta en la que constatar los puntos fuertes y débiles, así como la evolución con el tiempo. En este trabajo hemos combinado dos competencias transversales, el trabajo en equipo y la comunicación efectiva, de forma que los documentos escritos que los alumnos presentan han sido elaborados por un equipo de 5 o 6 estudiantes.

Los beneficios de incorporar estas competencias son ampliamente reconocidos por todos, aunque para su correcto desarrollo es necesario diseñar las actuaciones (formación de los grupos, resolución de incidencias, evaluación,...) de forma que el aprendizaje en grupo sea efectivo (Noonan, 2013). Alvarez et al. (Alvarez, 2012) han demostrado que cuando el profesor ofrece una realimentación elaborada al estudiante a través de sugerencias o preguntas, los textos producidos posteriormente mejoran sensiblemente.

Algunos autores (Hilyard, 2010) indican que una mala experiencia en el trabajo en equipo puede condicionar acciones futuras. Coll et al. (Coll 2014) analizan la importancia del seguimiento del profesor cuando los alumnos trabajan en pequeños grupos. Su papel se entiende como moderador o facilitador (Berge, 1998).

En las asignaturas de Física de la ETS de Ingeniería del Diseño venimos desarrollando la metodología de trabajo en equipo desde hace algunos años (Ardid Ramírez, 2014). Esta metodología se aborda de la forma que se explica brevemente en la siguiente sección.

Para observar y cuantificar la evolución de los estudiantes en la competencia de *comunicación escrita*, se ha utilizado una *rúbrica*. Este es un método de evaluación efectivo para analizar el progreso en la adquisición de las competencias (Hui-Jung, 2013; Shandle, 2012). La rúbrica es una alternativa viable y coherente para desarrollar y evaluar las competencias, que son por sí mismas complejas y en consecuencia la evaluación de las mismas debe responder también a esta característica. La evaluación de competencias implica que la persona evaluada se enfrente al reto de la integración y utilización de conocimientos, destrezas técnicas, estrategias y actitudes para afrontar o resolver de manera apropiada una situación o problema propio de su ámbito profesional o académico. La rúbrica permite además la retroalimentación constructiva y crítica, tanto del aprendizaje como del proceso formativo, y fomenta la reflexión del trabajo realizado.

Trabajo en equipo y comunicación efectiva.

Este artículo se centra en la competencia *comunicación efectiva*, en lo referido a la *comunicación escrita*. Para el desarrollo de esta competencia se parte del trabajo cooperativo en equipos (Johnson, 1999; Noonan, 2013), con lo cual se desarrolla también la competencia de *trabajo en equipo y liderazgo*.

Evaluación de la competencia transversal “comunicación escrita” en las asignaturas de Física.

Desde el inicio del curso los alumnos se agrupan en equipos de trabajo de cinco o seis estudiantes. Estos equipos son los mismos para las dos asignaturas de la materia de física, y se mantienen durante todo el curso. Las tareas principales que deben desarrollar estos grupos son por un lado la resolución de problemas, y por otro el trabajo en laboratorio. El equipo debe presentar documentos escritos de cada una de las actividades programadas. Se trata de documentos relativamente cortos: 2-3 páginas en el caso de los problemas y menos de 10 en los informes de laboratorio. En ese documento, el alumno debe ser capaz de exponer de una forma clara, bien el método de resolución de un problema, bien la memoria del trabajo realizado en el laboratorio. Para ello, deben utilizar un lenguaje adecuado, el texto debe estar bien estructurado y, en caso de ser necesario, debe ir acompañado de gráficas y/o figuras.

En un trabajo anterior de los mismo autores, se ha realizado una comparación entre las notas individuales de los alumnos, y las notas obtenidas en el trabajo en grupo (Ardid Ramírez, 2014). En dicho trabajo se ha comprobado que los alumnos obtienen mejores calificaciones en este trabajo en grupo, comparadas con las calificaciones individuales de la asignatura. Se ha demostrado también que los alumnos que obtienen una calificación individual inferior, presentan una mayor diferencia entre la misma y la del trabajo en grupo, diferencia que se reduce en el caso de los alumnos con mejor calificación individual. Por tanto, existe una relación directa entre las notas individuales y las de equipo, en especial para los alumnos con mejores calificaciones (Ardid Ramírez, 2014).

Comunicación escrita y evaluación mediante rúbrica

Para evaluar la evolución de los estudiantes en la competencia de *comunicación escrita*, se ha utilizado una *rúbrica*, en la que se explicitan de forma jerárquica los distintos aspectos que se pretende evaluar. A partir de diferentes ejemplos que se pueden encontrar en la literatura (Oliver-Hoyo, 2003; Hafner 2003; Docktor 2009), y con el objetivo concreto de evaluar la *comunicación escrita*, se elaboró la rúbrica que aparece en la tabla 1. Con el fin de cuantificar los resultados obtenidos por los estudiantes se adjudicó un peso a cada una de las categorías, y una asignación de puntos a cada uno de los niveles.

Tabla 1. Rúbrica para evaluación de ejercicios de Prácticas de Aula

CATEGORÍA / NIVELES	4 (10 puntos)	3 (8 puntos)	2 (5 puntos)	1 (2 puntos)	0 (0 puntos)	Peso %
PRESENTACIÓN Y ORGANIZACIÓN	Todos los elementos requeridos están presentes. Los contenidos están bien organizados y presenta un aspecto profesio-	Todos los elementos requeridos están presentes. Los contenidos están bien organiza-	Algún elemento requerido está omitido. El formato de la memoria no ayuda a organizar visualmente el material y	Algún elemento requerido está omitido. La presentación y organización son descuidadas.	Varios elementos requeridos han sido omitidos. La presentación se ve descuidada, con faltas de	10

J.A. Gómez-Tejedor, M. Ardid Ramírez, V.P. Cuenca Gotor, J.M. Meseguer-Dueñas, J. Molina Mateo, J. Riera Guasp, I. Salinas Marín, M.H. Giménez, A. Vidaurre

	nal.		entender el contenido, y presenta incorrecciones de formato.		ortografía, tipos y tamaños de letra no homogéneos, gráficas y tablas mal insertadas,...	
REDACCIÓN GRAMATICAL	El texto está redactado de manera excelente. El vocabulario empleado es el usado en los ámbitos académicos relacionados con el contenido.	El texto está bien redactado, respetando las normas ortográficas y de puntuación y la construcción gramatical. Se usa el vocabulario técnico con conocimiento y soltura.	Salvo algunos errores, el texto está bien escrito. El vocabulario es el correcto en la mayoría de las ocasiones.	Aunque el texto presenta una redacción aceptable, el vocabulario empleado no es el correcto en la mayoría de las ocasiones.	La redacción es deficitaria. El texto necesita muchos cambios para ser correcto.	10
DESARROLLO MATEMÁTICO (expresión matemática), DIAGRAMAS Y DIBUJOS	Se realiza el desarrollo matemático de cada uno de los pasos a seguir en el ejercicio. El desarrollo es correcto en todos los pasos (incluyendo expresión matemática y unidades). Se muestran todos los cálculos y los resultados son correctos. Los diagramas y/o dibujos son claros y ayudan a entender los procedimientos.	Se realiza el desarrollo matemático de cada uno de los pasos a seguir en el ejercicio. El desarrollo no es completamente correcto en todos los pasos (la expresión matemática no es correcta). Los diagramas y/o dibujos son claros y fáciles de entender.	Se realiza el desarrollo matemático del ejercicio saltándose algunos pasos a seguir. No se muestran todos los cálculos, pero los que aparecen son correctos. Los diagramas y/o dibujos son difíciles de entender.	Se realiza el desarrollo matemático del ejercicio saltándose varios pasos. No se muestran todos los cálculos y/o los cálculos son incorrectos. Los diagramas y/o dibujos son incorrectos.	No se realiza el desarrollo matemático. No se presentan diagramas y/o dibujos que serían necesarios para explicar el problema.	40
DOMINIO Y COMPRENSIÓN DEL TEMA	Todos los pasos están perfectamente explicados y los conceptos teóricos están perfectamente aplicados en la resolución del ejercicio, demostrando completa comprensión de los conceptos	La explicación de los conocimientos es relevante y correcta y se aplican correctamente los conceptos teóricos, demostrando conocimiento adecuado y comprensión	La explicación del tema presentado es débil, aunque la aplicación de los conceptos físicos es la correcta, mostrando un conocimiento flojo y comprensión de los conceptos	La explicación del tema es incorrecta o no se realiza. La aplicación de los conceptos teóricos es incorrecta, demostrando que no se han asimilado correctamente los conceptos	No hay explicaciones sobre el tema presentado, lo cual demuestra una comprensión muy limitada. El conocimiento mostrado en el texto es incorrecto o	40

Evaluación de la competencia transversal “comunicación escrita” en las asignaturas de Física.

físicos.	sustancial de los conceptos físicos.	físicos. Hay algunos pasos sin explicar o con explicaciones incorrectas.	Hay físicos estudios.	deficitario.
----------	--------------------------------------	--	-----------------------	--------------

Fuente: Ardid Ramírez M. (2014)

Para analizar la evolución de los trabajos presentados a lo largo del curso se revisaron los documentos realizados por cuatro equipos escogidos de la siguiente manera: uno con alumnos con calificaciones bajas, dos con intermedias, y otro con altas. Los documentos fueron presentados a lo largo del curso y recibieron comentarios del profesor (sin utilización de la rúbrica). Posteriormente, para contrastar la utilización de la rúbrica como método de evaluación, los trabajos fueron evaluados por dos profesores expertos en la materia, pero ajenos al curso. Los evaluadores analizaron conjuntamente cómo aplicar la rúbrica, para posteriormente calificar los trabajos de forma independiente valorando cada categoría. Con ello, se obtuvo una calificación promedio de los trabajos de cada equipo. Hay que destacar que en ningún caso, la valoración en las diferentes categorías difirió en más de un nivel entre los dos evaluadores.

En la tabla 2 se muestra la calificación final de los trabajos de cada equipo realizada por cada evaluador, y la diferencia entre ellas. Como se puede observar en la tabla, la diferencia entre las evaluaciones realizadas por los dos profesores es menor que 1, a excepción del caso del equipo 4 donde la diferencia es de 1,1 puntos. De esta forma, puesto que la diferencia entre los dos evaluadores está en torno a 1 punto o menos, podemos considerar que los resultados entran dentro de lo razonable en la evaluación, lo cual valida la rúbrica y nos permite analizar con más detalle la evolución de los equipos a lo largo del curso.

Tabla 2. Calificación final de los equipos al evaluar los 6 documentos mediante la rúbrica por cada evaluador. Diferencia de la calificación de los dos evaluadores

	Evaluador 1	Evaluador 2	Diferencia
Equipo 1	6,6	6,0	0,6
Equipo 2	6,0	5,4	0,6
Equipo 3	8,1	7,9	0,2
Equipo 4	9,3	8,2	1,1

Para confirmar este resultado, y conocer además si hay una mejora a lo largo del tiempo de los resultados obtenidos por los alumnos en la competencia de comunicación efectiva, hemos realizado un test ANOVA de dos vías con medidas repetidas. Para ello, las hipótesis nulas planteadas son:

J.A. Gómez-Tejedor, M. Ardid Ramírez, V.P. Cuenca Gotor, J.M. Meseguer-Dueñas, J. Molina Mateo, J. Riera Guasp, I. Salinas Marín, M.H. Giménez, A. Vidaurre

- H_1 : el resultado de la corrección no depende del profesor.
- H_2 : el resultado de la evaluación no depende del número de orden de la prueba realizada (no hay evolución temporal).

Tabla 3. Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Calificación

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	101,256 ^a	9	11,251	6,286	0,000
Intersección	2486,880	1	2486,880	1389,446	0,000
Sujeto	75,922	3	25,307	14,140	0,000
Prueba	21,309	5	4,262	2,381	0,057
Profesor	4,025	1	4,025	2,249	0,142
Error	68,014	38	1,790		
Total	2656,150	48			
Total corregida	169,270	47			

a. R cuadrado = 0,598 (R cuadrado corregida = 0,503)

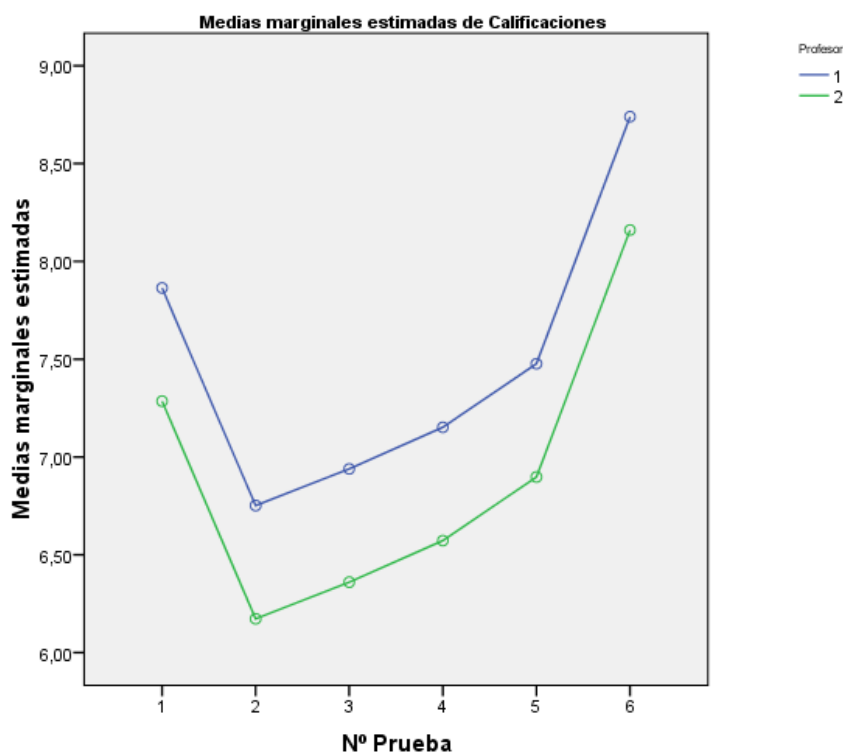
En la tabla 3 se muestran los resultados del test, de los cuales se puede deducir en primer lugar que no hay evidencias de que la hipótesis 1 no se cumpla, lo que indica que la calificación no depende del profesor que ha realizado la corrección. En segundo lugar, aunque no se pueda establecer con rotundidad que la hipótesis 2 no se cumple, el valor obtenido de p es muy próximo al nivel de significación de $\alpha = 0,05$ (probabilidad del 95%), por lo que podemos considerar que existe una mejora con el tiempo, aunque con una probabilidad algo inferior a la mencionada.

Este último resultado se aprecia mejor en la gráfica de la Figura 1, donde se observa que los resultados obtenidos por los alumnos van mejorando en función del número de la prueba (es decir, en función del tiempo) salvo de la primera a la segunda, donde se produce / tiene lugar una caída apreciable de la calificación. En la gráfica solamente se muestran los resultados de la calificación global, aunque es importante mencionar que esta evolución también tiene lugar en las diferentes categorías de la rúbrica utilizada. Además, en la gráfica podemos observar como este patrón de evolución es común para las calificaciones realizadas por

Evaluación de la competencia transversal “comunicación escrita” en las asignaturas de Física.

ambos evaluadores, siendo siempre ligeramente superior la calificación del profesor 1 que la del profesor 2.

Figura 1: Medias marginales estimadas de las calificaciones realizadas por el profesor 1 y 2.



A la vista de los resultados obtenidos, podemos afirmar que la metodología de trabajo en equipo y la evaluación mediante rúbrica utilizada en este trabajo para la competencia de *comunicación escrita*, pueden ser utilizadas también para el resto de competencias transversales.

Conclusiones

Como conclusiones más relevantes de este trabajo, cabe mencionar:

- Se ha comprobado que la rúbrica es una buena metodología para evaluar la adquisición de competencias transversales.

J.A. Gómez-Tejedor, M. Ardid Ramírez, V.P. Cuenca Gotor, J.M. Meseguer-Dueñas, J. Molina Mateo, J. Riera Guasp, I. Salinas Marín, M.H. Giménez, A. Vidaurre

- El trabajo en equipo ha mejorado las competencias de los alumnos en cuanto a la presentación y redacción de documentos académicos, tanto de forma global como en cada una de las categorías analizadas con la rúbrica.
- Hacer explícitas y evaluables las competencias transversales resulta abordable utilizando la metodología adecuada.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado con la financiación de la convocatoria de 2014 de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (PIME) de la Universitat Politècnica de València (referencia A26/12). Nos gustaría dar las gracias al ICE de la Universitat Politècnica de València, por su ayuda a través del programa de innovación y calidad de la educación y el apoyo al equipo de Innovación en Metodologías Activas Para El Aprendizaje de la Física (e-MACAFI).

Referencias

- Alvarez I., Espasa A., Guasch T. (2012). *The value of feedback in improving collaborative writing assignments in an online learning environment*. Studies in Higher Education 37: 387-400.
- Ardid Ramírez M., Cuenca Gotor V.P., Gómez-Tejedor J.A., Meseguer-Dueñas J.M., Molina Mateo J., Riera Guasp J., Salinas Marín I., Vidaurre Garayo A. (2014). *Las prácticas de aula y el trabajo en equipo: una oportunidad para que los alumnos adquieran dimensiones competenciales*. XXII CUIEET - Almadén.
- Berge Z.L. (1998). *Differences in teamwork between post-secondary classrooms and the workplace*. Education+Training, 40(5): 194-201.
- Coll C., Rochera M.J., de Gispert I. (2014). *Supporting online collaborative learning in small groups: Teacher feedback on learning content, academic task and social participation*. Computers & Education, 75: 53-64.
- Docktor J., Heller K., (2009). *Assessment of Student Problem Solving Processes*. Physics Education Research Conference: 133-136.
- Hafner O.C., Hafner P. (2003). *Quantitative Analysis of the Rubric as an Assessment Tool: An Empirical Study of Student Peer-Group Rating*. International Journal of Science Education, 25: 1509-1528.
- Hilyard C., Gilespie D., Litting P. (2010). *University students' attitudes about learning in small groups after frequent participation*. Active Learning in Higher Education, 11: 9-20.
- Hui-Jung C., Jui-lin S., Chin-Cheng C., Yeun-Min T., Mei-Hung C. (2013). *Development and Application of a Scoring Rubric for Evaluating Students' Experimental Skills in Organic Chemistry: An Instructional Guide for Teaching Assistants*. Journal of Chemical Education, 90: 1296-1302
- Johnson D.W., Johnson R.T., Holubec E.J. (1999), *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Ed. Paidós SAICF, 66 pp.

Evaluación de la competencia transversal “comunicación escrita” en las asignaturas de Física.

Liao C.H., Yang M.H., Yang B.C. (2013). *Developing a diagnosis system of work-related capabilities for students: A computer-assisted assessment*, Journal of Computer Assisted Learning, 29: 530-546.

Noonan M. (2013) *The ethical considerations associated with group work assessments*. Nurse Education Today 33: 1422-1427.

Oliver-Hoyo M.T. (2003). *Designing a Written Assignment To Promote the Use of Critical Thinking Skills in an Introductory Chemistry Course*. Journal of Chemical Education, 80: 899–903.

Poblete M., Villa A. (2007). *Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de competencias genéricas*. Bilbao: Ed. Mensajero.

SAKAI, <http://www.sakaiproject.org/> (30-04-2015)

Shandle S.E., Brown E.C., Towns M.H., Warner D.L. (2012). *A Rubric for Assessing Students' Experimental Problem-Solving Ability*. Journal of Chemical Education, 89: 319-325

UPV (2014) <http://www.upv.es/contenidos/ICEP/info/DimensionesCompetenciales.pdf> (30-04-2015)

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Josep Lluís Suñer Martínez, Javier Carballeira Morado, Paloma Vila Tortosa y José Martínez Casas.

Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universitat Politècnica de València

josuner@mcm.upv.es, jacarmo@mcm.upv.es, mavitor2@upvnet.upv.es, jomarc12@mcm.upv.es.

Abstract

The Bachelor and Master degree programmes developed at our university follow a competence based approach. These programmes define the specific and generic competences to be worked in each degree, and also, in which particular subjects along the degree. The evaluation of the specific competences is reflected on the student's curricula by using numerical qualifications, but the assessment of the generic ones is still a pending matter. This work presents a proposal to evaluate one generic competence that has been traditionally worked in subjects related to the Mechanism and Machine Theory: capacity for applying knowledge in practice. Different activities have been developed for the assessment of this competence with two main objectives: first, to quantify the level of achievement of the students in order to give a numerical evaluation; and second, to be used by the students as a learning material so that they can improve their capacities. These activities are based on the observation of some learning outcomes associated to this competence, and they allow to assess not only the specific scientific-technical competences, but also the generic one.

Keywords: *generic competence, assessment, capacity for applying knowledge in practice*

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Resumen

Los planes de estudio de los títulos de Grado y Máster impartidos en nuestra universidad siguen una aproximación basada en competencias. Estos planes definen las competencias específicas y genéricas que se van a trabajar en cada título, y en qué asignaturas. La evaluación de las competencias específicas se refleja en los expedientes académicos de los estudiantes mediante una calificación numérica, pero la evaluación de las competencias genéricas es todavía una tarea pendiente. Este trabajo presenta una propuesta para evaluar una competencia genérica que se ha trabajado tradicionalmente en asignaturas relacionadas con la Teoría de Máquinas y Mecanismos: la capacidad para aplicar el conocimiento a la práctica. Se han desarrollado diferentes actividades para la evaluación de esta competencia con dos objetivos principales: en primer lugar, cuantificar el nivel de logro alcanzado por los estudiantes para poder realizar una evaluación numérica; y en segundo lugar, servir como materiales de aprendizaje para los estudiantes de forma que puedan mejorar sus capacidades. Estas actividades se basan en la observación de algunos resultados de aprendizaje asociados a esta competencia, y permiten evaluar, no sólo las competencias científico-técnicas específicas de la asignatura, sino también la competencia genérica.

Palabras clave: *competencias transversales, evaluación, aplicación y pensamiento práctico*

Introducción

Los títulos de Grado y Máster ofertados en la Universitat Politècnica de València han sido diseñados siguiendo una aproximación basada en competencias (Sursock, 2010; Murias, 2007; Rieckmann, 2012). Es decir, los planes de estudios contemplan una serie de competencias, tanto específicas (científico-técnicas) como genéricas (habilidades sociales, etc.). La acreditación internacional (ABET, EUR-ACE, etc.) de estos títulos, junto con las demandas de los empleadores para disponer de mayor información acerca de las capacidades de los egresados, ha puesto de manifiesto la necesidad de evaluar las competencias genéricas de una forma objetiva y cuantitativa (Andrews, 2008; Entwistle, 2004). De este modo, nuestra universidad ha iniciado una serie de acciones a nivel institucional para disponer de estrategias y herramientas de evaluación de competencias genéricas en sus títulos (UPV, 2014). Una de estas acciones ha sido la inclusión de esta temática de forma preferente en la convocatoria anual de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (programa PIME). Este trabajo presenta los resultados obtenidos en uno de estos proyectos, en el que participan los autores, y aplicados a dos asignaturas relacionadas con la Teoría de Máquinas y Mecanismos.

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

La idea del PIME era generar instrumentos de evaluación para competencias genéricas que se trabajan de forma habitual en asignaturas del ámbito de la ingeniería mecánica y de materiales. Una de estas competencias era la capacidad para aplicar el conocimiento a la práctica, utilizando la denominación empleada en el proyecto TUNING (DEUSTO, 2014), o dimensión competencial de la Aplicación y Pensamiento Práctico, según denominación empleada en nuestra universidad (UPV, 2014).

Los contenidos de las asignaturas relacionadas con la Teoría de Máquinas y Mecanismos son propicios para el desarrollo de esta competencia, desde el punto de vista de los autores. Se trata de asignaturas con un alto contenido teórico, pero que hacen referencia a sistemas mecánicos con un uso completamente extendido y habitual en la sociedad. Sin embargo, según la experiencia de los autores en estas asignaturas, los estudiantes muchas veces tienen dificultades para relacionar lo que están aprendiendo en clase con las máquinas y mecanismos que emplean a diario en su vida cotidiana. De este modo, los autores consideraron que sería interesante plantear actividades que ayudaran a los estudiantes a mejorar su capacidad de pensamiento práctico, en la línea del *Assessment for Learning, AfL*, (McDowell, 2011); y al mismo tiempo permitieran evaluar las competencias desarrolladas en las asignaturas, tanto las científico-técnicas de carácter específico, como esta genérica.

Para probar la propuesta desarrollada en este trabajo, se escogieron dos asignaturas de Grado, una de 2º y otra de 4º: Teoría de Máquinas, y Diseño Mecánico Asistido por Ordenador, respectivamente, ambas del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. La idea era disponer de dos niveles para comprobar la evolución de los alumnos y validar las herramientas propuestas. En función de los resultados obtenidos y de la experiencia adquirida, esta metodología se aplicará al resto de asignaturas en los demás títulos y escuelas.

En el siguiente apartado se describe el proceso de trabajo mediante el que se ha llegado a la metodología propuesta. A continuación, en los Resultados, se presentan las actividades y los instrumentos de evaluación aplicados a cada asignatura. Las conclusiones extraídas de esta experiencia se presentan al final de este trabajo.

Metodología

En una primera fase de trabajo, se han analizado los resultados de aprendizaje asociados a esta competencia genérica, y establecidos desde la universidad (UPV, 2014). El objetivo era doble: por un lado, clarificar la definición y el alcance de la competencia, que nos resultaban similares a los de Análisis y Resolución de Problemas; por otro lado, identificar evidencias e indicadores que nos permitieran evaluar el nivel de desarrollo de la competencia en los estudiantes. Para ello, también se han estudiado los materiales recopilados por el

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Instituto de Ciencias de la Educación de nuestra universidad acerca de las herramientas de evaluación más adecuadas para esta competencia.

La definición que se ha empleado en este trabajo para la competencia en Aplicación y Pensamiento Práctico es la capacidad para identificar los objetivos a alcanzar para resolver una situación real y establecer un plan apropiado para ello, teniendo en cuenta las restricciones, recursos e información disponibles. Se trata de desarrollar un modo de pensar orientado a la acción que permite adaptarse a nuevas situaciones, tomando las decisiones necesarias para salvar las incertidumbres que aparecen en una situación real, alejada de los ejercicios académicos.

Además de esta definición, el principal resultado obtenido en esta fase inicial ha sido una escala de desarrollo dividida en 6 niveles (Tabla 1), siguiendo una aproximación similar al Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MECD, 2002). Los cuatro primeros niveles se supone que se trabajan y superan durante el Grado, y los dos últimos niveles se reservan para el Máster.

En una segunda fase, se estudiaron distintas alternativas para la evaluación. Se trataba de encontrar una herramienta que se pudiese aplicar en diferentes asignaturas con diferentes enfoques y actividades de enseñanza-aprendizaje. Además, debido a la complejidad de la competencia, se buscó una herramienta de evaluación que resultara lo más sencilla para el evaluador, y útil para el estudiante.

Se decidió emplear una Lista de Control (Tabla 2) con nueve indicadores asociados a los resultados de aprendizaje:

1. Utilizar las capacidades y los recursos disponibles para alcanzar los objetivos en situaciones habituales y siguiendo instrucciones (ítems 1 a 4).
2. Diseñar un plan coherente con acciones concretas para abordar situaciones nuevas y/o complejas con un enfoque propio y/o en colaboración con otros (ítems 5 a 7).
3. Evaluar los resultados obtenidos con la puesta en marcha del plan (ítems 8 y 9).

Cada indicador se evaluaría inicialmente para comprobar que aparece en el trabajo del estudiante, y en qué grado (inadecuado, suficiente, adecuado). Se puede asignar un valor numérico a esta evaluación, de forma que si no está sería un 0, y si está se puntuaría 1, 2 o 3, según el grado.

El nivel de logro alcanzado se podría obtener entonces en función de la puntuación total. Teniendo en cuenta que los estudiantes van a disponer de la lista de control, se considera que obtener una puntuación mínima es bastante sencillo, por lo que se asignan tramos más amplios a los niveles más bajos de logro, y tramos más estrechos a los más altos y más difíciles de alcanzar:

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Tabla 1. Escala de desarrollo e evidencias para la competencia en Aplicación y Pensamiento Práctico

RESULTADO DE APRENDIZAJE	Bajo	Medio-Bajo	Medio	Medio-Alto <i>Grado</i>	Alto	Máster	EVIDENCIAS
<i>Identificar y utilizar de forma adecuada los elementos de información disponibles, evaluando y validando la calidad de dicha información</i>	Es incapaz de distinguir y utilizar de forma adecuada la información relevante en una situación habitual y siguiendo instrucciones	Es capaz de distinguir y utilizar de forma adecuada la información relevante en una situación habitual y siguiendo instrucciones	Es capaz de distinguir y utilizar de forma adecuada la información relevante en una situación habitual sin instrucciones	Es capaz de distinguir y utilizar de forma adecuada la información relevante en una situación nueva con enfoque propio	Es capaz de distinguir y utilizar de forma adecuada la información relevante en una situación compleja con enfoque propio	Es capaz de distinguir y utilizar de forma adecuada la información relevante en una situación compleja con colaboración con otros	Datos distractores; estimación de datos; uso de fuentes de información; enunciados guiados; preguntas control
<i>Establecer objetivos concretos en relación con la situación que se le plantea</i>	Es incapaz de establecer objetivos concretos en una situación habitual y siguiendo instrucciones	Es capaz de establecer objetivos concretos en una situación habitual y siguiendo instrucciones	Es capaz de establecer objetivos concretos en una situación habitual sin instrucciones	Es capaz de establecer objetivos concretos en una situación nueva con enfoque propio	Es capaz de establecer objetivos concretos en una situación compleja con enfoque propio	Es capaz de establecer objetivos concretos en una situación compleja con colaboración con otros	Resumen variables principales problema; uso de analogías; encontrar ejemplos en la vida real
<i>Elaborar un plan coherente con acciones concretas y evaluar su puesta en marcha para resolver la situación</i>	Es incapaz de diseñar un plan de acciones concretas para resolver una situación habitual	Es capaz de diseñar un plan de acciones concretas para resolver una situación habitual, pero es poco eficiente y/o incompleto	Es capaz de diseñar un plan de acciones concretas para resolver una situación habitual de forma eficiente	Es capaz de diseñar un plan de acciones concretas para resolver una situación nueva	Es capaz de diseñar un plan de acciones concretas para resolver una situación compleja, anticipando las dificultades de su puesta en marcha	Es capaz de diseñar un plan de acciones concretas para resolver una situación compleja en colaboración con otros, anticipando las dificultades de su puesta en marcha	Esquematizar pasos a seguir para resolver una situación; redactar índice proyecto/trabajo

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Tabla 2. Lista de control para la evaluación de la competencia en Aplicación y Pensamiento Práctico

	Criterio	¿Sí o no?	¿En qué medida sí? 1. Inadecuado 2. Suficiente 3. Adecuado
1	Define claramente los objetivos a alcanzar en términos propios		
2	Identifica los factores y limitaciones que debe tomar en consideración		
3	Reconoce y evalúa la calidad de los datos de partida		
4	Propone estimaciones razonables para salvar las incertidumbres		
5	Elabora un plan de acciones coherentes y apropiado en función de los elementos de información disponibles		
6	Genera una solución eficaz teniendo en cuenta las limitaciones y los recursos disponibles		
7	Argumenta la eficiencia de la solución frente a otras alternativas		
8	Establece una metodología de seguimiento de la puesta en marcha de la solución		
9	Extrae conclusiones y plantea propuestas de mejora en función de los resultados obtenidos		

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Bajo	Medio-Bajo	Medio	Medio-Alto <i>Grado</i>	Alto	<i>Máster</i>
0-5	6-11	12-16	17-21	22-25	26-27

Esta lista de control genérica resultaba demasiado abstracta para las actividades de evaluación que se podían plantear en las asignaturas, teniendo en cuenta las limitaciones. Estas limitaciones eran, por un lado, que las guías docentes ya habían fijado las metodologías y pesos de las distintas evaluaciones, y por otro lado, el tiempo disponible.

Así pues, se decidió particularizar la herramienta de evaluación para cada asignaturas atendiendo a las características de la actividad de evaluación propuesta. En el siguiente apartado se presentan estas herramientas y actividades.

Actividades e instrumentos de evaluación

En la asignatura de Teoría de Máquinas de 2º de Grado se estudian los fundamentos teóricos de la cinemática y dinámica de mecanismos. Para evaluar la competencia de Aplicación y Pensamiento Práctico se planteó la siguiente actividad:

Primera parte Buscar una fotografía de un mecanismo real

Se puede hacer la fotografía o emplear una ya existente. En cualquier caso, debe ser de un mecanismo real cuyo funcionamiento se pueda describir, y que permita dibujar de forma aproximada su diagrama cinemático.

Segunda parte Enunciar un problema de diseño relacionado con el mecanismo

- *Dibujar un diagrama cinemático del mecanismo.*
- *Definir el objeto del problema.*
- *Identificar rango de movimiento y restricciones.*
- *Proponer datos de entrada y estimar datos inerciales y geométricos.*
- *Esquematizar proceso de resolución señalando las variables a resolver, justificando el procedimiento escogido.*
- *Indicar criterio para verificar la solución obtenida.*
- *Comentar posibles mejoras del mecanismo.*

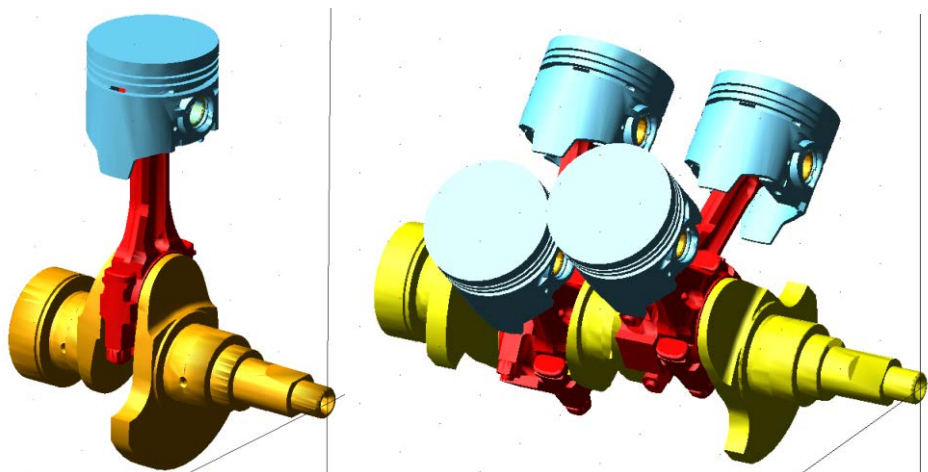
Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Se trata de una asignatura troncal con varios grupos de docencia coordinados y con una guía docente establecida. En este caso, la experiencia se realizó sólo en dos de los grupos, impartidos por dos de los autores. Debido al gran número de alumnos en esta asignatura, la actividad se realizó en grupos de 3 estudiantes. Y debido a la imposibilidad de incluirla en la evaluación una vez iniciado el curso, se propuso de forma voluntaria.

La actividad se evaluaba tanto desde el punto de vista de contenidos, asociados a las competencias específicas de la asignatura, como desde el punto de vista de la competencia genérica, mediante el empleo de la lista de control adaptada que se presenta en la Tabla 3.

Por otro lado, en la asignatura Diseño Mecánico Asistido por Ordenador (DMAO) de 4º de Grado, se trabaja la Simulación Dinámica de Sistemas Multicuerpo (SDSM) mediante programas informáticos, como ADAMS/View (Adams, 2014). En el desarrollo de la asignatura se propone a los estudiantes un trabajo de modelado de un motor de combustión interna de 4 cilindros en V y 4 tiempos, partiendo de un motor monocilíndrico de 4 tiempos.

Figura 1. Motor monocilíndrico, punto de partida del trabajo, y motor de 4 cilindros en V, objetivo final del trabajo



El motor original se realiza, por parte de los estudiantes, a partir de piezas previamente modeladas con un programa CAD, y finaliza con la simulación del funcionamiento del motor en régimen permanente.

Como paso intermedio, los estudiantes realizan, en clase y de manera guiada, un modelo de motor de 3 cilindros en línea y 4 tiempos. El proceso de creación del modelo de un motor de varios cilindros, a partir de las piezas del monocilíndrico se muestra y se pone en práctica entonces, con lo que los estudiantes se familiarizan con la filosofía de trabajo.

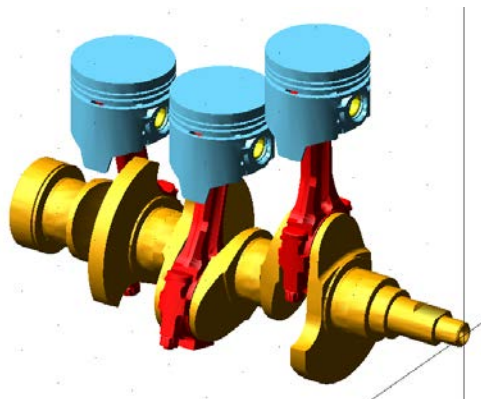
Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Tabla 3. Lista de control para la evaluación de la competencia en Aplicación y Pensamiento Práctico en Teoría de Máquinas

	Criterio	¿Sí o no?	¿En qué medida sí? (de 1 a 3)
1	<i>¿Has entendido el objetivo de la actividad? Redacta un índice para el trabajo.</i>		
2	<i>¿Tienes claro el tipo de mecanismo que puedes analizar? Comprueba el número de grados de libertad del mismo y el tipo de pares cinemáticos que emplea.</i>		
3	<i>¿Puedes identificar correctamente los distintos componentes del mecanismo? Dibuja su diagrama cinemático.</i>		
4	<i>¿Dispones de todos los datos geométricos e inerciales? Identifica posibles incertidumbres y propón un valor numérico aproximado.</i>		
5	<i>¿Sabes cómo analizar el comportamiento cinemático y dinámico del mecanismo? Explica los pasos y métodos necesarios para estudiarlo.</i>		
6	<i>¿Puedes plantear un problema de diseño para el mecanismo? Enuncia un problema de diseño para el mecanismo.</i>		
7	<i>¿Por qué es interesante el problema de diseño que planteas? Argumenta su interés.</i>		
8	<i>¿De qué orden de magnitud deberían ser los resultados esperados? Anticipa un rango de valores de la solución del problema.</i>		
9	<i>¿Se podría modificar el mecanismo de alguna forma para optimizar sus prestaciones? Indica cómo puede mejorarse.</i>		

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Figura 2. Motor de 3 cilindros, utilizado como ejercicio previo



El proceso de modelado se fundamenta en el duplicado de partes como la muñequilla del cigüeñal, la biela, pistón y el bulón que une estos dos últimos, así como el de los enlaces (pares cinemáticos) entre barras y fuerzas en los pistones, para pasar luego a la reubicación de las piezas copiadas y el ensamblado del modelo. Por último, se reprograman las definiciones de las fuerzas en los pistones para conseguir la distribución de las explosiones en el orden e instante correctos.

La idoneidad de este trabajo para evaluar la competencia Aplicación y Pensamiento Práctico radica en que para construir el modelo final no existe una única secuencia de pasos, sino que, utilizando los comandos de edición y gestión de entidades del programa ADAMS/View, se puede crear el modelo de manera más o menos rápida y con un número de pasos mayor o menor. Estas diferentes vías son aplicables tanto a la copia y reubicación de elementos físicos del modelo como a la copia y reprogramación de las funciones de las fuerzas en los pistones.

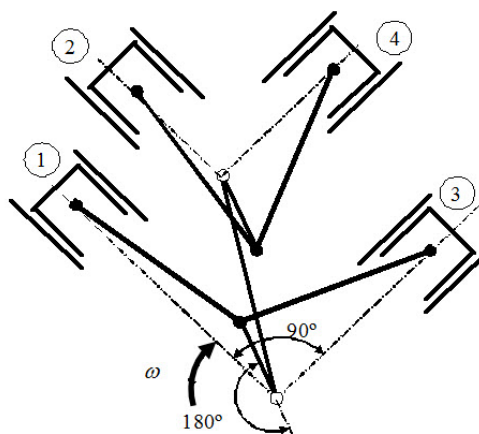
Además, para la creación del motor de 4 cilindros en V, es necesario la incorporación de elementos nuevos, provocada por el alargamiento del asiento de las muñequillas del cigüeñal, ya que se calan dos bielas por muñequilla. La determinación de estas prolongaciones se deja por completo a los estudiantes, que pueden realizarla mediante los elementos propios del programa de simulación o con programas externos de CAD, que permiten trabajar con los modelos originales de las piezas.

Dado que en una vez finalizado el modelo del motor policilíndrico puede ser difícil o imposible detectar la secuencia de pasos que han llevado a ese modelo, se pide una memoria del trabajo bajo la forma de un manual de instrucciones, con un formato similar al utilizado por los profesores de la asignatura en sus clases, de manera que cualquier persona con conoci-

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

mentos del programa y partiendo de la misma situación inicial sea capaz de llegar al mismo modelo que el realizado por los alumnos. En esas instrucciones se comprobará si los estudiantes son capaces de aprovechar las posibilidades del programa de simulación para realizar el modelo de manera lo más rápida, sencilla y efectiva posible, así como si han sido capaces de realizar la determinación de elementos adicionales de la misma manera.

El ejercicio consiste en realizar el modelado y montaje del motor de 4 cilindros en V mostrado a continuación, así como en la elaboración de las instrucciones detalladas para realizar este trabajo.



Orden de encendido.

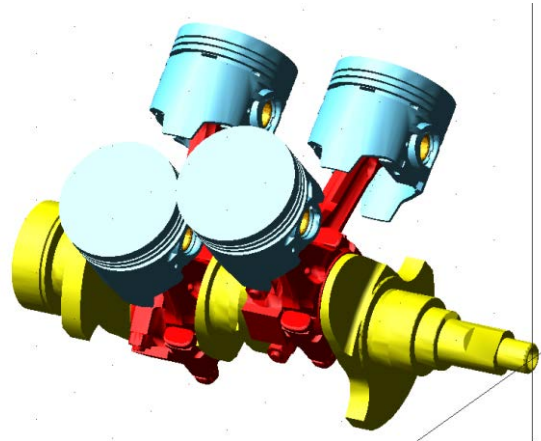
C-1	C-2	C-3	C-4
Ex.	Es.	Es.	A
Es.	A	A	C
A	C	C	Ex.
C	Ex.	Ex.	Es.
		Es.	A

Procedimiento para la elaboración de las instrucciones.

1. El modelado se podrá realizar en las aulas informáticas donde está instalado el programa ADAMS/View (cuando estén disponibles).
2. Las muñequillas del cigüeñal están desfasadas 180°.
3. Las carreras de los pistones forman un ángulo de 90°.
4. En cada muñequilla hay montadas dos bielas.
5. Si cree necesario, se pueden crear piezas nuevas. Los estudiantes deberán encontrar la forma de definir esas piezas.
6. Las fórmulas de contadores y fuerzas deberán ser modificadas en función de la configuración del mecanismo y del diagrama de encendido de los cilindros ya mostrado.
7. Las instrucciones describirán todos los pasos necesarios para realizar el modelo del motor en ADAMS, de manera similar a las diapositivas de las sesiones anteriores.
8. Las instrucciones se redactarán en un documento de Word, con una extensión máxima recomendada de 10 páginas. Se pueden incorporar ilustraciones.

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

9. *Esta ilustración tiene únicamente carácter orientativo. En este caso no se muestra alguna pieza del cigüeñal que sí se debe utilizar en las instrucciones.*



10. *El peso de este ejercicio es el especificado en la guía docente de la asignatura.*
11. *Los ficheros de Adams, con el modelo realizado, y el de Word, con las instrucciones, se presentará a través de una Tarea de PoliformaT, que estará abierta hasta la fecha indicada.*

La lista de control empleada para evaluar la competencia de Aplicación y Pensamiento Práctico en este ejercicio se presenta en la Tabla 4.

Resultados

La experiencia llevada a cabo en la asignatura de Teoría de Máquinas no ha resultado satisfactoria. Debido a su carácter voluntario, sólo 1/3 de los estudiantes de cada grupo ha participado. Además, se ha detectado que las instrucciones proporcionadas a los alumnos a través del enunciado de la actividad y su presentación en clase eran insuficientes para orientarlos hacia el objetivo. La mayoría han reproducido enunciados de ejercicios de clase, alejados de los enunciados de problemas de diseño más abiertos que se pretendían conseguir.

En cuanto a la experiencia en la asignatura de Diseño Mecánico Asistido por Ordenador, ha resultado mucho más provechosa. Los estudiantes se encontraban muy motivados, en parte porque formaba parte de la evaluación de la asignatura, pero también porque lo han encontrado muy aplicado y útil. Aplicando la escala propuesta, los estudiantes han puntuado en el nivel medio y en el nivel medio-alto (aproximadamente un 50% en cada uno), tal y como se esperaba al inicio de la experiencia.

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Tabla 4. Lista de control para la evaluación de la competencia en Aplicación y Pensamiento Práctico en Diseño Mecánico Asistido por Ordenador.

	Criterio	¿Sí o no?	¿En qué medida sí? (de 1 a 3)
1	<i>¿Has entendido la tarea? Explica lo que tienes que hacer con tus propias palabras.</i>		
2	<i>¿Tienes claras las instrucciones? Redacta un índice para el trabajo.</i>		
3	<i>¿Puedes interpretar los diagramas cinemáticos y de encendido? Dibuja una gráfica con la posición de los pistones en función del giro del cigüeñal.</i>		
4	<i>¿Dispones de todas las partes del modelo necesarias? Identifica posibles piezas que falten por modelar.</i>		
5	<i>¿Tienes claros los pasos a seguir para realizar el trabajo? Enumera la secuencia de operaciones necesaria.</i>		
6	<i>¿Describes con precisión las operaciones a realizar? Detalla las instrucciones.</i>		
7	<i>¿Habría otras formas de montar el modelo? Razona las ventajas e inconvenientes.</i>		
8	<i>¿Podrías comprobar que tus instrucciones son correctas sin tener que montarlo todo? Señala los puntos críticos en el montaje.</i>		
9	<i>¿Podrías mejorar tu trabajo después de los primeros usos? Indica cómo pueden mejorarse las instrucciones en el futuro.</i>		

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Conclusiones

De la experiencia obtenida con las actividades e instrumentos de evaluación propuestos se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La evaluación simultánea de la competencia en Aplicación y Pensamiento Práctico junto con las específicas resulta de especial interés para la motivación de los estudiantes al formar parte de la nota final de la asignatura.
- Para que estas actividades sean realmente útiles para la mejora de la capacidad de los estudiantes en la aplicación de los conocimientos a la práctica, se requiere de un tiempo considerable que debe tenerse en cuenta a la hora de realizar la distribución temporal de la asignatura. Habrá que dedicar tiempo para explicarlas bien, para hacer un seguimiento mediante tutorías, y para ofrecer una realimentación final a los estudiantes.
- Los instrumentos desarrollados para evaluar la competencia en Aplicación y Pensamiento Práctico se deben personalizar para cada actividad y asignatura, manteniendo siempre en mente los resultados de aprendizaje transversales que se pretenden conseguir.

Por último, los autores quieren agradecer la ayuda económica y el apoyo institucional recibidos de la Universitat Politècnica de València a través del proyecto PIME/2014/A/012/B.

Referencias

- Adams team at MSC Software. (2014). *Adams Tutorial Kit for Mechanical Engineering Courses*. MSC Software.
- Andrews, J., Higson, H. (2008). *Graduate employability, 'Soft skills' versus 'Hard' business knowledge: A european study*. Higher Education in Europe, 33, 411-422.
- Deusto (2014). *Approaches to teaching, learning and assessment in competences based degree programmes*. <<http://www.unideusto.org/tuningeu/teaching-learning-a-assessment.html>> [Consulta: 22 de julio de 2014]
- Entwistle, N. J., & Peterson, E. R. (2004). *Conceptions of learning and knowledge in higher education: Relationships with study behaviour and influences of learning environments*. International Journal of Educational Research, 41, 407-428.
- Mcdowell L., Wakelin D., Montgomery C. & King S. (2011). *Does assessment for learning make a difference? The development of a questionnaire to explore the student response*. Assessment & Evaluation in Higher Education, vol. 36, issue 7, p. 749-765.

Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Mecd (2002). *Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: Aprendizaje, Enseñanza, Evaluación.*

http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/marco/cvc_mer.pdf [Consulta: 8 de septiembre de 2014]

Murias, P., De Miguel, J. C., Rodríguez, D. (2007). *A composite indicator for university quality assesment: The case of Spanish higher education system.* Social Indicators research, 89, 129-146.

Rieckmann, M. (2012). *Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning?* Futures, 44, 127-135.

Sursock A., Smidt H. (2010). *Trends 2010: A decade of change in european higher education.* Brussels: European University Association.

Universitat Politècnica de València, UPV (2014). *Competencias Transversales.*

<http://competencias.webs.upv.es/wp/> [Consulta: 22 de julio de 2014]

Evaluación por Curriculum en los Títulos de Grado y Máster en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

M^a Pilar Molina Palomares^a, Enrique Ballester Sarrias^b, Bernardo Álvarez Valenzuela^c, Juan Ángel Saiz Jimenez^d

^aETSID, Universitat Politècnica de Valencia (pimolina@die.upv.es), ^bETSID, Universitat Politècnica de Valencia (eballest@isa.upv.es), ^cETSID, Universitat Politècnica de Valencia (balvarez@die.upv.es), ^dDepartamento Ingeniería Eléctrica, Universitat Politècnica de Valencia (jas aiz@die.upv.es).

Abstract

The introduction of the new Bachelor and Master degrees requires, apart from the reform of university degrees, the implementation of learning systems aimed not only to acquire knowledge but also to acquire generic and specific competences of the degree by the student in order to get a successfully access to the labor market or in order to continue other studies. It is also important to implement evaluation systems that are able to evaluate the acquisition of knowledge and skills of the degree. Continuous evaluation is an appropriate way to assess the progress of students. This kind of evaluation gives back to the student the achievement of the objectives. Curriculum evaluation has been implemented like a complementary way of assessment in Bachelor and Masters Degrees. It is a global assessment system of the groups of materials, subjects and competences that should be acquired by the student. Before the curriculum evaluation, in Cycle Degrees exists the curricular evaluation for all the students who just have a failed subject to complete their studies.

Keywords: Curriculum evaluation, curricular block, curricular evaluation.

Resumen

La implantación de los nuevos títulos de Grado y Máster requiere además de la reforma de los títulos universitarios, la implementación de sistemas de aprendizaje orientados no solo a la adquisición de conocimientos, sino también a la adquisición de las competencias genéricas y específicas de la titulación, por parte del estudiante, para poder acceder con éxito al mercado laboral o a la continuación de otros estudios. Asimismo se deben implementar sistemas de evaluación que permitan evaluar la adquisición de los conocimientos y las competencias del título. La evaluación continua es una forma

Evaluación por Curriculum en los Títulos de Grado y Máster en la ETSID

adecuada de evaluar el progreso del aprendizaje realimentando al estudiante en la consecución de los objetivos. Complementaria a la evaluación ordinaria de las asignaturas en los títulos de Grado y Máster se ha implementado la evaluación por curriculum, que es un mecanismo de evaluación global de un conjunto de materias, asignaturas o de competencias a adquirir por el estudiante. Como antecedente a la evaluación por curriculum, en los títulos de ciclos existe la evaluación curricular para los alumnos que tienen pendiente una asignatura para finalizar su estudios.

Palabras clave: *Evaluación curriculum, bloque curricular, evaluación curricular.*

Introducción

La adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior requiere, además de la reforma de los títulos, realizar una revisión de la metodología docente, los procesos de aprendizaje y los sistemas de evaluación, que garanticen la adquisición de las competencias generales y específicas de los títulos a los estudiantes que los cursan.

En la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID), con el objetivo de desarrollar el aprendizaje progresivo de los estudiantes, la evaluación de las asignaturas es continua teniendo en cuenta los diferentes actos de evaluación realizados en la asignatura sin que ninguno sea limitante para obtener la calificación final de la misma. Se debe utilizar al menos tres sistemas de evaluación diferentes para la evaluación de la asignatura, cada sistema tendrá un porcentaje en la nota final entre el 10% y el 60%. El peso específico de cada acto de evaluación en la calificación final de la asignatura será menor o igual al 30 %.

Antes de que los estudiantes realicen la matrícula, se publica en la web de los títulos las guías docente de las asignaturas dónde pueden consultar el sistema de evaluación de las mismas, el porcentaje de los resultados obtenidos en los actos de evaluación en la nota final y el procedimiento de recuperación de los sistemas de evaluación. Las guías docentes no se modifican durante el curso.

La ETSID, de acuerdo con los Estatutos de la Universitat Politècnica de Valencia (UPV) (art. 93), debe realizar el seguimiento del progreso formativo de los alumnos mediante el análisis y evaluación interdisciplinar de las materias cursadas. En los estudios de Títulos de Grado y Máster el procedimiento para realizarlo es la evaluación por curriculum, que es un mecanismo de evaluación global de un conjunto de materias, asignaturas o de competencias a adquirir por el estudiante. El procedimiento de aplicación de la evaluación por curriculum se establece en la Normativa de Régimen Académico y Evaluación del Alumnado de la UPV.

M^a Pilar Molina, Enrique Ballester, Bernardo Álvarez, Juan A. Saiz

Como antecedente a la evaluación por curriculum, en la UPV para los títulos de ciclos existe el procedimiento de evaluación curricular para resolver casos particulares de estudiantes en los que por circunstancias singulares no logran superar la última asignatura impidiendo la finalización de los estudios. Se pretende determinar si el estudiante ha adquirido el conjunto de conocimiento y competencias necesarios para obtener el título y desempeñar la profesión correspondiente.

En los siguientes apartados se describe el procedimiento seguido en la ETSID para la aplicación de la evaluación por curriculum en los títulos de Grado y Máster y la evaluación curricular en los títulos de ciclos.

Evaluación por Curriculum

La evaluación por curriculum es de aplicación para los estudios de Grado y Máster y permite realizar una evaluación global e interdisciplinar para determinar el grado de alcance de los objetivos de aprendizaje y competencias de un bloque curricular. La Normativa de Régimen Académico y Evaluación del Alumnado de la UPV (NRAEA) título IV, art. 22, 23 y 24, aprobada en Consejo de Gobierno (CG) de 28 de enero de 2010 y Modificación aprobada en CG el 24 de julio de 2014, establecen los aspectos generales, el procedimiento y resultados de la evaluación por curriculum.

La evaluación por curriculum se establece a partir de la definición por la la Entidad Responsable del Título (ERT) de los bloques curriculares de los estudios de Grado o Máster que imparte.

Un bloque curricular es un conjunto de asignaturas de un mismo título con objetivos formativos comunes (materias) o que se imparten en un mismo semestre o curso, y que se evalúan de forma global. La extensión de los bloques curriculares puede variar entre 30 y 60 créditos y están formados por asignaturas obligatorias u optativas que formen parte de un itinerario académico. No pueden formar parte de los bloques curriculares el resto de las asignaturas optativas, ni las prácticas externas, ni el Trabajo Fin de Grado o Máster. Tampoco pueden formar parte de un Bloque Curricular las asignaturas que acrediten un nivel lingüístico. Una asignatura solo puede formar parte de un bloque curricular. El primer curso de los títulos de Grado, exceptuando las asignaturas optativas debe establecerse como bloque curricular, para el resto de cursos/materias es opcional establecer bloques curriculares.

La modificación de la NRAEA en CG del 24 julio de 2014 y que ha entrado en vigor en el curso 2015-16 afecta a la evaluación por curriculum, por ello ha sido necesario volver a definir los bloques curriculares de todos los estudios de Grado y Máster para adecuarlos a esta normativa.

Evaluación por Curriculum en los Títulos de Grado y Máster en la ETSID

Los bloques curriculares definidos por la ERT, en este caso la ETSID y, después de aprobarlos en la Permanente de la Junta de Escuela, se envían a la Comisión de Permanencia y Evaluación por Curriculum para su estudio y aprobación. En la ETSID se imparten cinco titulaciones de Grado y seis de Máster:

- Grado en Ingeniería Aeroespacial
- Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos
- Grado en Ingeniería Eléctrica
- Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
- Grado en Ingeniería Mecánica
- Máster Universitario en Diseño y Fabricación Integrada Asistidos por Computador (Cad-Cam-Cim)
- Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica
- Máster Universitario en Ingeniería del Diseño
- Máster Universitario en Ingeniería del Mantenimiento
- Máster Universitario en Ingeniería Mecatrónica
- Máster Universitario en Sensores para Aplicaciones Industriales

Para definir los nuevos bloques curriculares, la ETSID ha hecho un análisis detallado de los planes de estudios de los títulos de Grado y Máster que se imparten. El Máster Universitario en Ingeniería del Diseño y el Máster Universitario en Diseño y Fabricación Integrada Asistidos por Computador (Cad-Cam-Cim) se caracterizan por una oferta de asignaturas optativas muy amplia que permite a los estudiantes seguir itinerarios muy flexibles y adaptados a sus preferencias personales, en ambos másteres el número de créditos obligatorios es menor a 30 y no se han definido bloques curriculares. En el resto de másteres, así como en los grados sí que se han definido bloques curriculares de acuerdo a la actualización de la NRAEA: el primer curso de los grados es un bloque curricular, los bloques tienen una extensión entre 30 y 60 créditos, las asignaturas son obligatorias o son optativas que forman parte de un itinerario académico, en este caso están las asignaturas de mención. Los bloques curriculares pueden consultarse en la web de cada título. Todos los bloques curriculares se han definido por curso, con el objetivo de que los estudiantes vayan a curso por año evitando de esta forma posibles incompatibilidades en horarios entre cursos.

La evaluación por curriculum se realiza al finalizar el curso, cuando se dispone de todas las calificaciones de los alumnos, considerando la mejor nota obtenida en cada una de las asignaturas que forman el bloque curricular. En cada curso académico se realiza dos evaluacio-

M^a Pilar Molina, Enrique Ballester, Bernardo Álvarez, Juan A. Saiz

nes por curriculum, la que tiene lugar después de la fecha de entrega de actas del segundo semestre y asignaturas anuales de todos los grados y másteres, aproximadamente en la primera quincena de julio y en los estudios de grado que tienen adelantada la fecha de entrega de actas de las asignaturas de cuarto curso se realiza la evaluación por curriculum en la primera quincena de junio.

La evaluación por curriculum no la deben solicitar los alumnos, se hace de forma automática. Para optar a la evaluación por curriculum es necesario haber aprobado al menos el 75% de los créditos del bloque curricular, tener calificación en todas las asignaturas que forman el bloque curricular con nota mínima de 4 y media ponderada 5 en primer curso y 6 en el resto de bloques curriculares. No pueden superarse por evaluación por curriculum más de dos bloques curriculares en los títulos de Grado y uno en los de Máster.

Cada título que se imparte en la ETSID tiene una Comisión de Evaluación (CE) que esta formada por el Director de la ETSID, el Secretario de la ETSID que actúan como presidente y secretario respectivamente de la CE, el Director Académico del Título y los representantes de los Departamentos miembros de la Comisión Académica del Título.

La CE de cada título se reúne al finalizar el plazo de entrega de actas del segundo semestre en el plazo establecido por Comisión de Permanencia y Evaluación por Curriculum de la UPV para emitir un informe de la evaluación por curriculum de los bloques curriculares. Si observa que en algún caso, aunque no se cumplan las condiciones de evaluación por curriculum, considera justificado la superación de algún bloque curricular, debe emitir un informe razonando la propuesta a la Comisión de Permanencia y Evaluación por Curriculum que se encarga de resolver la propuesta y notificar la resolución a la ETSID. De cada sesión de la CE se realiza un acta con los acuerdos favorables o desfavorables de los bloques curriculares evaluados. El acta es firmada por el secretario con el V^oB^o del presidente.

En la Secretaría Académica se elabora el Informe Curricular de las asignaturas con nota inferior a 5 que forman parte de los bloques curriculares para su valoración por la Comisión de Evaluación del Título. Este informe incluye todas las asignaturas que forman el bloque curricular con la calificación original correspondiente y la media del bloque curricular, obtenida como la media de las asignaturas ponderadas por los créditos de cada una de ellas.

Los alumnos cuando superan un bloque curricular por evaluación por curriculum, en las asignaturas con calificación inferior a 5, en su expediente aparece la nota de 5 y la apostilla "superada por evaluación por curriculum". A los alumnos se les informa mediante un correo electrónico y disponen de 10 días para renunciar a la evaluación por curriculum.

La diligencia al Acta de las asignaturas superadas por evaluación por curriculum la firma el Secretario de la ETSID.

Evaluación por Curriculum en los Títulos de Grado y Máster en la ETSID

En las tablas 1 a 5 se muestran en los cinco grados que se imparten en la ETSID, desde el año en que se empezó a impartir el título de grado, los datos de número total de alumnos matriculados en el título cada curso y el número de bloques curriculares favorables totales en ese curso,. De los títulos de Másters no se presentan datos porque los bloques curriculares se han definido por primera vez en el curso 2014-15 y todavía no están disponibles los datos de la evaluación por curriculum.

Tabla 1. Evaluación por curriculum Grado en Ingeniería Aeroespacial

	GRADO EN INGENIERÍA AEROESPACIAL	
CURSO	ALUMNOS MATRICULADOS	FAVORABLE
2010-11	105	15
2011-12	236	13
2012-13	368	27
2013-14	466	33

Tabla 2. Evaluación por curriculum Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

	GRADO EN INGENIERÍA DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS	
CURSO	ALUMNOS MATRICULADOS	FAVORABLE
2009-10	144	3
2010-11	295	14
2011-12	575	31
2012-13	704	32
2013-14	752	45

M^a Pilar Molina, Enrique Ballester, Bernardo Álvarez, Juan A. Saiz

Tabla 3. Evaluación por curriculum Grado en Ingeniería Eléctrica

CURSO	GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	
	ALUMNOS MATRICULADOS	FAVORABLE
2010-11	97	14
2011-12	246	33
2012-13	328	38
2013-14	420	47

Tabla 4. Evaluación por curriculum Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

CURSO	GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA	
	ALUMNOS MATRICULADOS	FAVORABLE
2010-11	187	13
2011-12	390	28
2012-13	536	25
2013-14	661	34

Tabla 5. Evaluación por curriculum Grado en Ingeniería Mecánica

CURSO	GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
	ALUMNOS MATRICULADOS	FAVORABLE
2010-11	187	19
2011-12	430	54
2012-13	699	57
2013-14	864	54

Evaluación Curricular

En la Universitat Politècnica de Valencia la evaluación curricular se aplica a las titulaciones de ciclos. Aunque actualmente estas titulaciones están en extinción con la implantación de los estudios de Grado y Máster adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior, todavía hay alumnos que no han finalizado los estudios de ciclos y la normativa de evaluación curricular se sigue aplicando. La pueden solicitar los estudiantes matriculados en títulos de ciclos que solo tengan pendiente una asignatura para finalizar sus estudios, sin contabilizar el proyecto fin de carrera. No se puede solicitar evaluación curricular para asignaturas de libre elección.

En el curso 2009-10 se inició en la ETSID el proceso de impartición de los estudios de Grado con la implantación del primer curso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. En el siguiente curso se iniciaron el resto de los estudios de: Grado en Ingeniería Aeroespacial, Grado en Ingeniería Eléctrica, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y Grado en Ingeniería Mecánica. Al implantar cada curso de los grados y consecutivamente de los másteres, se extingue el correspondiente curso de la titulación de Ingeniería a la que sustituye. En el curso 2014-15 ya no hay docencia de las titulaciones de ciclos, en este curso se extinguen los estudio de Ingenierías Técnicas y en el curso 2017-18 los de Ingeniería Aeronáutica e Ingeniería en Organización Industrial. Actualmente en la ETSID la evaluación curricular se aplica a los estudios de Ingeniería Aero-náutica e Ingeniería en Organización Industrial.

Para los alumnos matriculados en los planes en extinción resulta fundamental la evaluación por curriculum, ya que si no finalizan sus estudios antes de la extinción del plan de estudios deben cambiarse a un título nuevo.

Desde la Secretaría Académica de la ETSID se informa a los alumnos que lo solicitan sobre el procedimiento de evaluación curricular: la normativa que se aplica, los requisitos que deben cumplir los estudiantes para poder solicitarla, el lugar y plazos de presentación de solicitudes, los documentos que deben aportar con la solicitud, criterios que tiene en cuenta la Comisión de Rendimiento Académico y Evaluación Curricular, aprobación y lugar de publicación de las resoluciones de la evaluación curricular

Como ya se ha dicho anteriormente, para solicitar la evaluación curricular el alumno solo debe tener una asignatura obligatoria suspendida para finalizar los estudios. La solicitud a cumplimentar la puede descargar de la página web del Área de Rendimiento Académico y Evaluación Curricular (<http://www.upv.es/entidades/ARAEC>) o en de la página web del Servicio de Alumnado (<http://www.upv.es/entidades/SA/>) y puede acompañarla con otros documentos que considere de interés para respaldar la solicitud y/o justificar la necesidad de

M^a Pilar Molina, Enrique Ballester, Bernardo Álvarez, Juan A. Saiz

su petición: como la situación laboral, estado de desarrollo del proyecto fin de carrera, situación personal, etc.

La solicitud de evaluación curricular la debe presentar el estudiante en el Registro General de la UPV. Hay varios plazos de presentación de solicitudes durante el curso académico, que se publican en la página web del Área de Rendimiento Académico y Evaluación Curricular y en de la página web del Servicio de Alumnado. En estas webs, también se publican las fechas aproximadas de resolución de las solicitudes. Es fundamental que el estudiante consulte estos plazos antes de presentar la solicitud ya que no se puede solicitar evaluación curricular si existe una convocatoria de la asignatura suspendida en los 30 días siguientes a la fecha de finalización del plazo de admisión de solicitudes. Otro aspecto que debe tener en cuenta es que, si una solicitud le ha sido denegada, es necesario que se presente a otra convocatoria de evaluación de la asignatura antes de presentarla de nuevo.

La ETSID, a petición de la Comisión de Rendimiento Académico y Evaluación Curricular (CRAEV), elabora los informes de los estudiantes de la Escuela que han solicitado evaluación curricular. En ellos considera las calificaciones obtenidas en la asignatura suspendida, el número de veces que se ha presentado a la asignatura, la tasa de rendimiento de la asignatura, el número de convocatorias que quedan para finalizar el plan de estudios. Estos informes se envían a la Comisión dentro del plazo establecido por la misma.

Asimismo la CRAEV solicita informe a los Departamentos que imparten las asignaturas de las que los alumnos han solicitado evaluación curricular.

La Comisión de Rendimiento Académico y Evaluación Curricular emite un informe por Centro sobre las solicitudes de evaluación curricular en el que valora de forma positiva que el estudiante se haya presentado a las dos últimas convocatorias de la asignatura, también tiene en cuenta las calificaciones obtenidas en la asignatura suspendida, el número de veces que se ha presentado, la nota media del expediente, la tasa de rendimiento de la asignatura, los informes del centro y del departamento que imparte la asignatura, el número de años en la titulación, la situación de desarrollo del proyecto fin de carrera, el cambio de plan de estudios, la situación profesional y la personal.

Los informes sobre las solicitudes de evaluación curricular realizados por la Comisión de Rendimiento Académico y Evaluación Curricular se elevan al Consejo de Gobierno de la UPV correspondiente al plazo de solicitud, para su estudio y aprobación si procede. Los estudiantes afectados pueden consultar a través de su intranet personal las resoluciones del Consejo de Gobierno. Reciben un correo electrónico en el que se informa de la resolución de su solicitud.

Las asignaturas aprobadas por evaluación curricular se hace diligencia al acta que firma el secretario de la ETSID.

Evaluación por Curriculum en los Títulos de Grado y Máster en la ETSID

Conclusiones

La evaluación por curriculum utiliza criterios globales de evaluación del alumno en un conjunto de asignaturas o materias (bloque curricular).

La evaluación por curriculum se encuadra dentro del EEES en el que la evaluación continua del conjunto de etapas y niveles educativos es el referente, en cuanto a modelos de evaluación de los resultados académicos del alumno universitario.

La evaluación curricular considera de forma individual las circunstancias y expediente académico de los estudiantes con una asignatura pendiente para finalizar los estudios

Referencias

Estatutos de la Universitat Politècnica de Valencia

<https://www.upv.es/organizacion/la-institucion/estatutos-upv-es.html>

Criterios evaluación ETSID normativa de evaluación http://www.etsid.upv.es/?page_id=118

Evaluación por Curriculum <http://www.upv.es/entidades/SA/ciclos/U0695218.pdf>

Normativa de Régimen Académico y Evaluación del Alumnado

<http://www.upv.es/entidades/SA/ciclos/U0518121.pdf>

Modificación de la Normativa de Régimen Académico y Evaluación del Alumnado en relación con los bloques curriculares <http://www.upv.es/entidades/SA/ciclos/U0666407.pdf>

Normativa de Evaluación Curricular

<http://www.upv.es/entidades/ARAEC/infoweb/araec/info/896051normalc.html>

Servicio de Alumnado <http://www.upv.es/entidades/SA/>

Bloques curriculares Grado en Ingeniería Aeroespacial

http://www.upv.es/titulaciones/GIA/menu_920634c.html

Bloques curriculares Grado en Ingeniería en Diseños Industrial y Desarrollo de Productos

http://www.upv.es/titulaciones/GIDIDP/menu_919311c.html

Bloques curriculares Grado en Ingeniería Eléctrica

http://www.upv.es/titulaciones/GIEL/menu_920688c.html

Bloques curriculares Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

http://www.upv.es/titulaciones/GIEIA/menu_920505c.html

Bloques curriculares Grado en Ingeniería Mecánica

http://www.upv.es/titulaciones/GIM/menu_921106c.html

M^a Pilar Molina, Enrique Ballester, Bernardo Álvarez, Juan A. Saiz

Bloques curriculares Máster en Ingeniería Aeronáutica

http://www.upv.es/titulaciones/MUIAERO/menu_920868c.html

Bloques curriculares Máster en Ingeniería del Mantenimiento

http://www.upv.es/titulaciones/MUIM/menu_920270c.html

Bloques curriculares Máster en Ingeniería Mecatrónica

http://www.upv.es/titulaciones/MUIMECA/menu_920016c.html

Bloques curriculares Máster en Sensores para Aplicaciones Industriales

http://www.upv.es/titulaciones/MUSAI/menu_919890c.html

TEMÁTICA 3

DESARROLLO

DE EMPRENDEDORES EN NUESTRAS ESCUELAS

- Experiencias de emprendedores
- Innovación en el emprendedurismo
- Retos del emprendedurismo



FSUPV, talento fuera de las clases.

Sergio Peña-Miñano^a, Javier Catalán, Lucas Mestre, Juan Antonio García-Manrique

^aUniversitat Politècnica de València, Correo electrónico de contacto: serpemia@etsid.upv.es

Abstract

The multidisciplinary group of students from the Formula Student project at Technology University of Valencia has become a hotbed of talent both engineering and management. The creation of a framework about innovation and technology, which is boosted by the personal development, has led to new environment promoting talent. This article describes the conceptual and ideological framework of the project as well as the students growth.

Keywords: *Innovation, talent, Formula Student, multidisciplinary, engineering & management*

Resumen

El grupo multidisciplinar de estudiantes derivado del Proyecto Formula Student en la Universitat Politècnica de València se ha convertido en un foco de talento tanto en el ámbito técnico como de gestión. La creación de un marco de innovación y desarrollo impulsado por el crecimiento personal ha dado lugar a un entorno de constante fomento del talento. En este artículo se explicará el marco conceptual e ideológico del proyecto así como los principales puntos del crecimiento del alumno en el mismo.

Palabras clave: *Innovación, talento, Formula Student, multidisciplinary, ingeniería y gestión*

Formula Student, talento fuera de las clases

Introducción

Muchas han sido las formas que se han intentado para involucrar al alumno en un proyecto, conocer de primera mano las dificultades que aguardan y ser partícipes de cada uno de los procesos que los componen. Ha día de hoy, existen multitud de iniciativas dentro de la Universitat Politècnica de València que promueven la actividad por proyectos, fomentan el emprendimiento y animan al cuerpo estudiantil a introducirse en retos y desafíos más allá de sus planes de estudios.

El presente documento se centra en el concepto de proyecto originado tres años atrás, en el cual se rompieron las convencionalidades a la hora de liderar y gestionar una iniciativa en el seno de la universidad. La idea y su ejecución nacieron de los alumnos, conservando así la pureza de descubrir nuevas metas impulsadas por la pasión de trabajar en lo que verdaderamente genera motivación a uno mismo. Desde entonces, numerosas barreras son las que se han atravesado de la mano de este proyecto, se han roto moldes, creado precedentes e inspirado a nuevas iniciativas. Aun habiendo crecido considerablemente año tras año, la esencia del proyecto perdura, pues no cabe otro concepto que “por y para los alumnos”.

A lo largo de este documento se va explorar el desarrollo del proyecto Formula Student en la Univeristat Politècnica de València. Se conocerá en profundidad los fundamentos y bases del proyecto, su crecimiento y maduración en la universidad valenciana. A continuación se indagará en el núcleo del proyecto, como se desarrolla y cuáles son sus principales características a destacar frente al resto. Finalmente se valorará la repercusión de dicho proyecto sobre el perfil de los alumnos, como de relevante es la participación en el proyecto de cara a las aptitudes, habilidades y conocimientos experimentados. Se pretende así, hacer un análisis de las principales virtudes y si transcendencia en la formación del alumno, así como descubrir el concepto del desarrollo del talento fuera de las clases, mediante la potenciación y autorrealización en un proyecto como este.

El Proyecto Formula Student

Si hubiera que seleccionar un proyecto por excelencia, que agrupase las principales disciplinas técnicas de la ingeniería e interconectará con el mundo del Business y Marketing, y todo ello dentro en el ámbito universitario, la decisión se decantaría sin lugar a dudas por el proyecto Formula Student. Tal y como lo describe el Instituto de Ingeniería Mecánica de Inglaterra *“Promotes careers and engineering excellence, by challenging university students to design, build, develop market and compete as a team with a small single seater race car”*. Formula Studen es una competición internacional

Sergio Peña-Miñano – Javier Catalán – Lucas Mestre

que brinda la oportunidad de que los estudiantes se enfrenten a problemas de diseño y fabricación de la vida real en un contexto altamente competitivo.

La competición se estableció por la Society of Automotive Engineers (SAE) en 1981 como Formula SAE en Estados Unidos. SAE y el Institution of Mechanical Engineers (IMechE) llevaron la competición a Reino Unido en 1998, y desde entonces, ésta se ha mantenido hasta la actualidad. Siete años después, se sumaron más competiciones con sede europea, concretamente en Italia, Alemania, España, Austria y República Checa. La competición no la gana el equipo con el coche más rápido, sino que el equipo que obtenga la mejor puntuación en todas las disciplinas, diseño, fabricación, comportamiento en pista, y presentación así como plan financiero y de ventas, será el ganador.

De esta forma, Formula Student permite enlazar la creatividad e innovación en el desarrollo tecnológico de la ingeniería mecánica, al mismo tiempo, permite al estudiante: resolver conflictos y crear soluciones, mantener y ensalzar relaciones de trabajo productivas, comunicarse con otros en un nivel profesional, y presentar y discutir propuestas. Es probablemente, un excelente punto de partida para el desarrollo profesional, a través de la competición y la especialidad en cada una de las áreas.

2.1. Equipo FSUPV

Desde 2012 comenzó a gestarse la iniciativa de realizar un equipo de Formula Student que emprendiese el desafío de realizar el primer prototipo FSAE dentro de la Universitat Politècnica de València. A día de hoy, el equipo está formado por un total de 32 estudiantes, 24 de ellos son estudiantes de grado, 6 de máster y 2 de doctorado. Desde el inicio el equipo se creó con una filosofía: un proyecto hecho por estudiantes para estudiantes. Esta filosofía permitió crear un grupo disciplinar que no dependiese de ningún departamento en concreto y marcar su propio ritmo.

El perfil de los miembros del equipo es muy variado, yendo desde ingeniería electrónica y eléctrica, pasando por ingeniería industrial y mecánica, hasta ingeniería aeroespacial. Durante la temporada 2014, se realizó el desarrollo del primer prototipo, FSUPV-01, con 230kg de peso, 65 hp de potencia y una combinación de monocasco de carbono y chasis tubular como características más relevantes.

En la temporada 2015, ha tenido lugar el desarrollo del segundo prototipo, FSUPV-02, el cual es fruto de la madurez y experiencia del equipo. Véase la figura (2.1.1)

Formula Student, talento fuera de las clases



Figura 2.1.1. Prototipo FSUPV-02 sobre el escenario en su día de presentación

A nivel técnico, el proyecto tiene un objetivo que define la dirección a seguir y una metodología ingenieril para llevarlo a cabo.

Integración de la multidisciplinariedad

Un proyecto de este calado guarda su esencia en la interconexión entre las distintas disciplinas y como se relacionan estas por perseguir un fin común. La gestión de esta comunicación y flujo de información entre las distintas áreas es sin duda el pilar principal de la dirección del proyecto, y será determinante en el resultado que pueda obtenerse. La integración de cada una de las partes debe realizarse bajo un paraguas que deberá ser común a todas ellas, en el proyecto FSUPV se concibe como los objetivos del equipo, que trascienden del ámbito técnico, siendo tres bloques en los que se enmarcan los objetivos: Institucional, Gestión e Ingeniería. En concreto, para la temporada 2015 el proyecto FSUPV establece los siguientes objetivos:

- **Objetivo principal:** Consolidar un equipo de Formula Student competitivo, capaz de diseñar, testear y competir con un coche fiable y a la altura de los más altos niveles de la competición.
- **Objetivo de gestión:** Profesionalizar el funcionamiento del equipo, estandarizar la información, y potenciar a nuevos niveles el trabajo en equipo y la organización interna. Así mismo, se pretende establecer un modelo

Sergio Peña-Miñano – Javier Catalán – Lucas Mestre

robusto de colaboración con empresas, de manera que se fortalezcan las relaciones ya creadas y se consoliden otras nuevas.

- **Objetivos en ingeniería:**

- Comprimir el tiempo dedicado a diseño y acelerar el proceso de fabricación y ensamblaje con el fin de disponer de mayor tiempo para prueba en pista.
- Reducir el peso de las distintas partes del coche sin que comprometa la fiabilidad del coche, y no conlleve más tiempo del expresado en el primer punto.
- Simplificar los diseños derivados del FSUPV-01, en aquellas piezas que se conserven para el siguiente modelo o sus principales características.

Bajo estos tres bloques, se forja la estructura principal del equipo, donde se interiorizan y aplican dichos objetivos desde las tareas más sencillas a las más complejas. Debe destacarse la importancia de la estructura interna, la jerarquía de puestos de organización y la comunicación entre estos. Grosso modo, la estructura del equipo se divide en tres grandes secciones, tal y como se muestra en la figura (1). Esta división garantiza el reparte de responsabilidades así como el flujo de información. De esta manera se adopta una estructura similar a la de una empresa, por su practicidad y eficacia, con la particularidad de que dichos puestos son ocupados por estudiantes de diversos perfiles, y que como ya se verá en la sección posterior, aún sin existir una formación específica para la gestión, brillan las virtudes en cada división.



Figura 1 - Diagrama de organización y flujo de información

La estructuración del equipo se fundamenta en este concepto de organización, con ello pretende hacer frente al desafío que es poner en marcha un proyecto con tantos frentes abiertos pero con un punto común. El fin último ligado es la creación desde cero de un prototipo de carreras, ello se realiza abordando todos los frentes en el proceso de diseño, así como asumiendo que debe ser un crecimiento profesional para los estudiantes, todo ello hace que el bucle de diseño tenga como núcleo principal la prueba y el error. La definición del proceso de diseño debe contemplar todas las áreas que de forma cohesionada deberán dar lugar un vehículo de carreras que cumpla con los objetivos del proyecto. A lo largo de los dos años de historia del proyecto Formula Student en la

Formula Student, talento fuera de las clases

Universitat Politècnica de València, se ha construido una filosofía de diseño, un know-how y un desarrollo propio que ha madurado con la experiencia ganada de forma continua a medida que se ha dado lugar a los distintos prototipos.

A día de hoy, el proceso de diseño que se aplica a cada una de las partes del prototipo se resume en la figura (2).

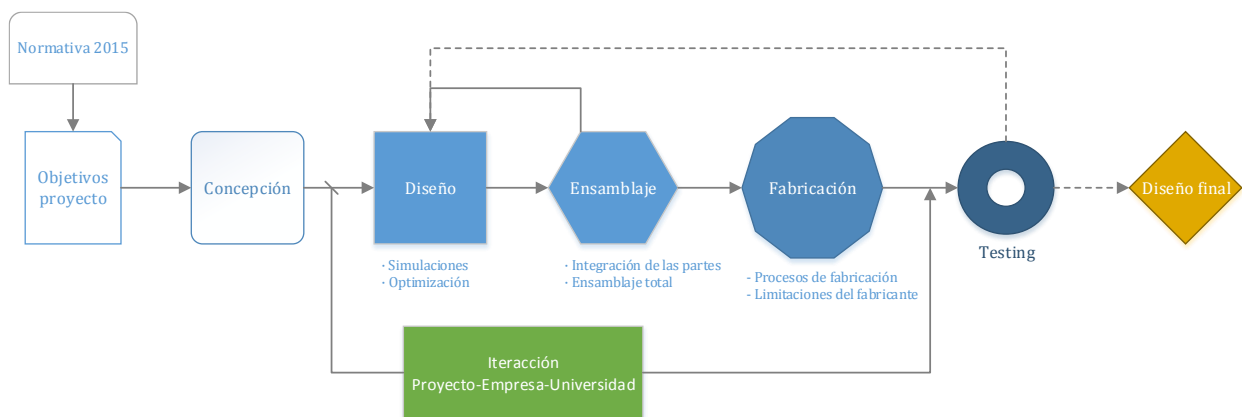


Figura 2 – Proceso de diseño de todo el proyecto

3.1. Normativa, objetivos del Proyecto y concepción

Al inicio del proceso, los primeros pasos en el diseño del nuevo prototipo los marca la propia competición Formula Student, definiendo el marco técnico en el que puede moverse el diseño, a través de la creación de la normativa específica para la temporada vigente. La normativa SAE marca los límites de desarrollo y el procedimiento que se seguirá durante la competición, tratando en la medida de lo posible de no cohibir la creatividad de los estudiantes. Es a partir de aquí donde se establecen los objetivos del proyecto, donde no solo intercede la normativa actual sino también, la capacidad, infraestructura y presupuesto disponible para la temporada entrante.

Al fijar objetivos como los mencionados en esta sección (3), se establecen una serie de principios que orientan la toma de decisiones en cuanto a la conceptualización del nuevo prototipo en general, y cada pieza en particular. Abordar el prototipo bajo la

Sergio Peña-Miñano – Javier Catalán – Lucas Mestre

premisa de ser un concepto de diseño permite establecer zonas relevantes en las que emplear tiempo de diseño y simulación, otras donde focalizar los esfuerzos en su facilidad de ensamblaje, así como determinar aquellas partes que por cantidad de recursos se debe enfocar su diseño hacia la simplicidad y sencillez de fabricación.

3.2. Interacción Proyecto-Empresa-Universidad

El proyecto tiene una clara inclinación técnica, el foco principal del trabajo gira en torno al desarrollo del coche de modo que un alto porcentaje de los esfuerzos y recursos son destinados a dicho fin. No obstante, el proyecto se sostiene sobre una red de relaciones que le proporcionan recursos, tanto económicos como de material, así como apoyo en infraestructura y logística. Este red se teje a través de estrechar lazos con los dos sectores principales entre los cuales se encuentra el proyecto.

El primero de ellos es la universidad, que más allá de la figura institucional, la ayuda potencial de escuelas técnicas, departamentos, institutos de investigación así como del cuerpo de profesorado y la población estudiantil, es sin duda el mayor atractivo posible para un proyecto de este calado. El equipo FSUPV mantiene una política abierta de colaboración entre alumnos y profesores, y aunque la gestión del proyecto es llevada en exclusiva por los alumnos, el cuerpo docente juega un papel de asesoría y consulta también relevante. El verdadero potencial se alcanza cuando se es capaz de integrar la esencia del proyecto en el plan de estudios de los alumnos que participan en él. Vías como trabajos finales de asignatura, proyectos en grupo o incluso proyectos final de carrera y máster, se han llegado a consolidar con un excelente éxito de cara al tribunal. Todos aquellos proyectos que parten de la matriz del equipo FSUPV suelen jugar con tres bazas muy atractivas para el alumno y el contenido del trabajo, estas son: Diseño, Simulación y Optimización, y Fabricación. De esta forma los proyectos derivados de FSUPV pueden alcanzar un nivel de madurez mayor que las propuestas convencionales, así como un enriquecimiento del contenido y formación del alumno.

La otra parte a tener en cuenta es el lado empresarial, al igual que se fortalecen las relaciones en el seno de la universidad, la vinculación con la empresa es si cabe más importante. En primer lugar, la colaboración conjunta con profesionales del sector brinda la oportunidad al proyecto de relacionarse con especialistas del sector, y con ello, alcanzar cotas técnicas mayores. Pero sin duda, el punto más significativo a destacar, es la relación que se forja entre el profesional y el alumno. La base de ingeniería proviene del alumno, diseños, y cálculos, y éstos se exponen al profesional buscando su consejo y guía. El apoyo de las empresas al proyecto ha crecido y madurado en este segundo año de evolución, hasta el punto de haber desarrollado en conjunto varias piezas, materiales y metodologías. Las sinergias fruto de estas

Formula Student, talento fuera de las clases

relaciones endulzan considerablemente el valor del proyecto, ya no solo por el resultado final, sino por todo el valor añadido que entraña.

3.3. Diseño, ensamblaje y fabricación

Una vez definido el marco técnico en el que se moverá el proyecto, se da comienzo al desarrollo de los primeros diseños de las distintas partes del coche. Comenzando por las estructuras más grandes que darán cabida al prototipo, el primer enfoque de diseño bebe del diseño del año pasado, es el punto de partida que determina en muchos casos no partir de cero sino trabajar sobre una pieza que ya está acotada a las necesidades anteriores. Cada área técnica parte en una misma dirección con el fin de obtener un diseño unificado e íntegro, tarea que sin duda no es sencilla pues requiere de multitud de iteraciones entre las distintas áreas para ajustar los diseños a un punto de compromiso entre los beneficios y las desventajas de las partes implicadas.

Todo el proceso inicial se concentra en trabajo sobre diseño asistido por ordenador (CAD), donde de forma aislada se realizan los diseños de cada pieza, y en paralelo el ensamblaje de cada una de ellas en el modelo conjunto que da forma al prototipo. En este modelo de conjunto se pone en común hasta el último elemento del modelo, con el fin de ver todas las interferencias, accesibilidad de los mecánicos a las piezas e incluso ergonomía para el piloto en la conducción. Como se mostraba en la figura (3.1), el proceso de diseño integra los subprocesos de optimización y simulación. La gran mayoría de las piezas diseñadas están sometidas a algún tipo de sollicitación que sin duda, condicionará su diseño y la forma de concebirlo. El bucle de modelado-simulación-optimización es sin duda uno de los más tediosos, pero determinará la calidad de las piezas, su desempeño, fiabilidad y durabilidad, siendo por tanto el grueso principal del proceso de diseño.

Sergio Peña-Miñano – Javier Catalán – Lucas Mestre

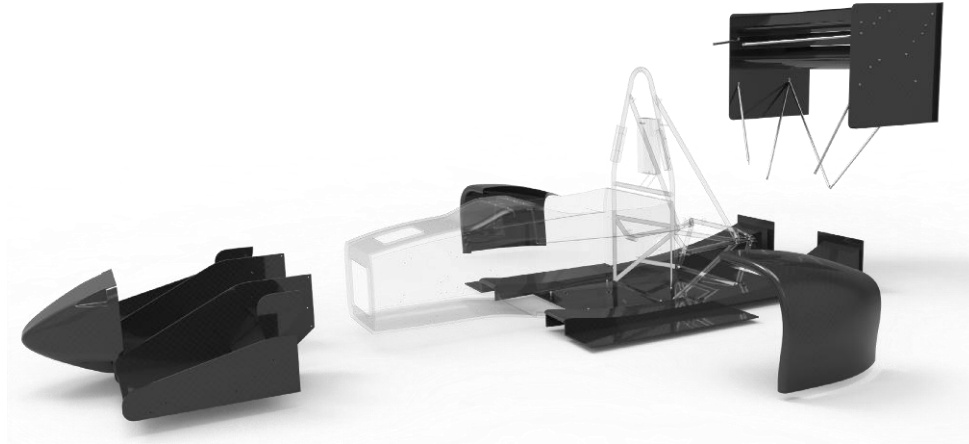


Figura 3 – Proceso de ensamblaje integrado

Alcanzar el óptimo en cuanto a simulaciones mecánicas no se lleva a cabo de forma libre, cada pieza suele estar restringida por necesidades del ensamble, que este a su vez proviene de la conceptualización realizada al comienzo del proceso. Un ejemplo de ello es la figura (3), la cual muestra la evolución de la mangueta, una pieza estructural encargada de conectar la rueda a los brazos de suspensión. Desde su versión inicial que parte como pieza aislada, ésta se materializa asignando el material adecuado junto con un análisis de la integridad del resto de piezas que contemplan el ensamblaje. Este proceso se lleva a cabo en cada una de las piezas que componen el prototipo, dando lugar así a un modelo consistente y fabricable.

3.4. Prueba en pista y diseño final

Todo lo mencionado anteriormente comprende el núcleo principal del proceso de conceptualización, creación y diseño de lo que será el nuevo prototipo. Pero desde el punto de vista del diseño de cada una de las piezas críticas, cerrar el proceso de diseño requiere evaluar el funcionamiento de dichas piezas y comprobar que el desempeño es tal y como se había planteado al inicio. Existen varias piezas que debidas a su tipo de solicitaciones se han de estimar cuan relevantes son estas y por ende, como de influyentes serán a la hora de determinar sus dimensiones finales en términos de simulación y optimización. Esta visión únicamente puede ser aportada por la prueba en pista del prototipo, es decir, testing, rodar y rodar sobre la pista para ver a pleno

Formula Student, talento fuera de las clases

rendimiento del conjunto y analizar su comportamiento. En la figura (4) se muestran algunas fotos de las sesiones de test con el prototipo FSUPV-01.



Figura 4 – Imágenes de pruebas en pista de FSUPV-02

Tan importante es esta parte como las iniciales, pues cabe la posibilidad que el testing revele fallos en la conceptualización de las piezas, la estimación de sus solicitaciones o mejoras en cualquier aspecto. Recaudar datos y procesarlos como principal fuente de información, el feedback de los pilotos y un registro de las incidencias pueden ser delatadores de infinidad de detalles, y será sin duda el nodo final en la red de trabajo hacia la pieza final.

Formación complementaria sintetizada

Hasta hora se ha desmenuzado en detalle cada una de las partes involucradas en el proyecto, pero es conocido por buena parte de este documento, que el protagonista en todo este embrollo de crecimiento, formación y madurez, es el alumno. La evolución que experimenta el estudiante que se involucra en este proyecto es extraordinaria, tanto en el ámbito técnico como en el profesional. La cronología del proyecto marca un ritmo de trabajo, de organización y respuesta, y con ello una necesidad de que cada individuo se adapte a la situación. Los escenarios que se hacen frente rara vez se han vivido antes en las clases, luego al tratarse de un territorio inexplorado, el alumno se hace a sí mismo, se equivoca y corrige, y de manera continuada repite el proceso hasta convertirse en un experto en su ámbito. A lo largo del proyecto y cada una de sus etapas, el alumno puede ser capaz de definir distintos perfiles, ya sea como diseñador, fabricante o piloto.

Si los primeros pasos comienzan por el diseño y cálculo, realmente lo que se afronta es la lógica de problemas contemporáneos, la comprensión e integración de los conocimientos dados en clase, y la búsqueda de otros nuevos que permitan completar la tarea con éxito.

Sergio Peña-Miñano – Javier Catalán – Lucas Mestre

Posteriormente llega el análisis y resolución, que se combina con un aprendizaje permanente hasta desembocar en una completa síntesis de una formación complementaria. Al mismo tiempo tiene lugar la planificación y gestión del tiempo, la coordinación de todas las tareas, su orden y plan de acción para cada una de ellas, en definitiva, la gestión. Dicha tarea es llevada a cabo, de nuevo, por el alumno, lo que desemboca en una perspectiva amplia de la situación, y no solo del problema actual, sino del entorno completo. Esta parte enmascara una de las mayores problemáticas en este tipo de proyectos, la gestión de las personas. El trabajo en equipo y el liderazgo se palpa a diario y a todas sus escalas en el ecosistema del proyecto FSUPV. Es probablemente la tarea a desempeñar más compleja, y para la cual irónicamente, no se cuenta con una formación específica, ni si quiera orientativa, de modo que florecen virtudes innatas, confusión de conceptos y contratiempos. Todo ello se junta dando lugar a una dosis de experiencia que hasta hora se reservaba al mundo laboral, pero que sin embargo, no es necesario ni tan siquiera salir de la universidad para ver problemáticas igual de complejas.

El alumno se encuentra en el epicentro de un proyecto de cambio constante, y con él, el alumno cambia a un ritmo igual. Paulatinamente se comienzan a desarrollar casi la totalidad de las habilidades transversales, hasta el punto de que el nivel de desarrollo de estas habilidades sorprenden al propio alumno, aspectos como el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la innovación, creatividad y emprendimiento, son intrínsecos al proyecto y por ende, al alumno.

Conclusiones

En su segundo año de historia, el proyecto FSUPV ha marcado un antes y un después en los estándares de proyectos dirigidos por alumnos para alumnos. El mero hecho de la participación en la competición Formula Student es la excusa perfecta para desatar todo el potencial del alumnado de la Universitat Politècnica de València. El proyecto consigue sintetizar todo un conjunto de habilidades transversales, sumado a un desarrollo tecnológico y técnico más que relevante. Todo ello además comparte protagonismo con un enorme valor añadido en términos de colaboración, relaciones y participaciones conjuntas entre universidad y empresa. El alumno involucrado en el proyecto FSUPV presenta un perfil curtido a base de innovación, creatividad y emprendimiento, que encamina su formación hacia una profesionalidad digna del sector empresarial.

Al margen del resultado final que se obtenga en las competiciones, queda patente que el talento como hoy lo conocemos, ya no se conforma con solo asistir a las clases.

Formula Student, talento fuera de las clases

Agradecimientos

A los autores de este documento les gustaría agradecer a la Universitat Politècnica de València su apoyo y soporte al proyecto así como a Juan A. García por su tutorización y consejo. También distinguir a una serie de compañías patrocinadores que nos han dado un generoso apoyo. Especial mención a:

- Gurit Spain S.A
- Hertalla S.L
- Sinergia Racing Group
- Aramidcore
- Todas las empresas de mecanizado: Proto-Tech, UMESAI S.L, AGFRA, Mecanizados PERMA, Mecanizados Vanaclocha, Proteval, Fransal mecanizados, Jesvic S.L, Mecanizados Estevan Calvo.

Finalmente reconocer la participación y autoría de todo este trabajo al resto de los miembros del proyecto y equipo FSUPV: Albert Delhom Alcoy, Alejandro Veloz, Andrea Puertas, Angel Lopez, Antonio Hernández-Francés, Arturo Prieto Llorens, Aurelio Olivares Ferrer, Beatriz García De la Puente Murillo, Carlos Tovar, Carmen García, Eduardo Poveda, Estanis Buigues, Fco. Javier Huerta, Guillermo García, Hugo Franch, Javier Catalán, Javier Mansergas, Javier Mayordomo, Jesús Barrera, Jorge Gutiérrez, Juan Pablo Viera, Kevin Goldbach, Lucas Mestre, Marco Furlan, Marcos Valencia, Nela Ayora, Pedro González, Ramón Sabín, Santiago Hernández, Vicente Pérez y Yeray Garu

Referencias

- [1] Juan A. García, Sergio Peña, Hugo Franch, Lucas Mestre. Aprender sobre ruedas. FormulaStudent 2014. Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, 137 (2014).
- [2] Juan A. García, Sergio Peña, Manuel Rivas. Manufacturing to Motorsport. Manufacturing Engineering Society International Congress, 200 (2015).
- [3] Juan A. García, Sergio Peña, Manuel Rivas. Formula Student UPV. 4th Valencia Global, (2015).
- [4] Günter Bischof, Emilia Bratschitsch, Annete Casey, Thomas Lechner. The Impact of the formula Student Competition on Undergraduate Research Projects. 39th ASEE/IEEE Frontiers in Education conference, (2009).

Integración de las dinámicas de emprendimiento en el aula.

Aplicación a las asignaturas de Economía de la Empresa y Proyectos del Grado en Diseño.

Inmaculada Marqués Pérez^a, Inmaculada Guaita Pradas^b

^aCentro de Investigación en Ingeniería Económica, imarques@upvnet.upv.es ^bCentro de Investigación en Ingeniería Económica, iguaita@upvnet.upv.es Universitat Politècnica de València

Abstract

he competences that provide transversal the study of Business Economics in engineering deserves a detailed study because the course enhances the skills, competencies and skills that employers are demanding in the labor market, improving employability and promoting entrepreneurship of future graduates. The proposal involves the development of practical teaching workshops in business, complemented with tutorials to develop business plans and the creation of an observatory on entrepreneurship. Finally, the proposal is subject to a work plan and an assessment of results.

Keywords: transversal competency, business economics, engineering, business plan, business plan, evaluation results..

Resumen

Las competencias que proporcionan asignaturas transversales como la Economía de la Empresa para las ingenierías merece un estudio pormenorizado, porque la asignatura mejora las habilidades, competencias y aptitudes que demandan los empresarios en el mercado laboral, mejorando la empleabilidad y fomentando el espíritu empresarial de los futuros graduados. La propuesta consiste en la elaboración de talleres prácticos de docencia en empresa, que se complementan con tutorías para elaborar planes de negocio y la creación de un observatorio de emprendimiento. Finalmente, la propuesta se somete a un plan de trabajo y a una evaluación de resultados.

Palabras clave: competencia transversal, economía de la empresa, ingeniería, plan de empresa, plan de negocio, evaluación resultados.

Integración empresarial en el desarrollo de proyectos para Ingeniería del Diseño

Introducción

La necesidad de la asignatura Economía de la Empresa en ingeniería atiende a los requerimientos del mercado laboral relacionados con la obtención de capacidades y competencias transversales, puesto que son conocimientos altamente requeridos en la práctica profesional. En el estudio de Ingenierías, la realización de nuevos productos que pueden ser colocados en distintos segmentos o nichos de mercado, otorgan a la asignatura de Economía de la Empresa una condición más relevante en estos estudios de grado y altamente complementaria a la formación técnica recibida.

Pese a que la formación económica en las ingenierías es muy valorada, contrasta con la escasa importancia que se da en los estudios de ingeniería. En concreto en Ingeniería de Diseño, se da con un reducido número de créditos y en los primeros cursos de los estudios de grado cuando el estudiante no ha alcanzado la madurez intelectual para ser un emprendedor. En Ingenierías Industriales la vertiente económica de la producción o de las instalaciones también es esencial para garantizar su éxito. En Ingenierías de la Construcción la parte económica también resulta esencial. A estos factores se une que la asignatura de Economía de la Empresa introduce nuevos conceptos con los que el alumno está muy poco familiarizado. El resultado es que la práctica docente debe ser motivadora para captar el interés y la ilusión del estudiante en la marcha diaria del curso.

Por otra parte, el desarrollo en la docencia de proyectos de diseño de nuevos productos y su proceso de análisis e incorporación a contextos reales de producción y comercialización, no se aborda suficientemente desde la perspectiva de la gestión empresarial y la transformación de la idea de diseño en IDEA DE NEGOCIO.

Este documento, presenta una estrategia para la integración de las docencias de empresa y de proyectos, para promover la integración de las dinámicas de emprendimiento en el desarrollo de los proyectos de nuevos diseños. Con el fin de incorporar en el desarrollo de los proyectos de nuevos diseños, junto a los aspectos relativos a la viabilidad técnica, otros aspectos relativos a las necesidades y atributos de los nuevos productos considerando variables relativas a la viabilidad económica y comercial.

El proyecto educativo, pretende promover la formación de técnicos creativos y emprendedores para una economía global, integrando diferentes aspectos de la docencia, y a ser posible, también, de la investigación y la extensión, con el fin de contribuir al desarrollo de la sociedad del conocimiento. Y para ello, frente a la educación tradicional, que utiliza una metodología para formar emprendedores en cursos de objetivos específicos, o las metodologías de desarrollo de proyectos al margen de los aspectos económicos, fomenta la formación por competencias desde un modelo sistémico – estructural. Proponiendo un enfoque

Inmaculada Marqués Pérez, Inmaculada Guaita Pradas

más complejo en el proceso curricular de las ingenierías, que se instrumenta en la integración y la vinculación de estas docencias, proyectos y empresa. El fin último sería contribuir al acercamiento universidad-sociedad-empresa, y la mejora del sistema educativo con emprendedores en negocios viables, con proyección de futuro, y capaces de generar empleo.

En nuestro estudio se plantea la de integración de las dinámicas de emprendimiento empresarial a través de la coordinación vertical de contenidos y docencias en las asignaturas de empresa, con el objeto de :

- favorecer una mejor comprensión e integración de los contenidos docentes del grado relativos a empresa, de cara al desarrollo de actitudes y aptitudes emprendedoras, creatividad, orientación a la acción, y consideración de la capacidad de riesgo
- favorecer una formación más completa e integral del profesional ingeniero, con una visión más global de la formación, orientada al desempeño profesional, que le permitan una mejor y más inmediata aplicación de los conocimientos adquiridos
- fomentar la voluntad de asumir responsabilidades, la proactividad e iniciativa y la toma de decisiones, a partir de una mejor formación en herramientas de planificación y previsión
- llevar al campo del diseño, de una manera aplicada, conocimientos de gestión y organización de empresa, de modo que los alumnos percibieran su sentido y su aplicación futura en la experiencia profesional,
- dotar a los alumnos de mejores herramientas de análisis en el desarrollo de proyectos de nuevos diseños, abarcando los elementos de viabilidad de una forma global e integral, y con el análisis de resultados
- acercar a los alumnos al mundo empresarial, y la toma de decisiones

Como emprender en la Educación superior

La formación y desarrollo de la competencia del emprendimiento en negocio es un problema de envergadura en la actualidad, el aprender a emprender es un gran reto en la educación superior del siglo XXI (Biasca) (Zorob).

En España existe aún un amplio rechazo entre los jóvenes hacia la creación de empresas, en cierto modo, por desconocimiento de lo que ello implica, y porque creen que el proceso y los trámites para su puesta en marcha y gestión son demasiado complicados. Por ello, la formación sobre innovación y emprendedurismo en las universidades se presenta como una

Integración empresarial en el desarrollo de proyectos para Ingeniería del Diseño

potente herramienta de sensibilización y dinamización hacia la creación de empresas por parte de jóvenes titulados universitarios, al incorporarse como una materia más en sus planes de estudios y presentándose como una salida profesional alternativa al empleo por cuenta ajena. Ello hará que los jóvenes se familiaricen con el mundo empresarial, conozcan mejor sus posibilidades y pierdan, en cierta medida, el miedo a ser empresarios (Arroyo-Vázquez y Jiménez-Sáez).

Desde el punto de vista práctico de la incorporación de la formación en empresa en las carreras de ingeniería, debe dotar a los alumnos de una perspectiva empresarial, y se deben incorporar herramientas para facilitar las dinámicas de emprendimiento empresarial en el desarrollo de proyectos de nuevos diseños a través de la docencia en empresa.

De esta forma se debe dotar al titulado de las capacidades y competencias que requiere el mercado laboral. Las competencias se requieren transversales porque van a estar presentes en el egresado a lo largo de su vida profesional. La adquisición de las capacidades relacionadas con el emprendimiento van a fomentar la empleabilidad de los titulados, y así podrán hacer frente a los condicionantes de los mercados laborales cada vez más competitivos y globalizados. Esta formación también responde a las necesidades que los empleadores plantean en el momento de la contratación. Los resultados del aprendizaje son vinculados al ejercicio de la profesión.

Propuesta de innovación

La titulación del grado en ingeniería del diseño, así como en general los grados de ingeniería, organizan la docencia en las distintas asignaturas y materias, con una secuenciación y extensión razonada para la consecución de los objetivos de aprendizaje establecidos en su caso para cada grado. Así se pueden diferenciar contenidos o asignaturas de diferentes áreas de conocimiento, que se orientan a la consecución de objetivos generales, de carácter transversal, de otros contenidos que se apoyan o sirven de apoyo a asignaturas de otros cursos, de campos de conocimiento afines, que se integran verticalmente.

La docencia en gestión, organización y administración de empresa dentro de la ingeniería, tiene carácter transversal. Pretende formar al alumno: a) en el conocimiento de la empresa como unidad económica de producción, los mecanismos de su funcionamiento económico a través del conocimiento de sus unidades funcionales y las relaciones existentes entre las mismas, b) en las técnicas de gestión empresarial dotando de herramientas para la planificación y la definición de objetivos empresariales, herramientas para el análisis de resultados, herramientas para el análisis de riesgo, etc.

Inmaculada Marqués Pérez, Inmaculada Guaita Pradas

La docencia en proyectos de nuevos diseños pretende aunar los conocimientos adquiridos de forma conjunta, aplicándolos al desarrollo de proyectos con un nivel de exigencia adecuado.

Por otra parte, los resultados del aprendizaje han pasado a considerarse el elemento principal de la estrategia docente, como objetivo a que deben servir los programas de enseñanza. Esto ha contribuido a poner en valor, especialmente en los estudios de clara aplicación práctica, como es el caso de los Grados en Ingeniería, la aportación de metodologías docentes basadas en una mayor experimentación, frente a la tradicional clase magistral. Entre estas metodologías se encuentran los talleres de simulación o el aprendizaje basado en proyectos (PBL). De modo paralelo, los sistemas de evaluación del alumnado han debido adaptarse y revisarse (Manchado, y otros, 2012).

El proyecto de innovación docente que se propone, pretende integrar las dinámicas de emprendimiento, orientando el aprendizaje de las herramientas de gestión y análisis empresarial a través de Talleres de desarrollo empresarial simulado, que utilicen como base los proyectos de nuevos diseños propuestos por los alumnos del grado de cursos superiores. Con el objeto de que posteriormente, y de forma tutorizada, incorporen en sus proyectos de nuevos diseños, junto a los aspectos relativos a la viabilidad técnica, otros aspectos relativos a las necesidades y atributos de los nuevos productos considerando variables relativas a la viabilidad económica y comercial.

La propuesta de innovación educativa que se plantea consiste en incorporar un espacio curricular que atravesando distintos niveles de la carrera de ingeniería del diseño, nos permita formar al alumno en las competencias que se demanda al profesional ingeniero. Contemplando más allá, de la formación, técnica y científica del alumno, como un profesional apto para trabajar en relación de dependencia, un profesional con capacidad de gestionar su propio emprendimiento.

Para ello se propone una estrategia para la integración de las docencias de empresa y de proyectos.

La propuesta se plantea con proyección de extensión universitaria al proponer la creación de un Observatorio para el seguimiento de emprendedores y sus ideas de negocio.

La propuesta abarca:

- Capacitación para emprender, dotando de **herramientas** que permitan el análisis de las ideas de nuevos diseños, desde la perspectiva de la Idea de Negocio. Se realizará a través de los Talleres en la docencia de empresa.
- Tutoría en el desarrollo de **Planes de Negocios** que acompañen a los proyectos de nuevos diseños,

Integración empresarial en el desarrollo de proyectos para Ingeniería del Diseño

- Posterior Apoyo a través de asistencia técnica que se podría brindar a los emprendimientos creados, con la creación de un **Observatorio de Emprendimiento**. Con la propuesta se propone dar respuesta a la demanda de empleadores en relación a la importancia de la formación y competencias adquiridas, siendo participes, en el caso de los proyectos de diseño en ingeniería tanto la vertiente técnica como la económica. Por ello en nuestra propuesta se pretende dar especial relevancia a la asignatura de empresa en Ingeniería del Diseño.

Elementos para la innovación

En la Tabla 1 se destacan los principales elementos de innovación en la implantación de la asignatura de Economía. La innovación se articula en 6 ejes principales.

Tabla 1.1. Elementos para la innovación empresarial

DESARROLLO DE EMPRENDEDORES EN NUESTRAS ESCUELAS	Innovación en el emprendedurismo	Incorporación de elementos de emprendimiento en el desarrollo de la idea de diseño o proyecto de diseño como idea de negocio.
	Retos del emprendedurismo	
DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE LAS NUEVAS TITULACIONES DE INGENIERÍA	Innovación en coordinación horizontal y vertical	Pretende la coordinación vertical de conocimientos incorporando elementos más reales a la problemática empresarial, y al mismo tiempo aportando nuevos elementos al análisis de viabilidad de los proyectos de diseño.
DISEÑO	Gestión del Diseño	Aporta nuevos elementos en el análisis de la viabilidad de los diseños, más allá de la viabilidad técnica y en vistas al análisis de la viabilidad económica.
INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS	Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (PIME)	Nuevos elementos en el proceso de aprendizaje: trabajo en grupo, mayor aproximación a la realidad empresarial a través de realidades.
INNOVACIÓN EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS PREUNIVERSITARIAS	Innovación en las enseñanzas técnicas universitarias	Interconexión entre contenidos de asignaturas y necesidades de aprendizaje del alumno.
NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS	Experiencias educativas basadas en las TIC: blended learning, flip-teaching, mobile learning,	Flip-teaching, que permita una mejor dinámica de las sesiones de aprendizaje.
	etc.	

Inmaculada Marqués Pérez, Inmaculada Guaita Pradas

El desarrollo de emprendedores proporciona la “idea de negocio” a los futuros egresados desde la formación técnica a la formación empresarial. Así se pueden implantar nuevas titulaciones o dobles grados para dar respuesta a la problemática empresarial de los proyectos de ingeniería, o proyectos de diseño. Estos ejes se deben complementar con otro de innovación educativa enfocado a la gestión empresarial, gestión comercial y análisis de rentabilidad. Y se complementan con otras aplicadas a la innovación en la enseñanza como flip-teaching para favorecer el aprendizaje.

Etapas

El desarrollo de la propuesta requiere de:

- 1.-Coordinación vertical: interconexión entre las docencias de empresa y proyectos, para establecer la sistemática de selección y propuesta de los proyectos de nuevos diseños que se trabajarán en los talleres de Empresa.
- 2.-Implementación de los Talleres de Empresa, con incorporación de nuevas metodologías de aprendizaje (trabajo en grupo, flip-teaching) y nuevas metodologías de evaluación (rúbricas y evaluación conjunta)
- 3.- Puesta en práctica y seguimiento del desarrollo y resultados
- 4.- Implementación de las tareas de tutorización de análisis de proyectos en desarrollo, para los alumnos que cursan la asignatura de proyectos
- 5.- Creación de un Observatorio

Mejoras que se esperan

Como resultado fundamental del proyecto de innovación se busca convertir al grupo de alumnos, que en breve pasarán a formar parte de una nueva orla de graduados, en auténticos emprendedores, con conocimientos técnicos y tecnológicos que le permitan abordar la creciente competitividad de los mercados obteniendo rentabilidad económica de los proyectos y diseños técnicos.

Se propone para incentivar estas mejoras la creación de un Observatorio de Emprendimiento en la Escuela de Diseño, de forma que se incentive el conocimiento y se obtengan sinergias con:

- el mantenimiento del contacto con los egresados, y realizando el seguimiento de los proyectos-negocios emprendidos
- promover eventos con emprendedores y estudiantes, con el objeto de hacer más visibles las oportunidades desarrolladas, su realización y los resultados:

Integración empresarial en el desarrollo de proyectos para Ingeniería del Diseño

- conferencias de los graduados emprendedores, puesta en común de los problemas y dificultades que han enfrentado; y como han logrado un desempeño profesional y humano con éxito.
- promover eventos para fomentar el emprendimiento entre los alumnos, y participación en concursos y proyectos competitivos que fomenten la implicación personal y profesional.

Propuesta de innovación aplicada a la integración de la empresa: Taller de Diseño

La propuesta se trata de realizar un proyecto innovador, como resultado de un proceso previo de análisis y evaluación de un planteamiento empresarial. La parte docente trata de innovar introduciendo variaciones respecto a la situación de docencia con cierta problemática, derivada de los recursos docentes con que se cuenta, de las circunstancias en las que se desarrolla la materia, y de la naturaleza de la propia materia.

Análisis de la situación

- Contenido de las prácticas: 7 sesiones relativas al sistema de Inversión-Financiación de la Empresa.
- Situación actual:
 - Teoría en aula de prácticas
 - Ejercicios para desarrollar en el aula: varios, a mano y con hoja de cálculo
 - Muy teóricos,
 - Los datos de partida siempre vienen dados
 - Sin interconexión entre prácticas, ejercicios, ...
- Necesidad surgida de la observación crítica de la realidad educativa
 - Escasez de ordenadores en el aula de prácticas: no contamos con un ordenador para cada alumno, han de compartir ordenador.
 - Trabajan conjuntamente un ejercicio (generalmente uno de ellos, la participación del otro es escasa, porque los ejercicios están planteados para el desarrollo individual en el aula), y después cada uno contesta un cuestionario, de una batería de preguntas aleatorias. De manera que trabajan en equipo, pero sin ser trabajo de equipo.

Inmaculada Marqués Pérez, Inmaculada Guaita Pradas

- Los ejercicios teóricos deberían reconvertirse y plantearse desde una perspectiva de conjunto, **SIMULANDO EL DESARROLLO DE LAS TAREAS DE GESTIÓN DE LA EMPRESA, CONSIDERANDO LA INTERCONEXIÓN REAL EXISTENTE ENTRE LAS DISTINTAS DECISIONES A TOMAR RELATIVAS A INVERSIÓN-FINANCIACIÓN**. Estableciendo una relación de Prácticas-Talleres interrelacionados.
- Acercarnos a la realidad de la empresa en la gestión económico-financiera, y para ello **RECURRIR A PROBLEMAS DE INVERSIÓN-FINANCIACIÓN RELATIVOS A PROYECTOS EMPRESARIALES REALES**

Para ello sería interesante plantear la toma de decisiones de inversión-financiación, desde la perspectiva de un proyecto de diseño nuevo. Un único proyecto, sobre el que desarrollar todas las Prácticas-Talleres, a lo largo del curso. La limitación de recursos informáticos podría salvarse con el trabajo en equipos de dos-tres personas. Eligiendo cada grupo un proyecto para trabajar a lo largo del semestre.

Planteamiento de soluciones

- ALTERNATIVA 0: y desagregar grupos, o contar con aulas mejor dotadas
- ALTERNATIVA 1:
 - Fomentar el trabajo en equipo, lo que por otra parte, es necesario para salvar el problema de la escasez de recursos informáticos.
 - Dotar a los alumnos de mejores herramientas de análisis en el desarrollo de proyectos de nuevos diseños
 - Coordinación vertical de contenidos y docencias que favorezcan una mejor comprensión e integración de los contenidos, así como una formación más completa e integral del profesional
 - Acercar a los alumnos al mundo empresarial, y la toma de decisiones
 - Aportar una visión más global de los aspectos de gestión empresarial, y la interrelación en la toma de decisiones

Plan de Trabajo

A. Diseño de los Talleres y los materiales

Se proponen un total de 7 Talleres a sustituir a las 7 Prácticas

1) Taller de inicio a la empresa.

Propuestas de proyectos de nuevos diseños:

Integración empresarial en el desarrollo de proyectos para Ingeniería del Diseño

- Idea de Diseño/Idea de Negocio
- Análisis de la viabilidad técnica y la viabilidad económica

En coordinación con la asignatura de Proyectos de cuarto, podrían utilizarse las propuestas de diseño de años anteriores: que hayan sido premiadas, o que hayan sido elegidas para exposición.

Los profesores de las asignaturas decidirán cada año los proyectos de diseño que han resultado más interesantes o han tenido una mayor aceptación. Se les propondrán a los alumnos para que cada uno elija uno de estos proyectos, sobre el que realizará el trabajo de la asignatura.

Los alumnos verán en una sesión inicial todas las ideas de negocio, verán como realizar un dafo sencillo de la idea de negocio y decidirán por qué IDEA optan.

2) Taller Lienzo de Canvas. Análisis previo de la idea.

Análisis de la idea como idea de negocio.

Como realizar un análisis previo de mercados de venta y de aprovisionamiento de materias primas.

Decisiones en torno a procesos: equipos, maquinaria, instalaciones.

3) Taller Inversión

Determinar: cantidad a producir, precio de venta

Producción: aprovisionamiento de materias primas (cantidades y precios) Análisis de la idea como idea de negocio.

Activos. Desembolso inicial, y determinación de los cobros y pagos:

4) Taller Análisis de la viabilidad económica de la Inversión. Índices de rentabilidad:

Rentabilidad

Talleres de análisis de inversión: Análisis de la viabilidad de la idea de diseño como idea de negocio.

5) Taller Financiación. Como financiar la inversión.

Talleres de análisis de diferentes fuentes de financiación y elección de la fuente de financiación más adecuada.

B. COORDINACIÓN Empresa-Proyectos

Inmaculada Marqués Pérez, Inmaculada Guaita Pradas

Establecer las dinámicas para la elección de los proyectos que se propondrán a los alumnos de empresa

C. COORDINACIÓN Empresa-Proyectos

Establecer la dinámica para la tutorización en el desarrollo de Planes de Negocios que acompañen a los proyectos de nuevos diseños

D. Creación y dinamización del OBSERVATORIO DE EMPRENDIMIENTO

Evaluación de Resultados

- Evaluación de los Talleres a través de los ejercicios de test: en poliformaT, uno por cada Taller
- Evaluación del avance del Plan de Negocio de los proyectos por grupos
- Exposición final de los Planes de Negocio de cada grupo y evaluación por los alumnos a través de rúbrica
- Evaluación de la satisfacción de los estudiantes con encuestas probadas, que cuantifiquen la percepción de logros de los estudiantes.

Referencias

- Arroyo-Vázquez, Mónica y Fernando Jimenez-Sáez. (2008). La incorporación de la innovación y el emprendedurismo en la educación superior: una formación de futuro
- Biasca, R. E. (2008). El modelo Biasca para transformar la empresa. INNOVAR, Revista de Eficiencias Administrativas y Sociales 23.4.
- Bologna Working Group. (2005). *A framework for qualifications of the European higher education area*. http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main_doc/050218_QF_EHEA.pdf [Stand: 27.5. 2015].
- Camacho Pereira, C., y Medina Molina, C. (2012). *La aprobación del marco español de cualificaciones para la educación superior y la empleabilidad del alumnado universitario*. REJIE: Revista Jurídica de Investigación e innovación Educativa, (5), 67-86.
- Manchado, E., & López, I. (2012). Coordinación por módulos de asignaturas en el Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto de la Universidad de Zaragoza. Revista de Docencia Universitaria, 10(3), 195-207.
- Zorob, Sención Raquel Yvelice. (2012) Estrategia Curricular para la Formación de la Competencia de Emprendimiento en Negocios en Redes Universitarias. Revista de Medios y Educación (41) : 149-161.

Propuesta metodológica para analizar la intención emprendedora de los estudiantes universitarios en relación a su perfil socioeconómico. Validación en el Campus d'Alcoi de la Universitat Politècnica de València.

Lucía Pérez Blanco^a, José Millet Roig^b, Pablo Díaz García^c y Pau Miró Martínez^d

Universitat Politècnica de València ^alupebla@ideas.upv.es, ^bjmillet@eln.upv.es,
^cpdiazga@txp.upv.es y ^dpamimar@eio.upv.es

Abstract

An university student will be motivated to entrepreneurship depending of his socio-economic profile. So, the universities will be able to adapt the entrepreneurship training according to the variables which are the key to an entrepreneur university student.

Keywords: *Entrepreneurship, entrepreneurial profile, University.*

Resumen

La intención de emprender de los estudiantes universitarios puede estar relacionada con el perfil socioeconómico de los mismos. Determinar las variables que sí que influyen en la intención de emprender puede servir a las universidades para adecuar la formación en emprendimiento a sus estudiantes.

Palabras clave: *Emprendimiento, perfil emprendedor, Universidad.*

Introducción

Este artículo versa sobre la intención de emprender de los estudiantes universitarios en relación a su perfil socioeconómico. La primera parte contempla la metodología de la investigación y la definición de las variables de medida, la segunda parte el análisis descriptivo de los resultados obtenidos y la prueba de independencia entre variables de medida y, la tercera parte la contrastación de las hipótesis y conclusiones finales obtenidas.

Propuesta metodológica para analizar la intención emprendedora de los estudiantes universitarios en relación a su perfil socioeconómico. Validación en el Campus d'Alcoi de la Universitat Politècnica de València.

Metodología

El objetivo fundamental del presente trabajo de investigación es determinar si el perfil socioeconómico de los estudiantes universitarios influye en la intención emprendedora, con la finalidad de poder dotar a las universidades de información sobre las variables socioeconómicas que sí que influyen en el emprendimiento y así poder éstas adecuar su formación a estas singularidades.

Para ello se perfila la siguiente HIPÓTESIS: El perfil socioeconómico de los estudiantes universitarios tiene una estrecha relación con la propensión a emprender, que comprende las siguientes hipótesis específicas a contrastar:

- ✓ H₁ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los hombres y las mujeres estudiantes.
- ✓ H₂ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes que poseen menor edad frente a los que poseen mayor edad.
- ✓ H₃ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de la renta media de la unidad familiar.
- ✓ H₄ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de la profesión y nivel de estudios de sus padres.
- ✓ H₅ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de su lugar de residencia.
- ✓ H₆ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de si existen empresarios en su familia.
- ✓ H₇ ESPECÍFICA: La situación económica actual empuja a los estudiantes a que emprendan por necesidad.
- ✓ H₈ ESPECÍFICA: Los estudiantes que desean emprender principalmente se dirigen a actividades relacionadas con los SERVICIOS A EMPRESAS, con menores costes fijos.
- ✓ H₉ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes que trabajan.
- ✓ H₁₀ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes según su estado civil.

Señalar que para contrastar dichas hipótesis, se ha procedido a realizar una revisión bibliográfica para la construcción del instrumento de medida y las variables relacionadas con el perfil socioeconómico de los estudiantes universitarios con la finalidad de poder construir el cuestionario a facilitar a los alumnos para la obtención de datos. Se ha construido el

Lucía Pérez Blanco, José Millet Roig, Pablo Díaz García y Pau Miró Martínez

cuestionario y procedido a la consulta a expertos sobre la adecuación y aplicabilidad del mismo, obteniendo ya un cuestionario definitivo.

A continuación se ha identificado la población objetivo, aplicando el cuestionario a los estudiantes de los 6 títulos de grado con los que cuenta el Campus d'Alcoi de la Universitat Politècnica de València y la posterior recolección de datos.

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el programa IBM® SPSS® Statistics 20 que es un sistema global para el análisis de datos. SPSS Statistics puede adquirir datos de casi cualquier tipo de archivo y utilizarlos para generar informes tabulares, gráficos y diagramas de distribuciones y tendencias, estadísticos descriptivos y análisis estadísticos complejos.

Se ha recurrido a la estadística descriptiva que permite la utilización de métodos numéricos y gráficos para resumir la información mostrada por un conjunto de datos, presentarla de una forma conveniente e identificar patrones de comportamiento de las variables analizadas (McClave, Benson y Sincich, 2005). Por ello, los datos han sido analizados mediante análisis de frecuencias, tablas de contingencia y pruebas de independencia:

1. Análisis de frecuencias. Las distribuciones de frecuencias permiten obtener una primera aproximación de la tendencia de los resultados, ya que indican el número de individuos que “tanto en valores absolutos como en valores porcentuales” han mencionado cada uno de los códigos posibles (respuestas) que puede tomar una variable determinada.
2. Tablas de contingencia. Las tablas de contingencia analizan la distribución de frecuencia conjunta de dos variables de tipo cualitativo. Las categorías de una variable se cruzan con las categorías de la otra, de modo que la distribución de una variable se subdivide de acuerdo con las categorías de la otra variable. Las tablas de contingencia constituyen uno de los instrumentos más utilizados en investigación porque los resultados son fácilmente interpretables y comprensibles, lo que permite utilizar de una manera rápida los resultados de la investigación. Este análisis mediante tablas de contingencia se utiliza para contrastar la hipótesis H GENERAL.
3. Pruebas de independencia. Para terminar con el análisis descriptivo se ha realizado un estudio de dependencia entre las variables objeto de estudio relativas al perfil socioeconómico de los estudiantes de grado vs su intención emprendedora. Para identificar estas relaciones de dependencia entre variables cualitativas se utiliza un contraste estadístico basado en el estadístico χ^2 (Chi-cuadrado), cuyo cálculo permitirá afirmar con un nivel de confianza estadístico determinado si los niveles de una variable cualitativa influyen en los niveles de la otra variable nominal analizada. Por ejemplo, el cálculo de la Chi-cuadrado permitirá saber si el sexo de una persona es un factor determinante en que dicha persona se considere o no emprendedora y quiera o no crear su empresa propia.

Propuesta metodológica para analizar la intención emprendedora de los estudiantes universitarios en relación a su perfil socioeconómico. Validación en el Campus d'Alcoi de la Universitat Politècnica de València.

Las variables relativas al perfil socioeconómico e intención emprendedora y elaboración del cuestionario

Para determinar el perfil socioeconómico de los estudiantes y su relación con la intención emprendedora se procedió a insertar en un cuestionario 23 cuestiones que hacían referencia a los siguientes ítems clasificatorios:

1. Características demográficas o estructura de la población: El nivel de estudios (curso), el sexo, la edad, la residencia (procedencia y estancia durante sus estudios), el estado marital y descendencia, la ocupación, renta familiar, financiación de sus estudios y acceso a internet son algunas de las características que se consideran en el análisis de la población. Cualquier característica de la población que pueda ser medida o contada es susceptible de análisis demográfico.

Para Veciana (1988) en estudios realizados respecto a la edad, la persona que toma la decisión de convertirse en empresario suele tener entre 25 y 40 años. Asimismo, Arribas y Vila (2004) encontraron que el 44.4% de los hombres tienen la iniciativa de crear una empresa contra el 30.9% de las mujeres.

Señalar que en este estudio se realiza un análisis demográfico estático con la finalidad de conocer la estructura, dimensión y distribución geográfica de la población en un momento concreto, el curso 2014.

2. Modelos de rol familiares: Se han incluido 6 cuestiones relativas al nivel de estudios y profesiones del padre/madre y de la existencia de empresarios en la familia. La finalidad que se persigue es ver si estos modelos de rol familiares influyen o no la intención emprendedora de los estudiantes.

La tradición familiar es un factor muy importante en el que se suscita un ambiente propicio para el desarrollo de nuevas ideas y negocios (Benavides y Sánchez, 2004). La observación permite comprobar que buena parte de los empresarios suelen descender de familias en la que algunos de sus miembros son autoempleados o empresarios. Este hecho se repite en todas las investigaciones. El porcentaje oscila entre el 40 y el 60% según Veciana (1989) y Leiva (2004). En diversos trabajos se ha comprobado que los encuestados, cuyos padres eran propietarios de pequeñas empresas a las que le dedicaban tiempo completo, muestran más altas preferencias por el autoempleo y están más inclinados a desarrollar una idea empresarial, reflejando la menor preferencia por ser empleado en una gran empresa (Scott y Twomey, 1988; Crant, 1996 o Rubio et al., 1999.)

3. Intención en la creación de una empresa propia: Compuesto este ítem clasificatorio por cinco cuestiones, la primera cuestión relativa a la consideración de ser emprendedor (variable dicotómica), la segunda relativa a la intención en la creación de una empresa (con escala de Likert iniciada desde la negación total a la intención más firme), por lo

Lucía Pérez Blanco, José Millet Roig, Pablo Díaz García y Pau Miró Martínez

que los individuos de la población objetivo que indican la primera y segunda opción (negación a la hora de crear su empresa) no tienen que contestar a las últimas dos cuestiones relativas a la motivación por la que emprenden (clasificación según INFORME GEM) y al sector de actividad en el que les gustaría emprender.

Los ítems clasificatorios de este último bloque del cuestionario, preguntas correspondientes y escalas de medida de dichas variables se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 1: Variables relativas al perfil socioeconómico e intención emprendedora

Ítems	Pregunta en el cuestionario	Escala de medida
CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS (estructura de la población)	B3P1.- Titulación que cursas	Variable Categórica: 6 Subcategorías coincidentes con los 6 grados objeto de estudio.
	B3P2.- Sexo	Variable Dicotómica. Varón - Mujer
	B3P3.- Estado civil	Variable Categórica: 5 Subcategorías: Soltero sin pareja estable, soltero con pareja estable, separado, casado y viudo.
	B3P4.- Número de hijos	Variable Categórica: 4 Subcategorías: No tengo hijos/as, 1 Hijo/a, 2 Hijos/as, más de 3 hijos/as
	B3P5.- Edad	Variable Categórica: 4 Subcategorías: Menor o igual a 20 años, entre 21 y 25 años, entre 26 y 35 años, más de 35 años
	B3P6.- Ciudad de residencia	Variable textual.
	B3P7.- Provincia de residencia	
	B3P8.- Lugar de residencia durante el curso	Variable Categórica: 4 Subcategorías: En el domicilio habitual (propio, de padres o parientes), en un piso de alquiler, en una residencia de estudiantes, otro.
	B3P9.- Renta familiar anual (aproximada)	Variable Categórica: 4 Subcategorías: <18.000€ 18.001€36.000€ 36.001€ - 54.000€ >54.000€
	B3P10.- Financiación estudios universitarios	Variable Categórica: 4 Subcategorías: Con mis propios ingresos, con fondos familiares, becas y otros.
	B3P11.- ¿Trabajas?	Variable Dicotómica. Sí/No
	B3P12.- ¿Tienes internet en tu domicilio?	Variable Dicotómica. Sí/No
MODELOS DE ROL FAMILIARES	B3P13.- Indica el nivel de estudios de tu padre.	Variable Categórica: 3 Subcategorías: Estudios primarios, F.P./Bachillerato, Universitarios.
	B3P14.- Indica el nivel de estudios de tu madre.	
	B3P15.- Indica la profesión de tu padre.	Variable Categórica: 7 Subcategorías: empresario/a, obrero/a, funcionario/a, profesión liberal, directivo/a empresa, empleado/a admntvo./a., otra.
	B3P16.- Indica la profesión de tu madre.	

Propuesta metodológica para analizar la intención emprendedora de los estudiantes universitarios en relación a su perfil socioeconómico. Validación en el Campus d'Alcoi de la Universitat Politècnica de València.

	B3P17.- ¿Existe algún/alguna empresario/empresaria en tu familia?	Variable Dicotómica. Sí/No
	B3P18.- En caso afirmativo, ¿cuál es el parentesco?	Variable Categórica: 4 Subcategorías: abuelo/a, hermano/a, padre/madre, otros.
INTENCIÓN EN LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PROPIA	B2P1.- ¿Te consideras una persona emprendedora?	Variable Dicotómica. Sí/No
	B3P19.-¿Has pensado seriamente en crear una empresa propia? (En caso negativo ya has terminado, no debes contestar al resto de cuestiones de este bloque)	Escala Likert 1 a 5, siendo 1 NO NUNCA y 4 SÍ, TENGO EL FIRME PROPÓSITO DE CREAR UNA EMPRESA.
	B3P20.-En caso afirmativo, ¿a cuánto tiempo vista?	Variable Categórica: 5 Subcategorías: En cuanto termine mis estudios, de uno a dos años vista, de tres a cinco años vista, en más de cinco años vista, no lo tengo decidido.
	B3P21.-En caso afirmativo, ¿por qué quieres crear tu empresa?	Variable Categórica coincidente con la clasificación de motivaciones del INFORME GEM, compuesta por tres Subcategorías principales, una de ellas segregada en cuatro opciones: necesidad, oportunidad (mayor independencia, aumentar ingresos, mantener ingresos, otro caso), otros motivos.
	B3P18.-En caso afirmativo, ¿qué sector de actividad te resulta más atractivo para emprender?	Variable Categórica: 9 Subcategorías: Automoción y transporte; químico, farmacéutico y sanitario; textil, calzado y confección; construcción; alimentación y restauración; siderurgia, metalurgia, fabricación y comercialización de maquinaria; servicios a empresas; papel, cartón, artes gráficas, edición; servicios recreativos, culturales, ocio.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se identificación de las variables cualitativas comparables, por un lado aquellas que están relacionadas con la intención emprendedora y por tanto, comparables con el resto de variables relacionadas con el perfil socioeconómico, correspondiendo éstas a B2P1: ¿Te consideras una persona emprendedora? y a B3P19: ¿Has pensado seriamente en crear una empresa propia?, que llevan a contrastar cada una de las subhipótesis siendo estas para H:

Tabla 2: Identificación de variables para contrastación HIPOTESIS

Pregunta del cuestionario	Subhipótesis a contrastar
B3P2: Sexo	H ₁ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los hombres y las mujeres estudiantes.
B3P5: Edad	H ₂ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes que poseen menor edad frente a los que poseen mayor edad.
B3P9: Renta familiar anual	H ₃ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de la renta media de la unidad familiar.

Lucía Pérez Blanco, José Millet Roig, Pablo Díaz García y Pau Miró Martínez

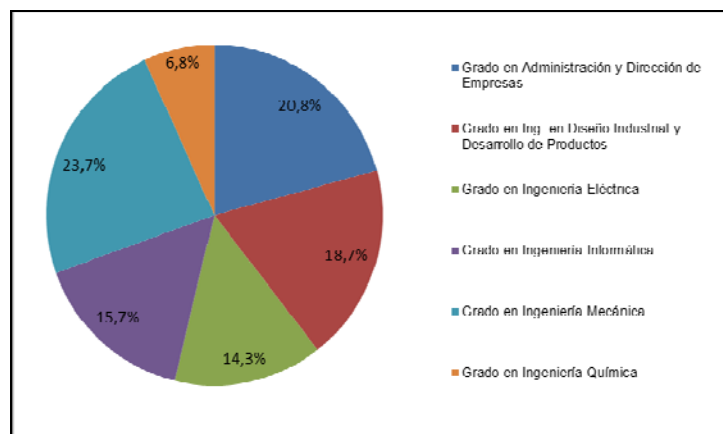
B3P13 a B3P16: Nivel de estudios y profesión padre y madre	H ₄ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de la profesión y nivel de estudios de sus padres.
B3P6: Ciudad de residencia familiar	H ₅ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de su lugar de residencia.
B3P17: ¿Existe algún/alguna empresario/empresaria en tu familia?	H ₆ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de si existen empresarios en su familia.
B3P21: En caso afirmativo, ¿por qué quieres crear tu empresa?	H ₇ ESPECÍFICA: La situación económica actual empuja a los estudiantes a que emprendan por necesidad.
B3P22: En caso afirmativo, ¿qué sector de actividad te resulta más atractivo para emprender? Respuestas afirmativas B3P227: Servicios a empresas	H ₈ ESPECÍFICA: Los estudiantes que desean emprender principalmente se dirigen a actividades relacionadas con los SERVICIOS A EMPRESAS, con menores costes fijos.
B3P11: ¿Trabajas?	H ₉ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes que trabajan.
B3P3: Estado civil	H ₁₀ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes según su estado civil.

Fuente: Elaboración propia

Análisis de resultados

Se realizó un proceso de identificación de las asignaturas que mayor número de alumnos tenían concentrados por titulación y curso (primer y cuarto curso), coincidiendo con asignaturas troncales u obligatorias, realizando el cuestionario de forma presencial tras autorización del profesor pertinente, a un total de 630 alumnos, que representan el 72,83% del total de matriculados en dichas asignaturas (865 alumnos matriculados).

Figura 1: Porcentaje alumnos encuestados por titulaciones de grado



Fuente: Elaboración propia

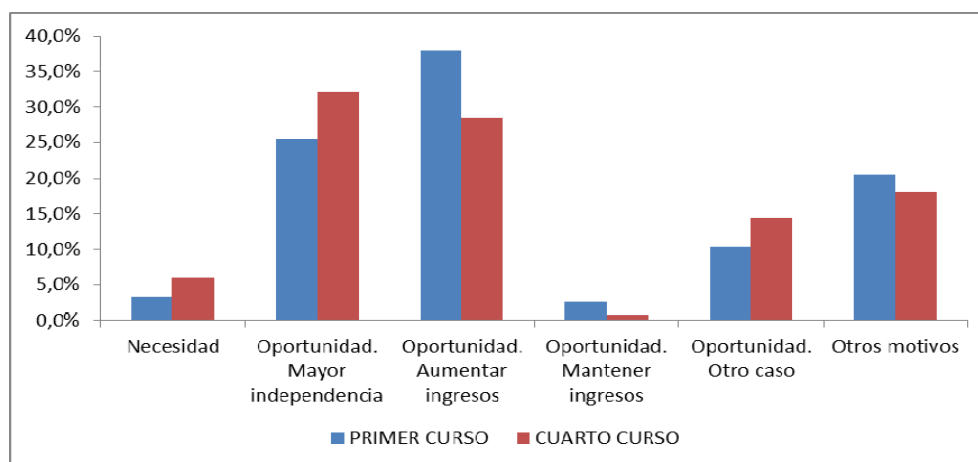
Propuesta metodológica para analizar la intención emprendedora de los estudiantes universitarios en relación a su perfil socioeconómico. Validación en el Campus d'Alcoi de la Universitat Politècnica de València.

Así pues, sobre la muestra obtenida y mediante el análisis de frecuencias, se puede indicar respecto a las características de la población que son varones (73,20%), solteros (98,70%), sin hijos (98,50%), con edad inferior a 25 años (90,30%) y residentes en la provincia de Alicante (51,10%) y Valencia (36,00%). Un 36,4% reside en su domicilio habitual, frente a un 57,6% que vive en un piso de alquiler durante el curso académico. La renta familiar anual es inferior a los 18.000€ en un 42% de los casos, frente a un 42,2% que posee rentas familiares anuales que oscilan entre 18.000€ y 36.000€. Sólo un 26,9% financia sus estudios con becas y un 48,8% con fondos familiares, destacando que sólo el 15,5% trabaja, y, prácticamente todos disponen de internet en su domicilio (93,6%)

Respecto a las cuestiones relacionadas con los modelos de rol familiares, un 23,1% de sus padres y un 19,7% de sus madres tiene estudios universitarios, siendo un 19,1% empresarios (padres) y un 7,8% (madres). Destacar que un 55,9% posee empresarios en la familia, siendo un 80,7% padre/madre/otros.

Por último acerca de la intención en la creación de una empresa propia, un 69,2% sí que se consideran emprendedores, un 80,5% sí que ha pensado crear su empresa seriamente, un 19,3% nada más terminar sus estudios frente a un 53,6% que no lo tiene decidido. En cuanto a las motivaciones que los llevan a emprender, en un 55,2% de los casos han indicado por oportunidad (por aumentar ingresos un 30% y un 25,2% por tener mayor independencia). Los sectores donde más atractivo les resultaría emprender son: “servicios a empresas” (23%), “automoción y transporte” (20,8%), “servicios recreativos, culturales y ocio” (15,4%) y “siderurgia, metalurgia, fabricación y comercialización de maquinaria” (15,2%).

Figura 2: Motivaciones para emprender por curso de grado



Fuente: Elaboración propia

Lucía Pérez Blanco, José Millet Roig, Pablo Díaz García y Pau Miró Martínez

Respecto a las tablas de contingencia, la hipótesis posee 10 variables comparables a 2 preguntas de referencia identificadas en el punto anterior (B2P1 y B3P19), por lo que se divide la H en HA y HB.

La Hipótesis A comprende 10 sub-hipótesis enfrentadas a una única variable (B2P1: ¿Te consideras una persona emprendedora?), es decir de los que se consideran emprendedores (el 69,2% que se ha indicado con anterioridad), se pueden establecer de nuevo las características en función de:

1. Características de la población: son varones (73,70%), con edad inferior a 25 años (89,7%), solteros (98,4%) y residentes en la provincia de Alicante (53,10%), de los que un 25,8% se concentran en la comarca de l'Alcoià. La renta familiar anual es inferior a los 18.000€ en un 38,3% de los casos, frente a un 42,9% que posee rentas familiares anuales que oscilan entre 18.000€ y 36.000€ trabajando en un 16,9% de los casos.
2. Modelos de rol familiares: un 60,8% de los encuestados admite poseer empresarios en la familia, siendo en un 22,1% empresarios sus padres y en un 9,3% empresarias sus madres. Un 25,8% de sus padres y un 21,8% de sus madres tienen estudios universitarios.
3. Intención en la creación de una empresa propia: Un 96,8% indican que no emprenden por necesidad, un 23,9% emprendería en “servicios a empresas”.

La Hipótesis B comprende 10 sub-hipótesis enfrentadas a una única variable (B3P19: ¿Has pensado seriamente en crear una empresa propia?), es decir de los que consideran montar una empresa propia (el 80,5% que se ha indicado con anterioridad), se pueden establecer de nuevo las características en función de:

1. Características de la población: son varones (74,10%), con edad inferior a 25 años (90,50%), solteros (98,6%) y residentes en la provincia de Alicante (52,10%), de los que un 25,4% se concentran en la comarca de l'Alcoià. La renta familiar anual es inferior a los 18.000€ en un 39,4% de los casos, frente a un 43% que posee rentas familiares anuales que oscilan entre 18.000€ y 36.000€ trabajando en un 16,8% de los casos.
2. Modelos de rol familiares: un 59,6% de los alumnos posee empresarios en la familia, siendo en un 20,6% empresarios sus padres y en un 8,5% empresarias sus madres. Un 24,3% de sus padres y un 21,8% de sus madres tienen estudios universitarios,
3. Intención en la creación de una empresa propia: Un 95,3% indican que no emprenden por necesidad, un 28,4% emprendería en “servicios a empresas”.

Por último, dentro de esta hipótesis H se realiza un estudio adicional entre las preguntas base elegidas (HA vs HB): B2P1: ¿Te consideras una persona emprendedora? vs B3P19: ¿Has pensado seriamente en crear una empresa propia?. El recuento final para estas dos preguntas cruzadas es de 384 respuestas afirmativas para ambos ítems, lo que supone un

Propuesta metodológica para analizar la intención emprendedora de los estudiantes universitarios en relación a su perfil socioeconómico. Validación en el Campus d'Alcoi de la Universitat Politècnica de València.

61,0% del total de encuestas realizadas. Para este estudio se pueden establecer de nuevo las características en función de:

1. Características de la población: son varones (73,80%), con edad inferior a 25 años (90,20%), solteros (98,6%) y residentes en la provincia de Alicante (54%), de los que un 27% se concentran en la comarca de l'Alcoià. La renta familiar anual es inferior a los 18.000€ en un 36,30% de los casos, frente a un 44% que posee rentas familiares anuales que oscilan entre 18.000€ y 36.000€, trabajando en un 16,9% de los casos.
2. Modelos de rol familiares: un 62,2% posee empresarios en la familia, siendo un 22,7% empresarios sus padres y un 9,5% empresarias sus madres. Un 25,7% de sus padres y un 22,4% de sus madres tienen estudios universitarios.
3. Intención en la creación de una empresa propia: Un 96,6% indican que no emprenden por necesidad, un 27,1% emprendería en "servicios a empresas".

Prueba de independencia entre variables

Tras la realización del análisis Chi Cuadrado de las 2 preguntas B2P1 y B3P19 frente a las variables que integran las 10 subhipótesis de partida se obtienen los datos referidos en la tabla 3.

Tabla 3: Dependencia entre ítems HIPÓTESIS

SUB-HIPÓTESIS	Valor de Chi Cuadrado	Tipo de dependencia
1A. vs Sexo	0,684	Independiente
2A. vs Edad	0,000	Dependiente
3A. vs Renta familiar anual (aprox.)	0,005	Dependiente
4.1A. vs Nivel de estudios del padre	0,021	Incertidumbre
4.2A. vs Nivel de estudios de la madre	0,054	Incertidumbre
4.3A. vs Profesión del padre	0,001	Dependiente
4.4A. vs Profesión de la madre	0,005	Dependiente
5A. vs Ciudad de procedencia	0,220	Independiente
6A. vs Empresario en familia	0,000	Dependiente
7A. vs Necesidad de emprender	0,144	Independiente
8A. vs Servicios a empresas	0,454	Independiente
9A. vs Situación laboral	0,166	Independiente
10A. vs Estado civil	0,813	Independiente
HA vs HB: ¿Te consideras una persona emprendedora? VS ¿Has pensado seriamente en crear una empresa propia?	0,000	Dependiente
1B. vs Sexo	0,327	Independiente
2B. vs Edad	0,933	Independiente
3B. vs Renta familiar anual (aprox.)	0,029	Incertidumbre
4.1B. vs Nivel de estudios del padre	0,120	Independiente

Lucía Pérez Blanco, José Millet Roig, Pablo Díaz García y Pau Miró Martínez

4.2B. vs Nivel de estudios de la madre	0,029	Incertidumbre
4.3B. vs Profesión del padre	0,031	Incertidumbre
4.4B. vs Profesión de la madre	0,023	Incertidumbre
5B. vs Ciudad de procedencia	0,241	Independiente
6B. vs Empresario en familia	0,000	Dependiente
7B. vs Necesidad de emprender	0,046	Incertidumbre
8B. vs Servicios a empresas	0,000	Dependiente
9B. vs Situación laboral	0,094	Incertidumbre
10B. vs Estado civil	0,935	Independiente
1A&B. vs Sexo	0,443	Independiente
2A&B. vs Edad	0,025	Incertidumbre
3A&B. vs Renta familiar anual (aprox.)	0,046	Incertidumbre
4.1A&B. vs Nivel de estudios del padre	0,495	Independiente
4.2A&B. vs Nivel de estudios de la madre	0,824	Independiente
4.3A&B. vs Profesión del padre	0,074	Incertidumbre
4.4A&B. vs Profesión de la madre	0,442	Independiente
5A&B. vs Ciudad de procedencia	0,346	Independiente
6A&B. vs Empresario en familia	0,030	Incertidumbre
7A&B. vs Necesidad de emprender	0,012	Incertidumbre
8A&B. vs Servicios a empresas	0,245	Independiente
9A&B. vs Situación laboral	0,927	Independiente
10A&B. vs Estado civil	0,681	Independiente

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Respecto a la comparación de los datos muestrales frente a las preguntas de referencia relacionadas con la consideración de emprendedor y el pensamiento futuro de creación de una empresa por parte del alumnado, se puede indicar que de los tres bloques analizados relacionados con estructura poblacional, modelos de rol familiares e intención en la creación de una empresa propia, los porcentajes que sí que experimentan un incremento se dan en los modelos de rol familiares. Así pues la influencia de poseer estudios universitarios en padre/madre y tener empresarios en la familia sí que influyen tanto en la intención de emprender (HA), en la creación de una empresa propia (HB) y, en la intención de emprender y crear una empresa propia (HA vs HB) según este estudio de frecuencias.

Pero para poder constatar esta afirmación, se procede a analizar la *HIPÓTESIS principal: El perfil socioeconómico de los estudiantes universitarios tiene una estrecha relación con la propensión a emprender* mediante la observación de la prueba de dependencia entre variables, pudiendo concluir en función a las hipótesis específicas analizadas:

- ✓ H_1 ESPECÍFICA: *Existen diferencias significativas entre los hombres y las mujeres estudiantes.*

Se rechaza esta hipótesis, puesto que la variable sexo es independiente, es decir, no influye ni la consideración de emprendedor (HA), ni en la intención de creación de una

Propuesta metodológica para analizar la intención emprendedora de los estudiantes universitarios en relación a su perfil socioeconómico. Validación en el Campus d'Alcoi de la Universitat Politècnica de València.

empresa (HB), ni en la consideración de emprendedor y en la intención de crear una empresa propia (HA vs HB).

- ✓ *H₂ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes que poseen menor edad frente a los que poseen mayor edad.*

La edad sí que influye en la consideración de emprendedor (HA), pero no en la intención de crear una empresa propia (HB).

- ✓ *H₃ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de la renta media de la unidad familiar.*

La renta familiar sí que influye en la consideración de emprendedor (HA).

- ✓ *H₄ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de la profesión y nivel de estudios de sus padres.*

La profesión del padre y de la madre sí que influye en la consideración de emprendedor (HA). Si el alumno se considera emprendedor y quiere crear su empresa propia (ambas respuestas afirmativas) no se da esta influencia (HA vs HB).

Respecto al nivel de estudios del padre no influyen en la consideración de emprendedor (HB) ni en la consideración de emprendedor y en la intención de crear una empresa propia (HA vs HB).

- ✓ *H₅ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de su lugar de residencia.*

Se rechaza esta hipótesis, puesto que la variable ciudad de residencia familiar es independiente, es decir, no influye ni en la consideración de emprendedor (HA), ni en la intención de creación de una empresa (HB), ni en la consideración de emprendedor y en la intención de crear una empresa propia (HA vs HB).

- ✓ *H₆ ESPECÍFICA: Existen diferencias significativas entre los estudiantes en función de si existen empresarios en su familia.*

La existencia de empresarios en la familia sí que influye en la consideración de emprendedor (HA) y en la intención de creación de una empresa (HB).

- ✓ *H₇ ESPECÍFICA: La situación económica actual empuja a los estudiantes a que emprendan por necesidad.*

La motivación de emprender por necesidad es independiente respecto a la consideración de emprendedor (HA).

- ✓ *H₈ ESPECÍFICA: Los estudiantes que desean emprender principalmente se dirigen a actividades relacionadas con los SERVICIOS A EMPRESAS, con menores costes fijos.*

Lucía Pérez Blanco, José Millet Roig, Pablo Díaz García y Pau Miró Martínez

La intención de crear una empresa (HB) sí que dependiente de servicios a empresas, mientras que no influye cuando se conjugan consideración de emprender e intención de crear una empresa propia (HA vs HB).

- ✓ H_9 ESPECÍFICA: *Existen diferencias significativas entre los estudiantes que trabajan.*

La situación laboral no influye en la consideración de emprendedor (HA) ni en la consideración de emprendedor y en la intención de crear una empresa propia (HA vs HB).

- ✓ H_{10} ESPECÍFICA: *Existen diferencias significativas entre los estudiantes según su estado civil.*

Se rechaza esta hipótesis, puesto que la variable estado civil es independiente, es decir, no influye ni la consideración de emprendedor (HA), ni en la intención de creación de una empresa (HB), ni en la consideración de emprendedor y en la intención de crear una empresa propia (HA vs HB).

A continuación se citan sólo las dependencias entre variables a modo de conclusión final en relación a:

- ✓ La consideración de emprendedor (HA), las variables: edad, renta familiar, profesiones del padre y de la madre y la existencia de empresarios en la familia, sí que están relacionadas.
- ✓ Respecto a la intención en la creación de una empresa (HB), la existencia de empresarios en la familia y el sector servicios a empresas como sector de actividad pensado para emprender sí que ofrecen dependencia.
- ✓ Afirmar que están relacionadas y muestran por tanto esta dependencia, las preguntas consideración de emprendedor (HA) e intención de crear una empresa propia (HB).

Referencias

Allen, D.; Bird, B. (1987): *Faculty Entrepreneurship in Research University Environments*. Frontiers of Entrepreneurship Research, Babson College.

Audet, J. (2004): *A longitudinal study of the entrepreneurial intentions of University Students*. Academy of Entrepreneurship Journal, Vol. 10, No. 1, pp. 3-15.

Audretsch, D.; Phillips, R. (2007): *Entrepreneurship, State Economic Development Policy, and the Entrepreneurial University*, Working paper, <http://ssrn.com/abstract=963401>

Autio, E.; Keeley, R.; Klofsten, M.; Ulfstedt, T. (1997): *Entrepreneurial Intent Among Students: Testing an intent model in Asia, Scandinavia and the USA*. Enterprise and Innovation Management Studies, Vol. 2, No. 2, pp. 145-160.

Baron, R. A. (1998): *Cognitive mechanisms in entrepreneurship: Why and when entrepreneurs think differently than other people*. Journal of Business Venturing, Vol. 13, pp. 275-294

Propuesta metodológica para analizar la intención emprendedora de los estudiantes universitarios en relación a su perfil socioeconómico. Validación en el Campus d'Alcoi de la Universitat Politècnica de València.

Brockhaus, R.; Horwitz, P. (1986): *The psychology of the entrepreneur*. In: Sexton, D. y Smilor, R. (Eds). *The Art and Science of Entrepreneurship*. Ballinger Publishing company, Cambridge, Massachusetts.

Grant, Robert M (1996): *Dirección Estratégica*. Ed. Civitas

Chrisman, J.; Hynes, T.; Fraser, S. (1995): *Faculty entrepreneurship and economic development: the case of the university of Calgary*. *Journal of Business Venturing*, Vol.10, No. 4, pp. 267-281.

Clark, B. (2004): *Delineating the Character of the Entrepreneurial University*. *Higher Education Policy*, Vol. 17, pp. 355-370.

Dalmau, J. I.; Alonso, J. L.; Colomer, J. (2003): *Programa IDEAS. Un modelo de éxito para fomentar la creación de empresas desde las universidades*. Universitat Politècnica de València. España.

Díaz, J.C.; Hernández, R.; Barata, M.L. (2005): *Estudiantes universitarios y creación de empresas, un análisis comparativo entre España y Portugal*. http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?articulo=2234363&orden=75179

Espinosa, Mª del Mar Benavides, García, M. I. S., & Arocas, R. L. (2004). *El proceso de aprendizaje para los emprendedores en la situación actual: Un analisis cualitativo en el ambito universitario*.

Etzkowitz, H.; Webster, A.; Gebhardt, C.; y Cantisano, B. (2000): *The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm*, *Research Policy*, Vol. 29, No. 2, pp. 313-330.

European Commission. (1998): *Fostering Entrepreneurship in Europe: Priorities for the Future*. Communication from the Commission to the Council, COM (98) 222 final, Brussels.

Genescà, E. y Veciana, J.M. (1984): *Actitudes hacia la creación de empresas*. *Información Comercial Española*, No. 611, pp.147-155

Kirzner, I. (1979): *Perception, Opportunity and Profit: Studies in the Theory of Entrepreneurship*, Chicago: University of Chicago Press, 1979.

Leibenstein, H. (1968): *Entrepreneurship and development*. *American Economic Review*, Vol. 58, No. 2, pp. 72-83.

McClave, J.; Benson, G.; Sincich, T. (2005): *Statistics for business and Economics*. Ninth Edition. Pearson Education, Inc. New Jersey, United States of America.

McClelland, D.C. (1961): *The Achievement Society*. Princeton, N.J: Von Nostrand.

Red Española de Equipos Regionales, G. E. M. (2014). *Informe GEM España 2013*. Recuperado 16/06/2014 <http://www.cise.es/wp-content/uploads/INFORME-GEM-ESPA%20C3%91A-20131.pdf>.

Rubio, M. (1999). *Crimen e impunidad*. Tercer Mundo Editores.

Sánchez, M. y Sarabia, F.J. (1999): *Validez y fiabilidad de escalas*. En Sarabia, F.J. (ed., 1999): *Metodología para la investigación en Marketing y Dirección de Empresas*, pp. 363-393, Editorial Pirámide S.A., Madrid.

Lucía Pérez Blanco, José Millet Roig, Pablo Díaz García y Pau Miró Martínez

Scott, M.G.; Twomey, D.F. (1988): *The long-term supply of entrepreneurs: students' career aspirations in relation to entrepreneurship*. Journal of Small Business Management, Vol. 26, No. 4, pp. 5–13.

Segal, G.; Borgia, D.; Schoenfeld, J. (2005): *The motivation to become an entrepreneur*. International Journal of Entrepreneurial Behaviour and Research, Vol. 11, No. 1, pp. 42-57

Shane, S.; Locke, E.; Collins, C. (2003): *Entrepreneurial motivation*. Human Resource Management Review, Vol. 13, No. 2, pp. 257-279.

Shapiro, A., y Sokol, L. (1982): *The social dimensions of entrepreneurship*, In: C.A. Kent, D.L. Sexton, y K.H. Vesper (Eds.), Encyclopedia of entrepreneurship, pp. 72-90. Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall.

Stevenson, H.; Jarillo, J.C. (1990): *A paradigm of Entrepreneurship: Entrepreneurial Management*. Strategic Management Journal, Vol. 11, No. 5, pp. 17-27.

Uriel, E.; Aldás, J. (2005): *Análisis multivariante aplicado*. Editorial Thomson, Madrid.

Veciana, J. M. (1988): *Empresari i procés de creació d'empresa*". Revista Econòmica de Catalunya, No.8, pp. 53-67.

Veciana, J. M. (1996): *Generación y desarrollo de nuevos proyectos innovadores: "venture management" o "corporate entrepreneurship"*. Revista de Economía Industrial, No. 310, 1996/IV, pp. 79-90.

Veciana, J.M. (2005): *La creación de empresas: Un enfoque gerencial*. Colección de estudios económicos No. 33. Caja de ahorros y pensiones de Barcelona, La Caixa. Barcelona, España.

Vila, N., Küster, I. y Aldás, J. (2000): *Desarrollo y validación de escalas de medida en Marketing*, Quadern de Treball, n 104 (nova època), Facultat d'Economia, Universitat de València.

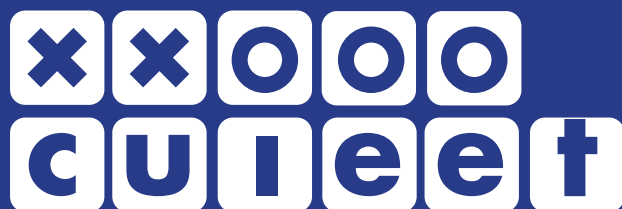
Wang, C.; Wong, P. (2004): *Entrepreneurial Interest of University students in Singapore*. Technovation, Vol. 24, No. 2, pp. 163-172.

Welsh, J.; White, J. (1981): *Converging on the characteristics of entrepreneurs*. Frontiers of Entrepreneurship Research, Babson College, pp. 504-515.

TEMÁTICA 4

DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE LAS NUEVAS TITULACIONES DE INGENIERÍA

- Actualización y mejora de los títulos
- Dobles grados
- Evaluación de los resultados: rendimiento académico, inserción laboral, nivel de cualificación.
- Experiencias y resultados de la implantación de las titulaciones de grado
- Experiencias y resultados de la implantación de las titulaciones de máster
- Innovación en coordinación horizontal y vertical



Actualización de criterios formativos en gestión de la sostenibilidad: Contenidos temáticos para su aplicación transversal en diversas asignaturas de grados de ingeniería.

Francisco Javier Rodríguez Rodríguez^a, Xavier Núñez-Nieto^a, Rosa Devesa Rey^a; Itziar Goicoechea Castaño^b; Belén Barragáns Martínez^a

^aCentro Universitario de la Defensa (CUD) de la ENM, fjavierrodriguez@tud.uvigo.es; xnnieto@tud.uvigo.es; rosa.devesa.rey@tud.uvigo.es; belen@tud.uvigo.es; ^bEscuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Vigo, igoicoechea@uvigo.es.

Abstract

From an overall point of view, it is required to assume procedures with the aim to reach a social, economic and environmental balance, that will neutralize existing imbalances and reduce risks of not reversible future unviabilities and current inequalities. This procedure will not only result in benefits for his groups of interest but propitiate a good corporate image and induce a credible, responsible and transparent communication of the sustainable behavior.

In this context, the present article defines a set of priorities, such as educational program type, that both, engineering degrees and postgraduates can provide for engineers formation regarding sustainability management. The new environment will result in the correct capture of strategic decisions by organisms and companies.

Keywords: *teaching program; specialized training; sustainability management; social, economic and environmental value; business survival; prestige, differentiation and competitiveness.*

Resumen

Desde un punto de vista de decisión global se exige de las organizaciones la adopción de medidas encaminadas a la búsqueda de un equilibrio social, económico y ambiental que neutralice desequilibrios existentes y reduzca riesgos de inviabilidades futuras no reversibles y desigualdades actuales. Este modo de actuación conseguirá beneficios para sus grupos de interés, pro-

Actualización de criterios formativos en gestión de la sostenibilidad: Contenidos temáticos para su aplicación transversal en diversas asignaturas de grados de ingeniería.

piciará una buena imagen corporativa e inducirá una comunicación creíble, responsable y transparente del comportamiento sostenible.

En este contexto, el presente artículo detallan y justifican un conjunto de prioridades que una titulación de ingeniería puede ofrecer transversalmente en diversas asignaturas de grado, de cara a la formación de ingenieros con conocimientos en gestión de la sostenibilidad capacitados para toma de decisiones estratégicas en sus distintas organizaciones de destino; poniendo como ejemplo una posible particularización para un Centro Universitario de la Defensa, aun teniendo en cuenta sus factores peculiares diferenciadores.

Palabras clave: *formación docente transversal; necesidad de gestión de la sostenibilidad; valor social, económico y ambiental; prestigio, diferenciación y competitividad.*

1. La formación moderna en el Centro Universitario de Defensa CUD-EMN

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA
DE LA DEFENSA
 ESCUELA NAVAL MILITAR MARÍN

Universidad de Vigo

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE DEFENSA

MENÚ PRINCIPAL

- INICIO
- CENTRO
- TITULACIÓN
- ALUMNADO
- PERSONAL
- ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS
- NORMATIVA DEL CENTRO
- PERFIL DEL CONTRATANTE
- CALIDAD
- SUGERENCIAS
- DESEI+D 2015

OTROS

- Enlaces de Interés
- Contacto
- Galería
- Comentarios

Actos de defensa de TFGs

Desde el 23 de marzo al 30 de abril de 2015 han tenido lugar en el CUD en la Escuela Naval Militar las dos oportunidades de evaluación de los Trabajos Fin de Grado de los Alféreces de Fragata (CG) y Alféreces Alumnos (IM) correspondientes al curso 2014-2015

BIENVENIDA Y MATRÍCULA

Carta de bienvenida del Director del CUD. Curso 2014-15.
 Datos y documentación para el proceso de matrícula

DESEI+D 2015
 19 y 20 Noviembre

CUD de Marín 30 mar @cudmarin
 Real Decreto 234/2015 por el que se aprueba la provisión de plazas de las Fuerzas Armadas bit.ly/1OPy8YF

CUD de Marín 30 ene @cudmarin
 Publicada documentación relacionada con los Trabajos Fin de Grado bit.ly/1xnpdJ4

La formación moderna implica, necesariamente, abordar la docencia considerando la movilidad e intercambio de experiencias, lo que sólo se conseguirá con un profesorado que se relacione y colabore con otros centros universitarios y cuya participación en congresos internacionales sea inexcusable para poder acercar a los alumnos los criterios y tendencias del momento. De este modo, se estará en disposición de aportar casos reales para su resolu-

Francisco Javier Rodríguez, Xavier Núñez-Nieto, Rosa Devesa; Itziar Goicoechea, Belén Barragáns

ción y despertar tormentas de ideas y grupos de discusión, lo cual inducirá clases dinámicas y participativas, características indispensables para el aprendizaje efectivo.

Este aprendizaje efectivo, resulta decisivo en los Centros Universitarios de la Defensa, pues poseen una serie de factores condicionantes peculiares respecto a otros centros universitarios que implican, probablemente en mayor medida, focalizar la atención y los esfuerzos hacia la organización docente, la transmisión de conocimientos de modo eficaz, la generación de motivación hacia el estudio, la evaluación del nivel de formación alcanzado por los estudiantes y el diagnóstico del grado de cumplimiento de objetivos docentes.

Por otra parte, es conocido que la iteración profesor-alumno debe permitir que el estudiante



adquiera protagonismo activo, tutelado y guiado por el docente durante el proceso formativo. Así, el Centro Universitario de la Defensa (CUD) Marín consideró imprescindible, desde el curso 2010-2011, y en colaboración con la Escuela Naval Militar (ENM), la implantación de un Plan de Acción Tutorial (PAT) como el instrumento a través del cual el alumno se convirtiese en el centro de la actuación docente, al permitir ejecutar distintas medidas de

gestión relativas a la orientación académica personalizada y al seguimiento integral.

2. Algunas necesidades formativas detectadas como prioritarias en relación con la gestión de la sostenibilidad

Los programas docentes se han de diseñar para proporcionar la capacidad adquirir las competencias buscadas inicialmente y el conjunto del método y programa docente debe focalizarse para el desarrollo del talento del alumno, entendido como un empleo adecuado de su inteligencia. En este contexto, a continuación se detallan y justifican un conjunto de prioridades que una titulación de ingeniería podría ofrecer transversalmente en diversas asignaturas de grado, de cara a la formación de ingenieros con conocimientos en gestión de la sostenibilidad, teniendo en cuenta su importancia para el futuro de las organizaciones.

- Técnicas de Ingeniería Sostenible para la gestión responsable de la cadena de suministro.

Entre los objetivos de las organizaciones se han posicionado en los últimos tiempos aquellas medidas encaminadas a la consecución de altas cotas de responsabilidad social corporativa (RSC) con el fin de ganarse el aprecio y la aceptación de sus stakeholders (grupos de

Actualización de criterios formativos en gestión de la sostenibilidad: Contenidos temáticos para su aplicación transversal en diversas asignaturas de grados de ingeniería.

interés). Así, la introducción de la variable sostenible en la línea de actuación de una organización se ha convertido en una estrategia necesaria.

De este modo, la Sostenibilidad corporativa es una fuente clara de competitividad y progreso, aumenta el valor de marca y la diferenciación, facilita la fidelización, puede garantizar un proyecto estable y, de cara a la sociedad, afianza la legitimidad para operar en su ámbito de actuación. De este modo, las políticas de transparencia de las organizaciones están moviéndose desde el Informe tradicional de Responsabilidad Corporativa hacia un modelo de Sostenibilidad bajo la triple cuenta de resultados: dimensión económica, social y ambiental.

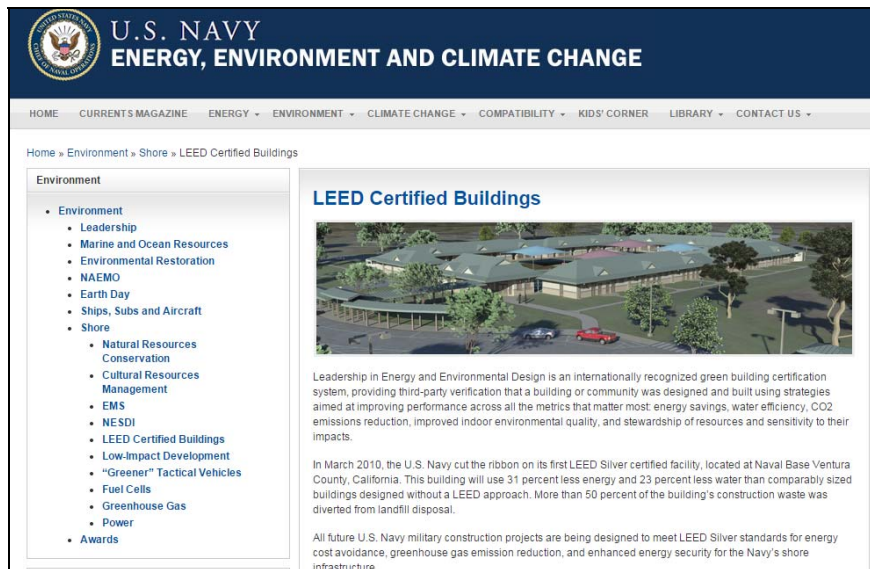
Actualmente, la conducta anterior no puede limitarse exclusivamente a las operaciones propias si no que ha extenderse además a la cadena de suministro, pues la organización debe evaluar las acciones de sus proveedores. De modo que el comportamiento sostenible de una organización ha de extenderse a la revisión y vigilancia de toda su cadena de suministro (todos los eslabones que generan valor debiera de asumirse como responsabilidad propia). Por ello, entre otras acciones, han de encaminarse esfuerzos en evaluar las estrategias de compra y formar a mandos de dirección para la correcta toma de decisiones estratégicas en materia de RSC.

Un organismo público al servicio de los ciudadanos, y dada su naturaleza, no puede ser ajeno a este modo de actuación ejemplar; además, la cada vez más demandada transparencia de las Administraciones Públicas imprime un valor añadido de compromiso, de modo que sus gestores han de conocer, teniendo en cuenta sus factores peculiares condicionantes, directrices de actuación que le permitan comunicar un comportamiento responsable y sostenible.

- La certificación sostenible de actuaciones constructivas: ejemplo de la US NAVY

Desde el año 2010, la US Navy se ha propuesto obtener la certificación en sostenibilidad LEED de sus todos sus edificios de nueva construcción (traducido actualmente en 212 actuaciones certificadas). En este contexto, LEED (Líder en Eficiencia Energética y Diseño sostenible), un sistema voluntario e internacionalmente reconocido que verifica, mediante la revisión por parte de la entidad independiente *US Green Building Council*, que la actuación constructiva de un edificio conlleva el diseño y empleo de criterios encaminados a la sostenibilidad.

Francisco Javier Rodríguez, Xavier Núñez-Nieto, Rosa Devesa; Itziar Goicoechea, Belén Barragáns



Entre las actuaciones certificadas, se encuentran los proyectos: *Aircraft Flight Test & Eval Facility* (19/11/10), *Force Intel Ops Center Ph3-Ci/Ai* (11/11/10), *Navy's Energy & Sustainable Design Demonstration Fac.* (03/03/05), *USN Charles Luke Milam Bachelor Housing* (20/11/09) y *R.A. Burch - Sbt 12* (01/09/10).

Dentro de los beneficios aportados por las certificaciones de sostenibilidad de las actuaciones constructivas nos encontramos con:

- Reducción de los gastos energéticos y de operación durante la vida útil.
- Aumento de la satisfacción de los usuarios por la mejora del ambiente interno y consecuentemente de sus condiciones de vida y de trabajo (mediante la implementación de estándares de confort ambiental que afectan a su salud y bienestar).
- Acreditar la Responsabilidad Social Corporativa, fácilmente perceptible por la sociedad.
- Prestigio y diferenciación.

Por tanto dada la relevancia que ha adquirido dentro de la US Navy este certificado, deberían de aportarse conocimientos en este apartado, tales como los créditos (de carácter voluntario) más remarcables para la obtención de cada nivel de certificación de un proyecto, los pre-requisitos de obligado cumplimiento de la versión LEEDv4 (versión más reciente y aún en estado de actualización a la realidad española) y directrices de actuación.

Actualización de criterios formativos en gestión de la sostenibilidad: Contenidos temáticos para su aplicación transversal en diversas asignaturas de grados de ingeniería.

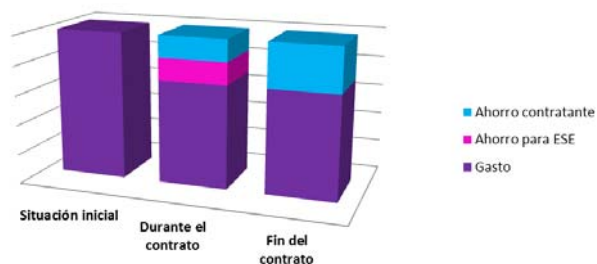
- Necesidades formativas en relación al conocimiento de las las Declaraciones Ambientales de Producto (DAPS o EPDS) aportadas por los posibles proveedores.

En un contexto de creciente exigencia social y legislativa con el compromiso medioambiental, las DAPs se convierten en una herramienta estratégica de posicionamiento empresarial y de mejora de la competitividad. Así, las DAPs o EPDs son *etiquetas ecológicas tipo III* basadas en el análisis del ciclo de vida, según *ISO 14025*, voluntarias y cuyo desarrollo es a iniciativa de un único o un grupo de fabricantes. Entre sus ventajas se encuentra la posibilidad de fomentar la demanda de un determinado producto por su menor impacto ambiental, al permitir una comparación justa y fiable entre diferentes productos suministrados por los proveedores (pues proporcionan información objetiva, transparente, consistente, completa y verificable externamente sobre el producto).

Por tanto, esta herramienta posee como objetivo definir un marco común que permita identificar la solución más sostenible, proporcionando datos ambientales cuantificados a partir de determinados parámetros (el más empleado es el *Potencial Calentamiento Global, Kg. Eq CO₂*). Para ello, la Información suministrada debe ser coherente, reproducible y comparable. En este sentido, *las Reglas de Categoría de Producto* son documentos dirigidos a aquellas empresas u organizaciones que deseen realizar una Declaración Ambiental de Producto y que, entre otros aspectos, determinan el tipo de *unidad funcional* (UF, cantidad de producto sobre el que se realiza el análisis de ciclo de vida) a estudiar, las categorías de impacto a considerar, las etapas del ciclo de vida a tener en cuenta y la calidad de los datos que se podrán emplear.

- Necesidades formativas en relación con el conocimiento de los principios de actuación de las Empresas de Servicios Energéticos (ESEs).

Para la fabricación de un producto o la prestación de un servicio es necesario consumir una cantidad determinada de energía. Al disminuir el consumo de energía por unidad de producto o de servicio aumenta la eficiencia energética.



Para lograr el ahorro y la eficiencia energética de una instalación es necesario seguir una serie de pasos, para los cuales el propietario o usuario de la instalación no siempre tendrá la capacidad o experiencia necesaria: cálculo de consumos energéticos, diseño de proyecto de reducción de energía, construcción, instalación, explotación, operación y mantenimiento. Las ESE son organizaciones que proporcionan servicios energéticos en las instalaciones de

Francisco Javier Rodríguez, Xavier Núñez-Nieto, Rosa Devesa; Itziar Goicoechea, Belén Barragáns




un usuario determinado y consiguen ahorros de energía primaria a través de la implantación de mejoras de la eficiencia energética de las instalaciones o de utilización de fuentes de energía renovable propias, afrontando cierto grado de riesgo económico al condicionar el pago de los servicios prestados a la obtención real de dichos ahorros de energía. De esta forma, para un cliente, la ESE consigue optimizar la gestión e instalación energética, recuperando las inversiones a través de los ahorros energéticos conseguidos en el medio-largo plazo.

Los servicios suministrados por una ESE son de una amplia variedad, que incluye todos aquellos que permitan alcanzar un ahorro energético y/o ahorro económico para una instalación o edificio, y los cuales han de conocerse y gestionarse dentro de una organización.

3. Ejemplo de actuación de una organización: Inditex y la sostenibilidad

La gran dimensión y la potente dinámica de crecimiento de Inditex ha centrado los esfuerzos de los últimos años en integrar la sostenibilidad en todo su modelo de actuación. Con esta estrategia han conseguido conocer, medir y reducir los impactos ambientales vinculados a *operaciones de construcción y explotación de tiendas, logística y fabricación en instalaciones propias de Inditex*.

Todas las nuevas aperturas de tiendas aplican los criterios de tienda ecoeficiente, las operaciones logísticas son controladas en función de sus emisiones de gases de efecto invernadero y poseen la capacidad de medir y controlar la huella de carbono de las operaciones, entre otros aspectos. Así, las tiendas de Inditex incorporan la tecnología más innovadora en la gestión y el ahorro energético, permitiendo reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Desde 2007, se han construido más de 1.300 tiendas ecoeficientes en todo el mundo y se han reformado más de 350. Las medidas de sostenibilidad y eficiencia energética de estas tiendas ahorran, de media, un 30% de electricidad y un 50% de consumo de agua con respecto a una tienda convencional. Se espera que en 2020 todas las tiendas de Inditex sean ecoeficientes:

OBJETIVO	Lograr que todas las tiendas del Grupo sean ecoeficientes en el año 2020		
OPORTUNIDAD	Reducir el impacto medioambiental de las tiendas del Grupo mediante un diseño ecoeficiente		
CAPITALES IMPLICADOS			
	Natural	Productivo	Intelectual
MATRIZ DE MATERIALIDAD	I+D	Energía	Green Retail
	Cambio climático	Agua	Servicios clientes
	Gestión medioambiental	Emisiones	Diálogo y compromiso con grupos de interés
	Materiales empleados	Residuos	

Actualización de criterios formativos en gestión de la sostenibilidad: Contenidos temáticos para su aplicación transversal en diversas asignaturas de grados de ingeniería.

La sostenibilidad es el punto de partida de sus decisiones. Es una constante en todos sus procesos con el compromiso de conseguir productos éticos, seguros y respetuosos con el medioambiente y con la sociedad a la que van destinados. A esta filosofía que impregna toda la actividad del Grupo la denominan 'Right to Wear' y se divide en iniciativas concretas y especializadas por áreas:

- *Clear y Safe to Wear:* Protocolos que garantizan que todos los productos que comercializan cumplen los estándares de salud y seguridad más avanzados.
- *Teams to Wear:* Filosofía y cultura empresarial que persigue la ética en el trabajo, el respeto a los demás y su diversidad, la honradez en todos sus actos, la transparencia y la profesionalidad.
- *Tested to Wear:* Metodología de auditoría que asegura que todos los productos han sido fabricados en cumplimiento con el Código de Conducta de Fabricantes y Proveedores.
- *Social to Wear:* Acciones de inversión social con las que fortalecen los lazos con las comunidades en las que están presentes.
- *Green to Wear:* Estrategia que vela por una fabricación y comercialización de productos respetuosa con el medioambiente.

En las cadenas del Grupo se potencia el uso de materiales obtenidos a partir de fuentes más sostenibles con el objetivo de reducir el uso de recursos y la contaminación de suelos y aguas. La selección de materias primas está íntimamente ligada a sus Estrategias de Biodiversidad, Agua y Energía. En este sentido, la Estrategia Global de Gestión del Agua constituye una hoja de ruta que permite colaborar con todos los grupos de interés (proveedores, clientes, empleados, administraciones y ONGs), preocupados por una gestión sostenible y racional del agua, trabajando para una mejor conservación de la calidad ambiental de los ecosistemas fluviales y marinos. Dentro de esta Estrategia Global de Gestión del Agua se enmarca el *Plan Maestro del Agua en la Cadena de Producción*, que guía el esfuerzo de Inditex y el de sus proveedores para hacer un uso sostenible de este vital recurso.

Uno de los elementos que el Grupo considera fundamentales en el trabajo conjunto con los proveedores es el compromiso para el Vertido Cero de sustancias químicas peligrosas (ZDHC). *The CEO Water Mandate* es un programa incluido en la iniciativa Global Compact de Naciones Unidas para promover una gestión adecuada y sostenible del agua, un recurso único, imprescindible y escaso. Inditex se ha comprometido a avalar y fomentar soluciones sostenibles en materia del uso y gestión del agua en cada una de las seis áreas que cubre *The CEO Water Mandate*: operaciones directas, gestión de la cadena de suministro, acción colectiva, política pública, participación de la comunidad y transparencia. Además, en los últimos años, Inditex ha puesto en marcha diversas líneas de acción para proteger la biodiversidad y compensar el impacto ambiental de su actividad y sus emisiones.

Francisco Javier Rodríguez, Xavier Núñez-Nieto, Rosa Devesa; Itziar Goicoechea, Belén Barragáns

Obtención de los estándares de construcción sostenible más prestigiosos en Tiendas, Centros Logísticos y Oficinas corporativas. Para asegurar que el proceso emprendido con el proyecto de Tienda Ecoeficiente es el correcto, desde 2009, Inditex sigue las pautas y recomendaciones de las dos certificaciones independientes de construcción (LEED y BREEAM).



En relación con la *cadena de suministro*, Green Code es un proyecto para potenciar la política medioambiental de aplicación a la cadena de suministro y procesos industriales de Inditex. Se integra dentro del Inditex Minimum Requirements e incluye criterios de evaluación y control medioambiental de proveedores. El Green Code responde a los siguientes objetivos específicos:

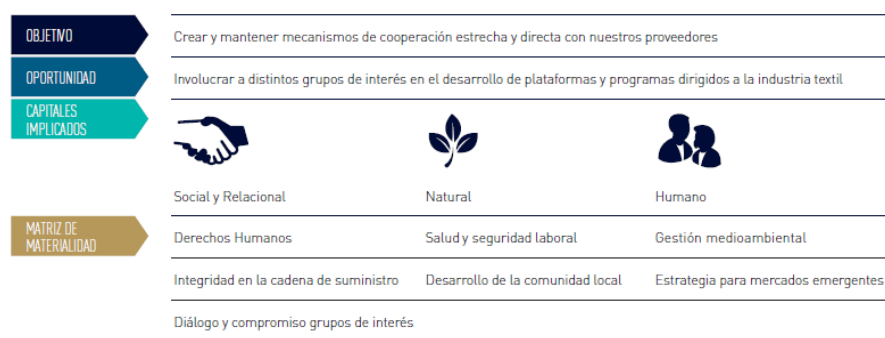
- Conocer con detalle la problemática medioambiental específica en cada etapa productiva de la cadena de producción de Inditex.
- Identificar y controlar los riesgos medioambientales asociados a la cadena de producción.
- Establecer programas de mejora medioambiental en la cadena de producción.
- Anticiparse y dar respuesta a las preocupaciones de organizaciones externas en materia medioambiental.
- Anticiparse y dar respuesta a futuras legislaciones más restrictivas.

Inditex es miembro del *FTSE4Good*. Este índice bursátil de sostenibilidad incluye a las compañías mundiales con un mayor compromiso en el ámbito *de la responsabilidad corporativa*. Los análisis realizados a las empresas miembros de este índice son llevados a cabo por Ethical Investment Research Service (EIRIS) y en ellos se valoran distintos aspectos medioambientales, sociales y de gobierno corporativo. Por otra parte, *Dow Jones Sustainability Indexes (DJSI)* otorgó a Inditex en su valoración del 2012 la calificación de Bronze Class, situando a la empresa como la segunda mejor dentro del sector de General Retailers al que pertenecen más de 80 compañías. Diez años después de su creación, *Carbon Disclosure Project (CDP)* continúa siendo un sistema de información líder a través del cual las

Actualización de criterios formativos en gestión de la sostenibilidad: Contenidos temáticos para su aplicación transversal en diversas asignaturas de grados de ingeniería.

empresas informan a sus inversores sobre sus impactos y estrategias ambientales. Cada año las respuestas de las empresas se analizan y califican respecto a su nivel de transparencia y desempeño. A este respecto, Inditex cuenta con una de las puntuaciones más elevadas en su sector por establecer y cumplir sus objetivos de reducción de emisiones de carbono y por implementar programas para reducir las emisiones tanto en operaciones directas como en la cadena de suministro.

La logística sostenible desarrollada por Inditex, el compromiso con los proveedores y la inversión social, se rigen por los siguientes conceptos:



4. Conclusiones: propuesta formativa en materia de sostenibilidad que una titulación de ingeniería puede ofrecer transversalmente en diversas asignaturas de grado.

En función de todos los factores condicionantes analizados anteriormente, a continuación se detalla un conjunto de prioridades encaminadas a potenciar la formación en la *gestión de la sostenibilidad*. El objetivo se encamina a abordar los contenidos necesarios, que pueden aplicarse transversalmente en diversas asignaturas de las ingenierías, como complemento formativo para profesionales cuya decisiones se desarrollarán entorno cada vez más global:

	Temática	Contenido
T1	Introducción a la sostenibilidad	- Conceptos iniciales necesarios
T2	Principios de la gestión de la sostenibilidad	- Enfoque para Organismos - Enfoque para Empresas - Herramientas para la evaluación de la sostenibilidad (certificaciones y ecoetiquetas) - Índices de sostenibilidad (<i>IBEX 35, DSJI world, DJSSI, Global Compact Lead</i>)
T3	Responsabilidad Social Corpo-	- Introducción a la Responsabilidad Social Corpo-

Francisco Javier Rodríguez, Xavier Núñez-Nieto, Rosa Devesa; Itziar Goicoechea, Belén Barragáns

	rativa (RSC)	<p>rativa (RSE)</p> <ul style="list-style-type: none"> - El modelo de negocio sostenible - Life cycle sustainability assessment (toma de decisiones en función de impactos sociales, económicos y ambientales) - Redacción de Memorias de RSE - Gestión responsable de la cadena de suministro
T4	La cuantificación de la sostenibilidad: Análisis del Ciclo de Vida (ACV)	<ul style="list-style-type: none"> - Características de las herramientas basadas en el ACV y Metodología ISO 14.040-44 - Indicadores de sostenibilidad - Presentación de resultados: <ul style="list-style-type: none"> o Huella de Carbono o Huella Hídrica o Las Declaraciones ambientales de producto (DAPs) o Responsabilidad social corporativa - Ecodiseño aplicado a la mejora de producto (implementación ISO 14.006) - Ciclo de vida de asentamientos
T5	Las Declaraciones ambientales de producto (DAPs)	<ul style="list-style-type: none"> - Ecoetiquetas tipo III como herramientas de sostenibilidad empresarial encaminada a la toma de decisiones. ISO 14025 - DAPs para la comunicación de la sostenibilidad - DAPs en la construcción: UNE EN 15.804.2001 - Unidad funcional (UF) y Regla de categoría de producto (RCP) - Influencia de las DAPs en los métodos de certificación LEED y BREEAM
T6	Ecodiseño de productos y análisis y mejora de los procesos industriales	<ul style="list-style-type: none"> - Integración de la variable ambiental desde el inicio de la cadena de valor (14006) - Introducción de la innovación en el proceso de diseño de la empresa. - Cuantificación del impacto ambiental de los productos - Optimización de los impactos y costes asociados al ciclo de vida y detección de puntos críticos: incremento del valor añadido de los productos - Optimización de procesos industriales - Comparativa de la ecoeficiencia de procesos industriales (Benchmarking) - Diseños de producto en función de la información anterior
T7	Innovación para la sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategias para la reducción de emisiones
T8	Sostenibilidad en la construcción	<ul style="list-style-type: none"> - Certificación en sostenibilidad de actuaciones constructivas (métodos LEED y BREEAM): Tiendas, Centros logísticos, oficinas - Criterios de sostenibilidad y minimización del

Actualización de criterios formativos en gestión de la sostenibilidad: Contenidos temáticos para su aplicación transversal en diversas asignaturas de grados de ingeniería.

		impacto - Sostenibilidad obligatoria por normativa: documentos básicos (DB) del CTE - ACV productos de construcción
T9	Sostenibilidad y eficiencia energética	- Situación energética actual y objetivo 20/20/20 - Implementación de la Norma ISO 50.001 - Áreas susceptibles de mejora - Distintos métodos de obtención de energía - Producción de energía a partir de fuentes renovables - Optimización tarifaria
T10	Empresas de Servicios Energéticos	- Auditorías Energéticas - Servicios ofrecidos por las ESE - Impulso de la Administración Pública - Fases de contratación - Herramientas de cuantificación de ahorros - Instalaciones sobre las que actúan - Estructura básica de un contrato - Parámetros para la definición del modelo de contratación - Modalidades más desarrolladas a nivel internacional - Ejemplos de actuación

Referencias

- LEED NC v.3 Reference Guide, June 2009. US Green Building Council.
- LEED NC Templates V.3, June 2009, US Green Building Council.
- Requerimientos establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA).
- Capítulo 3 de la norma Sheet Metal and Air Conditioning National Contractors Association IAQ Guidelines for Occupied Buildings Under Construction, 2nd edition 2007, ANSI/SMACNA 008-2008.
- The Certification in Sustainability LEED of a Logistic textile Center: Example of action during the work for the credits attainment. Antonio Álvarez, Alba Díaz, Javier Rodríguez. 5th European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning, University of the Basque Country, Donostia-San Sebastian, Spain, July 7 – 9 2014.
- Informes de Sostenibilidad de INDITEX.
- Memoria anual Inditex (www.inditex.com).
- Programas docentes. EEI. Universidad de Vigo.

¿Por qué no enseñamos MODELIZACIÓN con hoja de cálculo para ANÁLISIS de SENSIBILIDAD y PROSPECTIVA en Escuelas de Ingeniería, ni siquiera en prestigiosas Escuelas de Negocios?

Ferran Virgós Bel

Catedrático Laboral CEIB (EUETIB), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC),
Barcelona, Ferran.Virgos@upc.edu.

Abstract

Industry world already assumed “Business Process Reengineering” (BPR) since 90’s, but university didn’t. It not only continues working based on old structures but also applying old criteria to define new curricula not considering enough future professional student’s needs (competences) nor in alternatives offered by emerging technologies. Bolonia model and directives appears to be only an anecdote of good intentions while there is no normative mechanism or methodology to push innovation and a real re-engineering of the curricula contents.

In XXI century, can anyone understand why “MODELLING with spreadsheets for sensitivity and prospective analysis” is not a matter included in most, if not all, university grades curricula, considering its high capacity to offer support to decision making? Any honest answer should probably admit, at least, a certain lack of unawareness, if not a worse cause.

In this paper we try to contribute to open eyes, explaining the concepts of modeling and sensitivity analysis, and the tools offered by spreadsheets for this goal. We, also, show examples to illustrate the ideas and propose (as a “check-list”) that the subject could/should be included in future curricula design, in both engineering and business schools, because they are essential tools that should be the key to understand the difference between the old criteria of “evaluate alternatives” versus the new one of “building a model”, and start sensitivity analysis feeding it with a certain domain of hypotheses.

The results of a survey conducted among students in our center, helps to underpin our proposal.

¿Por qué no enseñamos MODELIZACIÓN con hoja de cálculo para ANÁLISIS de SENSIBILIDAD y PROSPECTIVA en Escuelas de Ingeniería, ni siquiera en prestigiosas Escuelas de Negocios?

Keywords: *Spreadsheet modelling, sensitivity analysis, prospective analysis (including strategic), Decision Support Systems, DSS, BI, KM.*

Resumen

El mundo industrial ya asumió los criterios de “Reingeniería de Procesos” (BPR) en los 90’s, pero la universidad parece que todavía no. Y no sólo continúa trabajando con sus antiguas estructuras sino también aplicando antiguos criterios para definir los planes de estudio que no consideran suficientemente las futuras necesidades profesionales de los alumno (competencias) ni las alternativas que ofrecen las nuevas tecnologías. El modelo de Bolonia y sus directrices parecen haber quedado en una anécdota de buenas intenciones, mientras que no existe un mecanismo normativo o metodología para impulsar la innovación y una verdadera reingeniería curricular.

En el siglo XXI, ¿puede alguien entender por qué una materia de “MODELIZACIÓN con hoja de cálculo para análisis de sensibilidad y análisis prospectivo” no forme parte del diseño curricular de casi cualquier grado, si no todos, considerando su capacidad de dar soporte a la toma de decisiones (de ingeniería o empresariales). Una respuesta honesta, seguramente, debería admitir un cierto desconocimiento, si no otra causa más inconfesable.

Con este trabajo, intentamos contribuir a abrir algunos ojos, explicando las aplicaciones, en ingeniería y/o en el mundo empresarial (el mundo real, al final), de los conceptos de modelización y análisis de sensibilidad, así como las herramientas que facilitan las hojas de cálculo para este fin. También incluimos ejemplos para mostrar sus posibilidades, y proponemos (a modo de “check-list”) que la materia pueda (nosotros diríamos “no olvidar la opción de”) ser incluida en futuros planes de estudios, como componente básico, tanto en escuelas de ingeniería como en escuelas de negocios, ya que estamos hablando de herramientas esenciales que, una vez asumidas, deberían ser la clave para entender la diferencia entre el criterio clásico de proyectos de “evaluar alternativas” versus el concepto más actual (dada su viabilidad tecnológica) de “construir un modelo” y proceder, con posterioridad, a un análisis de sensibilidad aplicándole un determinado dominio de hipótesis.

Los resultados de una encuesta realizada entre los alumnos de nuestro centro, contribuyen a dar soporte a nuestra propuestas.

Palabras clave: *Modelización con hoja de cálculo, análisis de sensibilidad, análisis prospectivo (incluyendo estratégico), ayuda a toma de decisiones, SIATD, BI, GC.*

Ferran Virgós Bel

Presentación

Es conocido que en la base del proceso de Bolonia subyacían tres conceptos esencialmente político-estratégicos (ver figura 1, tomada de [Virgós & Domingo, 2011]). Y todo esto, ¿Se ha cumplido?: Pues más bien poco. Veamos, el aspecto (A1) pensamos que sólo en parte y la eterna discusión de tres o cuatro años para grado junto a la lucha entre las antiguas escuelas de grado medio y superior, y sus colegios profesionales, tampoco ha ayudado mucho en este sentido. Cada uno mira su bolsillo y a nadie se le ocurre arreglar el problema conceptual primero y hablar de dinero después. Al menos, el acuerdo sería “lógico”.

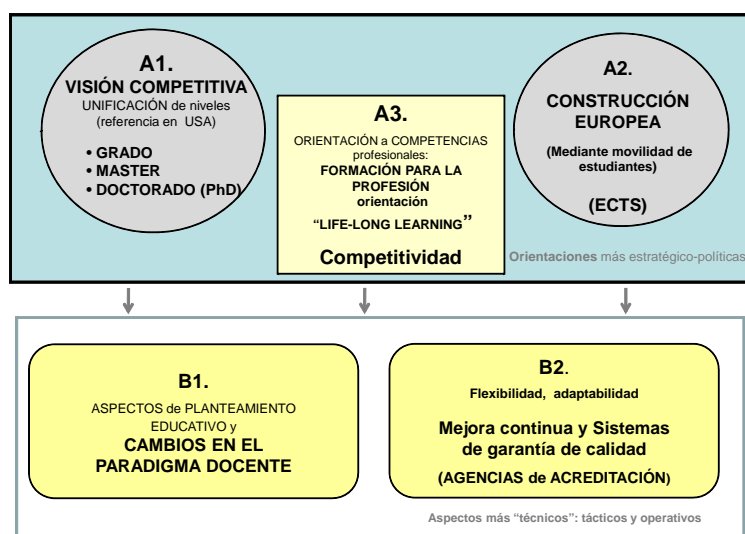


Figura 1 Aspectos Base y complementarios de la visión de Bolonia

No hay ninguna duda de que a pesar de las limitaciones económicas el aspecto (A2) ha sido el más exitoso, y el (B1) truncado por la crisis se recuperará al remitir ésta (sugerimos leer la referencia citada para detalles en otros aspectos). Pero es el apartado (A3), el que nos interesa especialmente aquí.

Nuevo diseño de los Planes de Estudios, ¿orientados a competencias profesionales?: objetivo y realidad

Orientar los Planes de estudios como una formación para la profesión. ¿Quién puede estar en contra de eso?, ¿Es que antes no se había hecho así? Pues, lamentablemente, todos sabemos, que no del todo. No se había hecho antes así, ¡y tampoco ahora! El marco de Bolonia, debería habernos llevado a diseñar unos planes de estudios "top-down" a partir de perfiles y competencias e ir incorporando las nuevas facilidades de las tecnologías. Mi opinión es que se ha perdido una gran ocasión en diseñar los Planes de estudios con una orientación

¿Por qué no enseñamos MODELIZACIÓN con hoja de cálculo para ANÁLISIS de SENSIBILIDAD y PROSPECTIVA en Escuelas de Ingeniería, ni siquiera en prestigiosas Escuelas de Negocios?

profesional real. No se ha hecho así, 1 menos no en todos los casos. ¿Cuáles han sido los problemas?: seguramente ha habido varios superpuestos, empezando por la influencia excesiva de lo que se ha hecho siempre y lo que sabe y gusta a los profesores que construyen los planes de estudios. En ocasiones, equilibrios de poder así como desconocimiento real de la industria. Un buen y honesto profesor de mi escuela (informático, por cierto), me decía hace unos años: “Yo que no soy ingeniero industrial y nunca he estado en una empresa, ¿cómo voy a saber yo lo que tiene que saber de informática (lea Vd aquí, cualquier otra materia) un ingeniero industrial?”. Pues ¡Ahí está la base del problema!, porque resulta que los planes de estudio los hacen (básicamente) los profesores que luego van a impartirlos. Y claro, no pueden incluir aspectos o nuevas opciones que desconocen, o incorporar un criterio o concepto de ingeniería si no tienen mentalidad de ingeniero.

En el caso de las hojas de cálculo, el problema es que los informáticos no las conocen bien porque las infravaloran (parece que ellos/nosotros están/estamos por cosas conceptuales más “importantes”), mientras que otros profesores no informáticos, claro, las conocen todavía menos o con deficiencias, ¿cómo las van a incorporar? En este contexto, ¿qué pretende nuestro trabajo?, pues aportar una idea a modo de “*Check-list*” para que, al menos, se pueda arrancar el proceso en aquellos casos en que habiendo condiciones favorables del entorno, exista un intento de reingeniería real, ayudando a incorporar, en el egresado, la competencia de las necesidades profesionales de modelización para análisis de sensibilidad y prospectiva contando con las herramientas disponibles de modo generalizado, es este caso, la hoja de cálculo. En realidad, se trata de apoyar una reingeniería efectiva. Cuando el concepto de Reingeniería de Procesos (*Business Process Reengineering*, o *BPR*) se introdujo en los 90’s en el mundo de la empresa ([Davenport & Short, 1990], [Hammer 1990]), la mejor descripción era decir “*No hay que aplicar la nueva tecnología a los antiguos procesos sino repensar los procesos incorporando la tecnología como parte de ellos*” (ver Figura 2).



Figura 2: Reingeniería de Procesos con NTI

Ferran Virgós Bel

Lo mismo deberíamos hacer ahora con el rediseño de los planes de estudios. El diseño de las capacidades para la profesión no puede hacerse olvidando la modelización para análisis de sensibilidad, que ha de formar parte de prácticamente todas las materias, pero su enseñanza no tienen sentido que forme parte de ninguna de ellas.

En realidad, como otros aspectos, la incorporación de las Tecnologías de la Información (TI), el ingeniero la puede realizar en el PROCESO y/o en el PRODUCTO, y ahí suelen hacerlo las materias específicas, que no obstante no son oídas suficientemente por los informáticos que enseñan informática (la de ellos) pero no son ingenieros industriales. En todo caso, en este trabajo, no nos referimos a estos aspectos sino a los aspectos de soporte-como DISEÑO, CALCULO, PLANIFICACIÓN, MANAGEMENT. En definitiva, como herramienta de usuario de alto nivel.

Nos han enseñado a obtener la solución de un problemas, no tanto a modelizar

Es habitual que mis alumnos de programación, en los primeros días de clase, tras escribir un algoritmo en la pizarra, levanten la mano para preguntar :”*Pero esto se puede hacer de otra manera, ¿no?*” “¡Claro!, les respondo. Ellos han propuesto una solución diferente y están decepcionados porque si no coincide exactamente, creen que una de las dos es errónea. Han tenido tantos exámenes donde se decía que la base de un triangulo era 7.0 y la altura 4.0, debiendo responder el valor del área, que han acabado asumiendo que o el resultado es 14.0, o se han equivocado. Hay que explicarles que en ese problema sí, pero que la mayoría de problemas de ingeniería y diseño, no pueden resolverse de un solo modo ni tienen una solución única. De hecho, su curiosa obsesión a la unicidad, sorprendentemente rara para la edad, les lleva, más adelante, incluso a preguntar cosas como “Ya entiendo esta otra manera de hacer, o solución, pero ¿cuál es mejor?”. Hay que explicarles que “¡depende!”.

Volviendo a “problema” versus “modelo”, hay que ver que en la realidad profesional casi nunca conocemos esos supuestos datos que, de hecho, son variables del modelo a las que debemos dar valores y que son, simplemente, hipótesis (a veces parámetros).

Modelización

Y, entonces, ¿qué es un modelo?

Pues un modelo es una representación simbólica y simplificada de la realidad que facilita simular su comportamiento. Tiene unas entradas (*inputs*) y unas salidas (*outputs*). Podemos darles valores a las variables de entrada y el modelo nos facilita los valores calculados por él para las funciones de salida. Desde este punto de vista, podría pensarse que un modelo se diferencia poco de una función matemática (o conjunto de funciones). No es así, aunque a nivel simple, podríamos decir que una función es un modelo elemental expresable simple-

¿Por qué no enseñamos MODELIZACIÓN con hoja de cálculo para ANÁLISIS de SENSIBILIDAD y PROSPECTIVA en Escuelas de Ingeniería, ni siquiera en prestigiosas Escuelas de Negocios?

mente en forma de ecuación. Por el contrario, en general, habrá otras situaciones con procedimientos mucho más complejos incluyendo discontinuidades, consultas a tablas, ajustes, interpolaciones, decisiones, etc.

A menudo los cálculos que hacíamos en nuestros exámenes de la universidad nos facilitaban un punto único como resultado, porque partíamos de unos datos fijos conocidos (resolvíamos un “problema” partiendo de los “datos”), pero ahora hemos de suponer unos valores en un intervalo o dominio de las hipótesis que deben ser fijadas de forma prospectiva. De este modo, podremos obtener el dominio de las variables de salida correspondientes a cada escenario considerado (valor de las hipótesis). Además, con este nuevo planteamiento, el “modelo” precisa de datos externos adicionales (por ejemplo, ventas año anterior, etc.), y puede aprender, porque al incorporar nuevos datos, el modelo cambiará en forma automática. Esta capacidad de “mejorar” el modelo porque aprende no existía en la visión clásica.

¿Y qué es un “MODELO” con hoja de cálculo?

La figura 3 es una representación típica de diagrama de bloques que nos permite fijar la idea base de un modelo con hoja de cálculo: un objeto “modelo” de *background*, con un *front-end* con las entradas y las salidas. Muy similar a un modelo programado con programación convencional (el modelo u “objeto” de programación, es el “*back-end*”), mientras la zona de “*front-end*” es como un formulario con *INPUTS* y *OUTPUTS*. Pero para la hoja todo son celdas. Ni siquiera es imprescindible saber programar (aunque acabe siendo conveniente). En general la zona *input* estará formada por celdas con validación y desprotegidas (modificables por el usuario), mientras el resto de celdas estarán protegidas.

Imaginemos, en el modelo anterior, que se trata del cálculo de las caídas de tensión de una instalación eléctrica y las potencias disipadas, mientras las entradas serían la topología, la constitución física de la red, y los consumos. Notar que todavía no hemos hablado de la capacidad de análisis de sensibilidad y prospectivo, que es la gran ventaja, porque está facilitada por un motor incluido entre los servicios de la misma hoja. Esta idea es muy importante y afortunada porque el modelo lo puede/debe construir el experto, pero la explotación posterior de análisis de sensibilidad la puede realizar un analista que no tiene por qué conocer los detalles del modelo.

Herramientas básicas de la hoja de cálculo para análisis de sensibilidad: el análisis “TABLA” (*what if?*)

El encargado del análisis, se comporta del mismo modo que un usuario convencional que mira unos listados o una pantalla, y no precisa conocer programación, La ventaja es que ahora, “SI pilota” el proceso de análisis, dirigiendo el motor interno, como veremos ¡Y todo sin apenas esfuerzo ni conocimientos especiales!

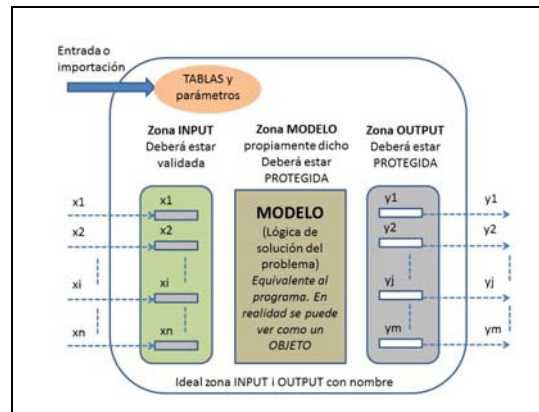


Figura 3: MODELO con hoja de cálculo

Los estudios básicos de sensibilidad facilitados por la hoja de cálculo, incluyen diferentes tipos de análisis de *outputs* al variar una, dos o “N” variables de *input*. Concretamente, los análisis tipo (generación automática de) “tabla”, incluyen dos variantes: análisis de una variable a n funciones (1V-nF) y análisis de dos variables a una función (2V-1F). A éstas, debe añadirse la posibilidad de trabajar con “escenarios”.

Análisis de n Funciones (*outputs*), dependiendo de una variable (1V-nF)

El analista deberá, simplemente generar la tabla de análisis con los valores de hipótesis para la variable, así como elegir las funciones deseadas. El propio motor de la hoja de cálculo, hará el resto. Ver el ejemplo autoexplicativo en figura 4 y figura 7 (izquierda).

Análisis de una Función, dependiendo de los valores de dos variables (2V-1F)

En este caso, el analista deberá facilitar una tabla con los valores deseados de las variables hipótesis y, tras la activación del motor automático de análisis, la hoja hará el resto rellenando la tabla. Ver figura 4 y figura 7 (derecha).

Figura 4: Tabla “1v-nF”: El analista define cabeceras, la hoja la rellenará automáticamente

¿Por qué no enseñamos MODELIZACIÓN con hoja de cálculo para ANÁLISIS de SENSIBILIDAD y PROSPECTIVA en Escuelas de Ingeniería, ni siquiera en prestigiosas Escuelas de Negocios?

Ventajas y limitaciones de los análisis tipo TABLA (*what if?*)

Los análisis de sensibilidad tipo tabla ("*what-if?*") tanto "2V-1F", como "1V-nF" presentan una gran utilidad para análisis de sensibilidad. Sustituimos el "punto" de la solución de nuestros antiguos ejercicios $y_1 = F(x_1, x_2)$, por una familia de puntos, es decir una curva, o mejor dicho, una familia de curvas, ¡ La ventaja es extraordinaria!

¿Cuál es la limitación? Pues, evidentemente, una clara limitación está en el número de variables. Se pueden estudiar todas, pero sólo una, o dos, simultáneamente. Además, en el caso de una variable podemos analizar todas las funciones, pero en el caso de dos variables, sólo podemos conocer la evolución de una función. Naturalmente podemos hacer varias tablas. Otro notable aspecto a considerar es que las variables del análisis (sin uso de trucos) han de ser de tipo elemental (una celda), normalmente un valor numérico. Se ve que precisamos de una herramienta más general que nos permita abordar simultáneamente el análisis de múltiples variables (N hipótesis) y monitorizar simultáneamente múltiples funciones (M *outputs*). Puestos a pedir, nos gustaría que las "hipótesis" no tuvieran que limitarse a una variable individual sino que pudiera construirse a partir de un conjunto de celdas que tienen sentido precisamente como bloque. Por ejemplo, una curva conocida por un estudio a través de una nube de puntos (para fijar ideas, en el ejemplo que veremos, una curva de demanda). Para ofrecer respuesta a estas limitaciones, cubrir este hueco, y ampliar las posibilidades de análisis prospectivo, la hoja de cálculo nos ofrece una nueva herramienta: los escenarios.

Los "ESCENARIOS" como herramienta de análisis generalizado

¿Qué es un escenario?

Básicamente un escenario se define a partir de una celda o conjunto de celdas y sus valores asociados, que representan una realidad (hipótesis) posible.

De hecho, al principio, puede aparecer cierta confusión porque la hoja trata cada conjunto de valores como un escenario y nos pide que le demos un nombre. Luego, en el análisis, ella misma se da cuenta que los "escenarios" (conjuntos de celdas y sus valores) que se refieren a unas mismas celdas, corresponden, en realidad, a un solo "ESCENARIO" (me gusta escribirlo en mayúsculas), pero con diferentes alternativas de valores. Así, para evitar confusiones, podemos diferenciar desde el principio, el concepto de "ESCENARIO", como definición de un conjunto de celdas que tipifican una hipótesis (las variables), del conceptos de "escenarios" (en minúsculas) donde nos referiremos a los diferentes conjuntos de valores de algún "ESCENARIO" definido, que almacenan diferentes situaciones posibles (valores).

La hoja se basa en un "gestor de escenarios" que en sí mismo ya permite aplicar manualmente unos conjuntos de valores, ya almacenados, al modelo sin necesidad de duplicar la hoja, ni volverlos a entrar. Sólo eso ya constituye una notable ventaja en sí mismo.

Ferran Virgós Bel

Lo primero que permite la herramienta es una funcionalidad de “resumen”(cada escenario por separado). Más interesante, todavía, es la segunda funcionalidad del gestor que “identifica” los “ESCENARIOS” y realiza un producto cartesiano de ellos: todos los “escenarios” (valores) de cada “ESCENARIO”, combinados con todos los demás (“Tabla dinámica”). En la práctica supone conocer todo el dominio de valores de *outputs* al combinar todas las alternativas de *inputs* de nuestras hipótesis prospectivas (Resumen-Tabla dinámica, ver figura 8). IEs importante nombrar las celdas para facilitar la interpretación posterior.

CASO ilustrativo

Domotic S.A. es una empresa que desea comercializar un nuevo producto del que tiene patente. Se han hecho estudios de costes variables unitarios considerando número de horas operario (para productividad normal), coste hora operario (en euros), coste materia prima (en US\$), coste materia prima (en €), y coste garantía post-venta (en %). También se han estudiado los costes fijos que se conocen hasta una producción mensual máxima de 1.000 unidades pero se piensa que se pueden vender más y se ha hecho un estudio complementario inicial, que ha permitido definir una estructura de costes fijos según cantidad. Además, se ha encargado a una empresa de estudios de mercado una estimación de la curva de demanda que se ha determinado entre 100 y 10.000 unidades. Considerando esta curva, el precio de venta desaparece como variable independiente en el modelo porque se deriva de las unidades a vender. Esto da una nueva dimensión y hace difícil de predecir el resultado.

El modelo general:

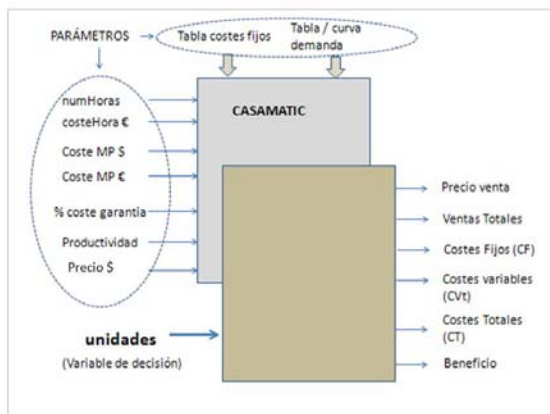


Figura 6: Modelo Casamatic

En el mismo, podemos observar como interesan unas variables de salida (*outputs*), en particular, BENEFICIO. El resto de variables que aparecen no son exactamente hipótesis sino parámetros. Este ejercicio es un mundo abierto al análisis de sensibilidad de los mismos.

¿Por qué no enseñamos MODELIZACIÓN con hoja de cálculo para ANÁLISIS de SENSIBILIDAD y PROSPECTIVA en Escuelas de Ingeniería, ni siquiera en prestigiosas Escuelas de Negocios?

Análisis de una variables, o “1V-nF” y Análisis de dos variables, o “2V-1F”

En la Figura 7 (izquierda) se puede ver la representación gráfica del análisis “1V-nF”, a partir del número de unidades. Una maravilla para el decisor, imposible de conocer de antemano. Del mismo modo, la figura 7 (derecha) es un buen ejemplo de análisis 2V-1F que analiza la influencia en los beneficios del precio del \$ (curva paramétrica), según unidades .

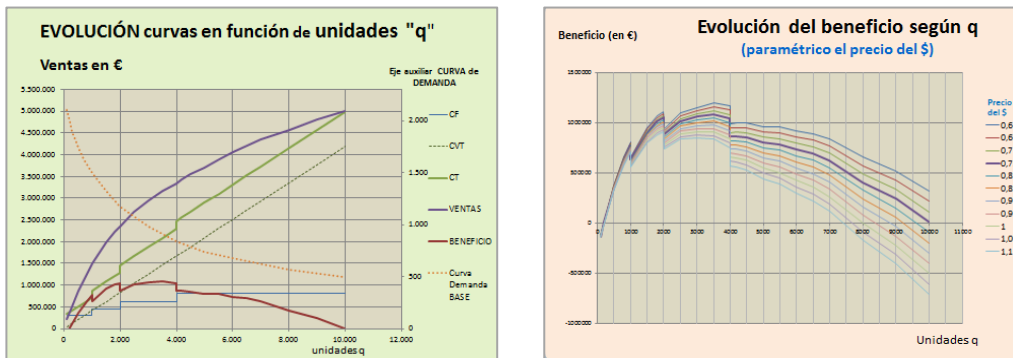


Figura 7: Análisis Tabla 1V-nF (V=unidades) y “2V-1F”

Análisis de escenarios” (N variables, M funciones): Tabla dinámica y gráfico dinámico

Ahora podemos definir todas las variables y funciones que deseemos. En el ejemplo, hemos elegido escenarios de detalle considerando, numero de unidades, precio del dólar y otras hipótesis para las curvas de demanda. Y podríamos analizar todas las salidas que nos interesaran. En nuestro caso hemos solicitado sólo el beneficio por claridad (ver figura 8 donde se muestran datos ya filtardos por el analista).

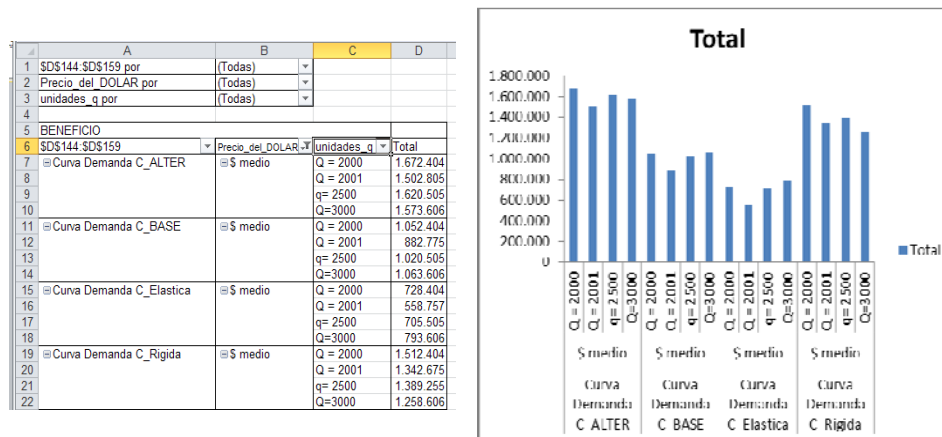


Figura 8: Análisis Tabla dinámica y gráfico dinámico asociado ya filtrado

Ferran Virgós Bel

La opinión de los alumnos

Llegados a este punto, parecía conveniente completar nuestro trabajo con la incorporación de datos contrastados de la opinión de alguno de los colectivos implicados en el tema, idealmente “todos” (profesionales, empresas, alumnos y profesores), y así deseamos hacerlo en el futuro. Entretanto, la opinión de los alumnos nos parecía muy relevante porque no tienen ningún condicionante y, además, era relativamente sencilla y rápida de obtener. Así que diseñamos una encuesta al respecto.

La encuesta

Planteamos una encuesta muy sencilla donde aparte solicitar especialidad, sexo y edad, añadíamos el cuatrimestre cursado (aunque, de hecho, lo sabíamos aproximadamente por la asignatura) y las experiencias habidas con la informática en sus estudios. La parte relevante de la encuesta en si consistía en tres preguntas, numeradas como 6, 7 y 8:

- En la primera (n6) se les solicitaba que en una escala de 0 a 10, valoraran el peso que darían en un Plan de estudios de ingeniería a las asignaturas de matemáticas, física, informática (programación en general), representación gráfica, empresa, idiomas (en concreto inglés) y modelización con hoja de cálculo.
- En la segunda (n7), se solicitaba que en una escala Likert de 7 niveles con el 0 como neutro y dónde -3 sería totalmente en desacuerdo y +3 totalmente de acuerdo, definieran su postura ante la frase *“El estudio previo de una asignatura de modelización con hoja de cálculo podría mejorar la docencia de otras asignaturas y ser útil en la vida profesional”*
- En la tercera (n8), con el mismo marco de la anterior (escala Likert de 7) se pedía su opinión en relación a la frase *“Una asignatura de modelización con hoja de cálculo debería ser troncal”*.

Desarrollo

Se eligieron tres grupos distintos:

- El primero, alumnos de los cuatrimestres Q1-Q2, concretamente dos grupos de laboratorio del autor de este trabajo, alumnos de la asignatura de fundamentos de informática (programación), con un total de 22 encuestas.
- El segundo, de alumnos de Q3-Q4, concretamente la asignatura de ingeniería química cuyo profesor utiliza hoja de cálculo como parte muy relevante de su planteamiento. Respondieron 26 alumnos
- Por último, un grupo de la asignatura de PVAPC (optativa Q5-Q6) impartida (50% de horas) por el autor de este trabajo, y que se centra en modelización con hoja de cálculo para análisis de sensibilidad. Se recogieron 9 respuestas.

¿Por qué no enseñamos MODELIZACIÓN con hoja de cálculo para ANÁLISIS de SENSIBILIDAD y PROSPECTIVA en Escuelas de Ingeniería, ni siquiera en prestigiosas Escuelas de Negocios?

Resultados

Los resultados numéricos, una vez procesadas las encuestas, se recogen en la figura 9. Se incluyen valores máximos, mínimos, promedio y desviación tipo de la muestra y en las dos últimas preguntas también la estimación de la desviación de la población.)

	Los 2 grupos INF (Q1-Q2) n= 22				Ing QUIMICA Q4 n= 26				Modelización Q5-Q6 n= 9						
	max	media	min	std m	max	media	min	std m	max	media	min	std m			
mates	10	9,0455	7	0,8985	10	9,0385	5	1,2484	10	8,2222	7	1,3944			
física	10	9,0455	7	1,0455	10	8,2692	2	2,1458	10	8,4444	6	1,8782			
Informática	10	7,4091	3	1,5934	10	7,7308	4	1,6139	10	7,6667	6	1,3229			
Rep gráfica	10	7,3182	2	1,7289	10	7,0769	3	1,5728	8	7,1111	5	1,0541			
empresa	10	6,1364	1	1,7807	10	6,8077	1	2,1170	8	7,4444	6	0,8819			
idiomas	10	8,8636	6	1,2834	10	8,4615	5	1,6788	10	8,5556	6	1,2360			
Modelización HC	10	6,6364	4	1,9407	10	8,1538	5	1,2551	9	7,5556	7	0,7265			
	3,00	1,2273	-1,00	0,9223	0,1966	3	1,2308	-2	1,2102	0,2373	3	2,4444	1	0,7265	0,2422
	2,00	0,2273	-2,00	1,0204	0,2175	3	0,3462	-2	1,4126	0,2770	3	2,0000	-1	1,5000	0,5000
				std est				std est						std est	

Figura 9: Resultado de la encuesta

De estos resultados pueden derivarse informaciones muy interesantes, entre ellas:

- Los alumnos de ingeniería valoran de manera alta la importancia de matemáticas y física, aunque ésta consideración tiende a decrecer al avanzar en los estudios.
- Los alumnos de ingeniería valoran de forma elevada la importancia de los idiomas, que acaba siendo la materia más valorada en los estudiantes terminales.
- Los estudiantes de ingeniería valoran de forma inferior las materias de empresa (algo previsible para alguien que ha elegido ingeniería), aunque esta valoración va subiendo a lo largo de su formación (también previsible por la evolución personal).
- Los estudios de informática siempre se ponderan por encima de empresa y representación gráfica, pero por debajo de matemáticas y física.
- Los estudios de modelización, excepto en Q1-Q2 se valoran por encima de empresa y representación gráfica y al nivel aproximado de informática en general.

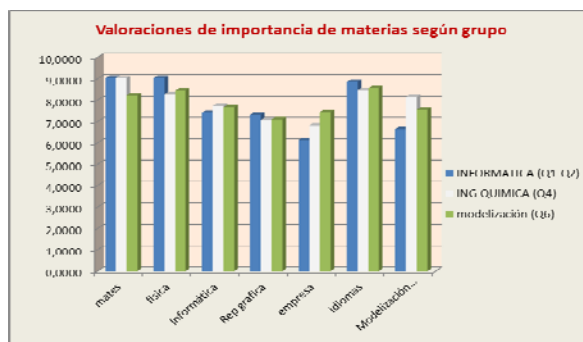


Figura 10: Representación gráfica de las importancias atribuidas

Ferran Virgós Bel

En cuanto al objeto básico de este trabajo, en relación a la opinión de los alumnos sobre el interés del estudio de modelización y la conveniencia de incluir la materia como troncal, los resultados obtenidos son muy elocuentes, si bien se pueden matizar. En efecto:

- No hay unanimidad en las preguntas “n7” y “n8”, aunque la “n7” registra un valor promedio superior a “1” en todos los casos, siendo positiva muy débil en la pregunta “n8” por parte de los alumnos de primeros cuatrimestres (Q1-Q2).
- La alta valoración dada por el segundo grupo a la “importancia” no se traduce en que consideren que la materia debería ser troncal, probablemente porque ellos han aprendido a usar algunas opciones de la hoja de cálculo en su asignatura y consideran que ya les ha ido bien así (de hecho no conocen análisis de sensibilidad).
- En cambio la respuesta es espectacular en el grupo que SI ha cursado una asignatura de modelización orientada a análisis de sensibilidad y prospectiva. En este caso la pregunta “n7” se valora con un promedio de 2,44 (en escala Likert de 7 grados, con máximo +3). La consideración de troncalidad tienen más divergencia con una alta desviación tipo pero aún y así la valoración media es de +2 (en la misma escala de +3 máximo). Es decir, los alumnos están en promedio “bastante de acuerdo” con que esta asignatura fuera troncal y todavía mucho más en que la asignatura ayudaría mucho.

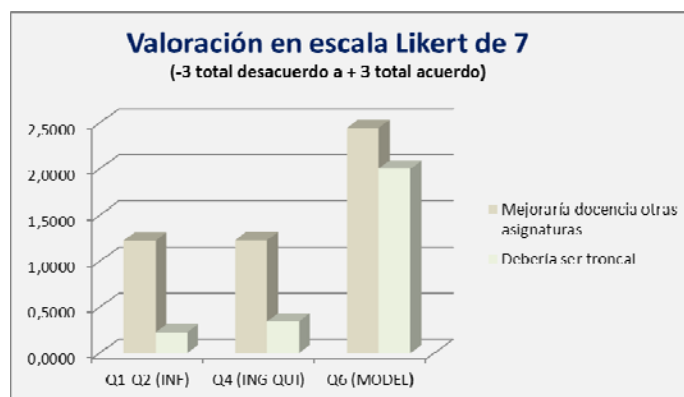


Figura 11: Opinión sobre la incorporación de una asignatura de modelización al Plan de estudios

Conclusiones

Hemos partido de la base de los objetivos del modelo de Bolonia y hemos analizado que éstos no siempre se han cumplido porque no se ha producido una verdadera reingeniería de contenidos. Aparte olvidar a menudo las necesarias capacidades profesionales, se ha olvidado que la formación para la profesión debe basarse también en la herramientas de que dispone la profesión en cuestión porque la herramienta puede/debe modificar el proceso (*Technology not only changes how we do things, but what we do!*).

¿Por qué no enseñamos MODELIZACIÓN con hoja de cálculo para ANÁLISIS de SENSIBILIDAD y PROSPECTIVA en Escuelas de Ingeniería, ni siquiera en prestigiosas Escuelas de Negocios?

La calculadora , en su momento, ayudó a los ingenieros, pero más a los contables, porque los ingenieros ya tenían su regla de cálculo y el cuarto dígito a ellos les interesa más bien poco. Ahora la nueva herramienta (*worksheet*) permite no sólo calcular (que pasa a un detalle menor), sino modelizar. En este caso, no obstante, el hecho diferencial es su utilidad para análisis de sensibilidad y prospectivo posteriores. Además, debe resaltarse que la importancia no es tanto el conocer los resultados de una hipótesis, como identificar aquellas situaciones no deseadas (resultados) para encontrar planteamientos alternativos que las impidan: “*pensar antes de actuar, anticipar los posibles problemas, y tomar las decisiones del momento para obtener el futuro deseado*” [Godet, 1985]

Para dar soporte a nuestra propuesta, hemos consultado tres grupos de estudiantes sobre su opinión en relación a la utilidad de la modelización con hojas de cálculo y su incorporación potencial a los planes de estudios. La opinión general ha sido claramente favorable , si bien los alumnos que habían cursado una asignatura de esa materia se mostraban extraordinariamente más favorable que los alumnos que no lo habían hecho. Esto demuestra, simplemente que el reconocimiento aparece cuando se conocen bien las posibilidades de la herramienta, sólo así se puede valorar adecuadamente. De este modo, los alumnos nos han respondido la pregunta lanzada en el título de este trabajo. La respuesta a la misma: “;nadie incluirá nunca en un plan de estudios algo que desconoce!”. Ojalá hayamos contribuido a la difusión de la idea y veamos pronto esta materia en la mayoría de diseños curriculares.

Referencias

- Buendía, Felix et al. (Julio 2004) *Un modelo de diseño curricular de Informática orientado a la obtención de competencias*. JENUI 2004. Ed. Thomson. Pag. 89 a 94.
- Calvo.A. et al. (2001). *La funcion informática en la empresa*. Jenui 2001. Palma de Mallorca (pag 366 a 371).
- Davenport, Thomas & Short, J. (1990). *The new industrial Engineering information Technology and Business Process Redesign*. Sloan Management Review . Summer 1990. Páginas 11 a 27.
- Hammer, Michael (1990). *Reengineering work: don't automate, obliterate*. Harvard Business Review. July 1990.
- Godet, Michel (1985). *Prospective et planification strategique. Economica*. 1985
- Robson, Andrew J. (1994) *The spreadsheet: How it has developed into a sophisticated Modelling Tool*. Logistics Information Management. Vol 7 No. 1., 1994. Páginas 17-23.
- Valero, Miguel y Navarro, J.J. (2001) *Niveles de competencia de los objetivos formativos en las ingenierías*. Libro de actas VII Jornadas de la enseñanza universitaria de la informática JE-NUI'2001. Palma de Mallorca, julio 2001. Pag 149 a 154
- Virgós Bel, Ferran & Domingo Peña, Joan (2011). *Los nuevos estudios de ingeniería industrial en el marco de Bolonia*. Revista Técnica Industrial, Barcelona, abril 2011, 292, pag 28 a 33.

Experiencia en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial en la implantación del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid

Roque Calvo, Isabel Carrillo, Luis Castedo, Raquel Cedazo, Daniel Fox, Juan Mario García, Fernando Gómez, Emilio Gómez, Julián Narbón, Rosa Ocaña

Equipo de Dirección de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial, Universidad Politécnica de Madrid, Ronda de Valencia 3, 28012 Madrid, subdirector.ari.etsidi@upm.es

Abstract

In this work the study plan of the doble degree in Industrial Design and Product development and in Mechanical Engineering. The reasons why the double degree was implanted, the demand, the offer and the students academic results of the first class.

Keywords: *Doble degree, Mechanical Engineering, and Industrial Design and Product Development*

Resumen

En este trabajo se plantea el desarrollo curricular del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica. Se exponen los motivos por los que se decidió implantar, se ofrecen datos de demanda, oferta, notas de corte y se presenta un avance de los resultados académicos del primer curso correspondiente a la primera promoción.

Palabras clave: *Doble Grado, Ingeniería Mecánica, Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.*

Introducción

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) surge en el año 2013 como una evolución de la Escuela Uni-

Experiencia en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial en la implantación del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid

versitaria de Ingeniería Técnica Industrial. Los orígenes de este Centro se remontan al año 1795. Con más de 215 años de historia, y en distintos centros, se han impartido los títulos que, con diferentes denominaciones y sometidos a distintas legislaciones, han conducido a diferentes estudios de ingeniería, todos ellos en el ámbito industrial. Desde el año 2010, se imparten cinco grados, adaptados al nuevo Espacio de Educación Superior y verificados por la ANECA: Grado en Ingeniería Eléctrica, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Grado en Ingeniería Mecánica, Grado en Ingeniería Química y Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto [ETSIDI]. Todos ellos, con la excepción del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, tienen atribuciones profesionales reguladas por Resolución de 15 de enero de 2009 de la Secretaría de Estado de Universidades [BOE-A-2009-1478] y Orden CIN/3651/2009 de 9 de febrero [CIN/3651/2009].

Además de su tradición consolidada, la Escuela mantiene una actitud renovadora, con nuevas enseñanzas (Máster y Doctorado), métodos docentes actualizados, profesorado de excelencia, mejora de los servicios docentes e investigadores e incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Las titulaciones de Ingeniería de rama Industrial han tenido y tienen una gran demanda. Su éxito se debe a la versatilidad de la formación y a la estrecha relación entre la Universidad y el sector productivo.

Como se ha expuesto, una de las principales fortalezas de la ETSIDI es la gran versatilidad de sus titulaciones y la permanente demanda de nuestros titulados en el mercado laboral. Esto es lo que nos ha llevado a plantear e implantar el Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica, el primero de la UPM, teniendo en cuenta, también, la alta demanda de los dos títulos de Grado por parte de los alumnos de nuevo ingreso.

El Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto y en Ingeniería Mecánica se comenzó a impartir en el curso académico 2014/15 [ETSIDI, 2015]. Esta propuesta permite a los estudiantes poder cursar simultáneamente dos grados oficiales, el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y el Grado en Ingeniería Mecánica, obteniendo, al finalizar, ambos títulos.

Normalmente las universidades que ofrecen dobles titulaciones ajustan los horarios y calendarios de las clases de ambas titulaciones con el objetivo de minimizar conflictos y evitar (en la medida posible) picos fuertes de trabajo.

Hay que destacar que los programas de grado doble son mucho más comunes que los programas de grado conjunto. Ello se debe muy probablemente a las barreras legales y a las

R. Calvo, I.Carrillo, L. Castedo, R. Cedazo, D. Fox, J. M. García, F. Gómez, E. Gómez, J. Narbón, R. Ocaña

dificultades administrativas para garantizar un título conjunto. Sin embargo, los programas de grado doble son los que plantean la mayoría de dudas y conflictos en torno a los requisitos y validez de los títulos [Knight, 2010]. Los programas de grado consecutivo parecen ser los menos comunes, pero no están exentos de controversia.

El objetivo de este trabajo es explicar la organización de estas enseñanzas en un doble grado, objetivos y demanda, así como la experiencia de este primer año de recorrido con el avance de los resultados obtenidos.

Perfil de los estudiantes del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y D.P. y en Ingeniería Mecánica

El perfil del Graduado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto es el de un ingeniero que permite aplicar la innovación y el diseño a los productos industriales, proporcionándoles un alto valor añadido. Estas características generan ventajas competitivas, añadiendo al tejido industrial español y europeo valores como la creatividad, la innovación, el diseño, la comunicación, la marca y el servicio al cliente, de modo que se aportan atributos diferenciadores a los productos industriales en un mercado donde la oferta supera con creces a la demanda.

La formación de los estudiantes del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto se enfoca a la creación y seguimiento de procesos y sistemas y, sobre todo, a la técnica aplicada y a la programación práctica de los proyectos, facilitando la interdisciplinariedad, la especialización y el reciclaje de los conocimientos, tan importantes para adaptarse a los cambios tecnológicos del mundo actual, y dando nuevas respuestas a las funciones o necesidades de los consumidores. Sus ámbitos de actuación comprenden: diseño de nuevos productos, diseño de procesos de producción, análisis del ciclo de vida, impacto medioambiental...

Por otro lado, la tradición de la ETSIDI en los estudios de Ingeniería Técnica Industrial, en general, y en Ingeniería Mecánica, en particular, es larga y con gran éxito de sus egresados a lo largo de estos años. Los ingenieros mecánicos usan principios científicos para controlar magnitudes como la energía, la fuerza, la velocidad..., para diseñar y analizar sistemas físicos en sus vertientes estática y dinámica. Con ello es posible diseñar productos, como automóviles o vehículos en general, máquinas, utillajes, estructuras, etc., así como sistemas térmicos, de fluidos, de transformación de energía, etc.

Además, el plan de estudios conducente a la obtención del Título de Graduado en Ingeniería Mecánica por la UPM garantiza la adquisición de las competencias necesarias para ejercer la profesión de acuerdo con lo regulado en la normativa vigente, entre otras, la Orden Ministerial CIN/351/2009 de 9 de febrero [CIN/351/2009], por la que se establecen los

Experiencia en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial en la implantación del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid

requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habilitan para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

El profesional formado tanto en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto como en Ingeniería Mecánica es un ingeniero con una profunda formación tecnológica y con capacidad para proyectar y fabricar productos industriales, tomando en consideración de manera integral su ciclo completo de vida y de aplicar los conceptos de innovación y ecoeficiencia, imprescindibles en los sectores productivos más competitivos. Es capaz de abordar y dar solución a problemas complejos de manera integrada y creativa, a partir de una sólida formación en ingeniería.

El perfil de los estudiantes matriculados en este Doble Grado, naturalmente, será aquel en el que confluyan las inquietudes por ambas disciplinas, enmarcadas dentro de la ingeniería industrial, y ya de por sí, bastante relacionadas. En este sentido, se ha tenido en cuenta que los planes de estudio de ambas titulaciones tienen un gran número de asignaturas coincidentes, especialmente entre las materias básicas y las tecnológicas, de hecho en el plan de estudios de la ETSIDI-UPM, coinciden 137,5 ECTS de los 228 que se cursan en la titulación, sin contabilizar los 12 ECTS del TFG. Este solape entre las materias es lo que hace posible obtener dos grados oficiales sin requerir el doble de tiempo.

Demanda y notas de corte

Las titulaciones impartidas en la ETSIDI, presentan unas notas de corte altas, crecientes en el tiempo y con una demanda muy superior al número de plazas ofertadas cada año.

En la Tabla 1 se muestra la evolución de las notas de corte de las titulaciones de grado en la ETSIDI desde el comienzo de su impartición, entre ellas destacan el Doble Grado y el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, siendo su nota de corte superior a 11. No obstante, es necesario destacar que en el curso 2014-2015 el número de alumnos matriculados en el Doble Grado ha sido de 28.

En la Tabla 2 se muestran los datos agregados de solicitudes de matrícula en primera y segunda opción (preinscripciones) para las titulaciones impartidas en el curso 2014-2015. También se muestra la demanda total, que representa el número de alumnos que han mostrado interés en cursar la titulación y se han preinscrito, aunque no como opción preferente.

R. Calvo, I.Carrillo, L. Castedo, R. Cedazo, D. Fox, J. M. García, F. Gómez, E. Gómez, J. Narbón, R. Ocaña

Tabla 1. Evolución de las Notas de Corte de las titulaciones impartidas en la ETSIDI

Titulación	Cupo (14/15)	Curso				
		2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15
Grado Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto	70	9,922	10,255	10,664	10,69	11,144
Grado en Ingeniería Eléctrica	85	8,069	8,135	8,378	8,343	8,494
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática Industrial	115	8,930	9,356	9,733	9,691	9,919
Grado en Ingeniería Mecánica	115	9,505	10,238	10,356	10,416	10,632
Grado en Ingeniería Química	60	7,043	7,666	7,907	8,251	9,372
Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica	20					11,858

Tabla 2. Solicitud de de plazas para las titulaciones impartidas en la ETSIDI, curso académico 2014/15.

Titulación	Cupo	Plazas solicitadas	
		En 1ª y 2ª opción	Totales
Grado Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto	70	423	1235
Grado en Ingeniería Eléctrica	85	130	805
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática Industrial	115	334	1320
Grado en Ingeniería Mecánica	115	611	1951
Grado en Ingeniería Química	60	151	705
Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica	20	241	792
Totales	465	1890	6808

Diseño Curricular y Organización Docente

Como ya se ha mencionado antes, el Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica no supone la elaboración de un nuevo plan de estudios, sino la elaboración de un itinerario curricular específico que permite simultanear los estudios de ambos Grados. Consta de cinco cursos con un total de 313,5 ECTS a superar por los estudiantes.

Experiencia en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial en la implantación del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid

Los estudiantes deben cursar: las asignaturas de formación básica, idénticas en ambos planes de estudio por ser de la misma rama de conocimiento (60 ECTS), las asignaturas obligatorias comunes en ambos planes de estudio (70,5 ECTS), las asignaturas obligatorias no comunes de cada uno de los planes de estudio (79,5 + 79,5). Así mismo deberán realizar los Trabajos Fin de Grado de cada una de las titulaciones de Grado que componen el Doble Grado (12 + 12 ECTS), en virtud del R.D. 1393/2007, modificado por el R.D. 861/2010, y el RD 1618/2011 de 14 de noviembre, en los que se establece que la asignatura de Trabajo Fin de Grado no puede ser objeto de reconocimiento. En la Tabla 2, se muestra la estructura del plan de estudios.

En la actualidad, el Doble grado en Ingeniería Mecánica + Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto se imparte en 3 Universidades Públicas:

- Universidad de Sevilla, [US]
- Universidad Politécnica de Madrid, [UPM]
- Universidad de Málaga, [UMA]

Y, según se anuncia, el año que vienen comenzará en una universidad privada, aunque el nombre del Doble Grado no incluye el desarrollo de producto:

- Universidad de Deusto, [UD]: Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial + Ingeniería Mecánica

Todas ellas presentan un plan de estudios similar, distribuido en 5 cursos con una carga lectiva que ronda los 313 ECTS. En la Tabla 3 se muestra la distribución de créditos, de los planes de estudios de las tres Universidades públicas antes señaladas.

Resultados alcanzados

La implantación del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica en la ETSIDI - UPM, ha supuesto para esta Escuela un gran reto, en primer lugar, desde el punto de vista de la organización docente por cuanto debe permitir la simultaneidad de ambos estudios de Grado, es decir, debe permitir a los estudiantes poder asistir a clases y a prácticas sin que los horarios se solapen. En una Escuela en la que el número de nuevos alumnos por curso es de aproximadamente 500, este pequeño grupo de 28 alumnos (el cupo de entrada es de 20 alumnos, sin embargo, en la realidad es mayor, como consecuencia de la admisión al alza en previsión de la posible caída de matrícula efectiva) compartirá horario, a lo largo de todos sus estudios, con uno u otro grupo de los Grados que podemos denominar “simples” (Grado en Ingeniería en Diseño

R. Calvo, I.Carrillo, L. Castedo, R. Cedazo, D. Fox, J. M. García, F. Gómez, E. Gómez, J. Narbón, R. Ocaña

Industrial y Desarrollo de Producto y Grado en Ingeniería Mecánica). En primer curso, ha compartido con uno de los grupos de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, el de tarde, en segundo lo hará con uno de los grupos de Ingeniería Mecánica, el de mañana. Los horarios, más extensos en el Doble Grado que en los Grados “simples” son consecuencia de que, en cada curso, se incluyen más de 60 créditos, característica común en la mayoría de las organizaciones docentes para los Dobles Grados que se ofertan en las diferentes universidades públicas y privadas.

Tabla 3. Distribución de créditos por semestre en el plan de estudios del doble grado en las Universidades donde se imparte.

	U. Politécnica de Madrid	U. Sevilla	U. de Málaga
	UPM	US	UMA
Primer Curso	66	60	60
1 ^{er} Semestre	30	30	30
2 ^o Semestre	36	30	30
Segundo Curso	64,5	60	60
3 ^{er} Semestre	34,5	30	30
4 ^o Semestre	30	30	30
Tercer Curso	64,5	69	60
5 ^o Semestre	34,5	33	30
6 ^o Semestre	30	36	30
Cuarto Curso	60	66	60
7 ^o Semestre	33	30	30
8 ^o Semestre	27	36	30
Quinto Curso	58,5	60	60
9 ^o Semestre	34,5	30	30
10 ^o Semestre	24	30	30
TFG	24	24*	24
TOTAL	313,5	327	312

(*) No se ha podido constatar este dato a partir de la información a la que hemos tenido acceso.

Los estudiantes que acceden a cualquier Doble Grado están altamente motivados en la consecución de sus objetivos, pues deben afrontar un mayor nivel de exigencia que sus compañeros de Grado: mayor carga en algunos semestres, horarios más densos, cambio de aulas en algunas asignaturas, compañeros diferentes en función del curso, etc. En el caso

Experiencia en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial en la implantación del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid

del Doble Grado que nos ocupa, ya se ha podido comprobar lo anterior. La confluencia de, por un lado, la especial motivación de los estudiantes que deciden preinscribirse en el Doble Grado y, por otro, de la limitación de plazas al mismo, lleva a que las notas de corte por preinscripción sean, por lo general, más altas que las de los Grados correspondientes.

Como se puede suponer de estudiantes con esta nota de acceso a la Universidad, lo previsible es que obtengan éxito en la consecución de objetivos en cada asignatura, e incluso, que se trate de un grupo de “excelencia”. En la Tabla 4 se pueden observar, en porcentaje, los resultados académicos de los alumnos del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica en las asignaturas del primer semestre y, también, los mismos resultados porcentuales para los compañeros matriculados en los otros dos Grados: Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.

Tabla 4. Resultados académicos comparados para las asignaturas comunes de primer curso (datos expresados en porcentaje)

	ASIGNATURA														
	ALGEBRA			CALCULO			FISICA			QUIMICA			EXP.GRÁFICA		
	Doble Grado	I. Diseño	I. Mec.	Doble Grado	I. Diseño	I. Mec.	Doble Grado	I. Diseño	I. Mec.	Doble Grado	I. Diseño	I. Mec.	Doble Grado	I. Diseño	I. Mec.
APROBADOS	66,7	52,2	41,1	29,6	32,5	60,0	42,9	40,3	55,8	28,6	37,5	31,2	46,4	44,3	41,4
NOTABLES	18,5	10,0	15,5	48,1	44,2	15,5	21,4	29,9	15,0	21,4	3,8	8,2	21,4	19,0	15,6
SOBRESALIENTES	0,0	0,0	0,8	14,8	0,0	0,0	10,7	1,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MATRÍCULA DE HONOR	3,7	1,1	0,0	3,7	1,3	3,6	3,6	2,6	0,9	0,0	1,0	1,8	3,6	2,5	0,8
total aprobados	88,9	63,3	57,4	96,3	77,9	79,1	78,6	74,0	72,6	50,0	42,3	41,2	71,4	65,8	57,8
SUSPENSOS	11,1	34,4	36,4	3,7	15,6	17,3	21,4	24,7	24,8	46,4	42,3	48,8	28,6	29,1	36,7
NP	0,0	2,2	6,2	0,0	6,5	3,6	0,0	1,3	2,7	3,6	15,4	10,0	0,0	5,1	5,5
total suspensos	11,1	36,7	42,6	3,7	22,1	20,9	21,4	26,0	27,5	50,0	57,7	58,8	28,6	34,2	42,2
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Como se puede observar en la Tabla 4, en todas las asignaturas el porcentaje de estudiantes que suspenden es menor en el Doble Grado que en cualquiera de los Grados simples. Esta diferencia es muy significativa en las asignaturas de Matemáticas, Álgebra y Cálculo: 11,1% frente a 36,7% y 42,6%, en el primer caso, y 3,7% frente a 22,1% y a 20,9%, en el

R. Calvo, I.Carrillo, L. Castedo, R. Cedazo, D. Fox, J. M. García, F. Gómez, E. Gómez, J. Narbón, R. Ocaña

segundo. Así mismo, el porcentaje de alumnos con buenas calificaciones (notable, sobresaliente y matrícula de honor) es superior que en cualquiera de los Grados simples, incluso en asignaturas en las que el porcentaje total de aprobados es similar. Estos alumnos siguen presentando el mismo problema que los de los alumnos de grado del resto de titulaciones impartidas en la ETSIDI en cuanto a la asignatura de Química [Barajas 2014] muchos de ellos no la cursan en 2º de bachillerato, o si la han cursado lo han hecho de manera deficiente. Si bien, en el caso del Doble Grado el número de suspensos es ligeramente inferior al de los otros dos grados, 50%, aunque notablemente superior comparado con las demás materias del primer semestre.

Conclusiones

La oferta de un Doble Grado es atractiva para los estudiantes que acceden a la Universidad, incluso cuando se trata de titulaciones demandadas separadamente. En la experiencia del Doble Grado para el curso 2014/15, el número de preinscritos (1ª y 2ª opción) por plaza en el Doble Grado fue de 12, mientras que para el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto fue 6, y en el Grado en Ingeniería Mecánica fue 5 por plaza. La media del Centro fue de 4 por plaza. Esto nos sitúa como una de las Escuelas cuya oferta académica resulta atractiva y, en consecuencia, muy demanda por los alumnos, lo cual parece indicar que la implantación del Doble Grado ha sido un éxito.

Como es previsible, existe una relación directa entre la nota de corte y eficiencia: los alumnos del Doble Grado presentan una mejor nota de entrada y obtienen mejores resultados académicos comparando con los Grados simples, a pesar de la mayor carga académica.

También se pone de manifiesto que el esfuerzo realizado desde la Subdirección de Ordenación Académica para que estos alumnos, a pesar soportar una mayor carga lectiva, tengan un horario compacto y adecuado ha resultado fructífero. Hay que destacar que estos alumnos comparten horario con los grupos de los grados “simples” y no constituyen un grupo aparte.

Referencias

[BOE-A-2009-1478] Resolución de 15 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros, por el que se establecen las condiciones a las que deberán adecuarse los planes de estudios conducentes a la obtención de títulos que habiliten para el ejercicio de las distintas profesiones reguladas de Ingeniero.

[CIN/3651/2009] Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

Experiencia en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial en la implantación del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid

Barajas R., Saavedra P., Albéniz J., Carrillo I. (2014) *La importancia de conocer el nivel de conocimientos al inicio*, XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, pp. 940-949.

ETSIDI (Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial), (2015). Portal web : <http://www.etsidi.upm.es/ETSIDI>

Knight J. *Dudas y conflictos en torno a los programas de grado doble*, Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento. Vol. 8(2). pp. 135 – 150.

UAM (Universidad de Málaga), (2015). Doble grado en Ingeniería Mecánica + Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto, <http://www.uma.es/doble-grado-mecanico-diseno/>

UD (Universidad de Deusto), (2015). Ingeniería en Diseño Industrial + Ingeniería Mecánica, <http://www.nuevosestudiantes.deusto.es/cs/Satellite/estudiantes/es/que-grados-puedo-estudiar-0/ingenieria-en-diseno-industrial-ing-mecanica/programa>

US (Universidad de Sevilla), (2015). Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto e Ingeniería Mecánica http://www.us.es/estudios/grados/plan_214

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA LA RECOGIDA DE INFORMACIÓN Y EL ANÁLISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE ASIGNATURAS EN LA UPM. CONCLUSIONES RESPECTO AL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA.

Francisco Santos Olalla, Universidad Politécnica de Madrid, francisco.santos@upm.es

Juan Manuel Arroyo Sanz, Universidad Politécnica de Madrid, juanmanuel.arroyo@upm.es

Jesús Caja García, Universidad Politécnica de Madrid, jesus.caja@upm.es

José Javier Fernández-Golfín Seco, Universidad Politécnica de Madrid, jj.fgolfin@upm.es

Piera Maresca, Universidad Politécnica de Madrid, piera.maresca@upm.es

Jesús Novillo Carmona, Universidad Politécnica de Madrid, jesus.novillo@upm.es

Abstract

In this communication is shown a tool as part of a cross-project educational innovation in the UPM ["Evalúa UPM"] whose overall objective is to review the current state of the evaluation procedures of the university in order to draw conclusions and formulate possible proposals for improvement. Among the general objectives of the project it was too to measure the penetration of the system of continuous evaluation in the degrees of Grado and Master, once consolidated the implementation of the degrees of Bologna process, also checking the degree of compliance evaluation college, given the volume and variety of centers and titles at our university. The results associated with compliance are shown in this paper.

Keywords: *Evaluation, learning guides, evaluation procedures, continuous evaluation.*

Resumen

En esta comunicación se presenta una herramienta desarrollada en el marco de un proyecto transversal de innovación educativa en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) ["Evalúa UPM"] cuyo objetivo general es reflexionar sobre el estado actual de los procedimientos de evaluación de dicha universidad, con objeto de extraer conclusiones y formular posibles propues-

Desarrollo de herramientas para la recogida de información y el análisis de los procedimientos de evaluación de asignaturas en la UPM. Conclusiones respecto al cumplimiento de la normativa.

tas de mejora. Entre los objetivos generales del proyecto está medir la penetración de los sistemas de evaluación continua en las titulaciones de Grado y Master, una vez consolidada la implantación de los títulos de Bolonia, comprobando asimismo el grado de cumplimiento de la normativa de evaluación de la universidad, habida cuenta del volumen y heterogeneidad de centros y títulos en nuestra universidad. Se muestran en esta comunicación los resultados asociados al cumplimiento de la normativa.

Palabras clave: *Evaluación, evaluación continua, guías de aprendizaje, criterios de evaluación.*

Introducción

La evaluación es un elemento fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que constituye uno de los factores contextuales con mayor impacto sobre la forma en la que van a trabajar los estudiantes. Este poder condicionante de la evaluación, junto con el hecho de que es lo que permite medir o calificar el rendimiento académico, la convierte en un elemento clave sobre el que es necesario poner especial atención.

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) a partir del año 2009 ha supuesto cambios importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto para el profesorado como para los alumnos, y dada la importancia que tiene en ese proceso la evaluación y, en particular, la evaluación continua, se estima necesario reflexionar sobre el estado actual de la UPM con respecto a la evaluación y a extraer conclusiones que ayuden a mejorar. Son muchos los interrogantes que podemos plantearnos al respecto: ¿Qué tipo de pruebas de evaluación se aplican en la UPM y cómo puntúan?, ¿Cómo se utiliza la evaluación, para formar y/o calificar?, ¿Los procedimientos de evaluación son coherentes con lo que se pretende enseñar?, ¿Se evalúan las competencias transversales?, ¿Qué opinión tienen los estudiantes y los profesores sobre esta evaluación?. Responder a esos interrogantes requiere, como primera cuestión, disponer de una información completa y veraz sobre los procedimientos de evaluación que se están llevando a cabo en la UPM, por lo que dos de los objetivos específicos del proyecto “Evalúa UPM” en los que se centra esta comunicación son:

- Identificar los distintos los procedimientos de evaluación que se utilizan actualmente en las titulaciones de Grado y Máster de la UPM.
- Comprobar el grado de cumplimiento de la normativa de evaluación que la propia universidad, como otras, tiene implantada.

Santos, F. ; Arroyo, J.M. et al.

Desarrollo

Para abordar los objetivos anteriores resultaba indispensable diseñar un proceso general de recogida de información sobre los procedimientos de evaluación a nivel de la UPM, en el que además de la información concreta a recopilar, cobraba especial importancia el instrumento necesario para llevar a cabo dicha recogida de información y, sobre todo, el análisis posterior de esa información. Téngase en cuenta que la UPM, cuenta con cerca de 40000 alumnos y más de 9000 asignaturas sólo en sus titulaciones de Grado y Master.

Para ello, se ha elaborado una plantilla que permite obtener información muy completa sobre los dos tipos de evaluación (continua y final) utilizados en las asignaturas. En dicha plantilla se recogieron aspectos tales como:

- Tipos de pruebas de evaluación (controles, prácticas, acciones cooperativas, trabajos,...)
- Contenidos de dichas pruebas (cuestiones teóricas, cuestiones cortas, problemas, test, memorias, presentaciones, proyectos,...)
- Tipos de calificación (numérica, apto o no apto)
- Ponderaciones cuantitativas a cada tipo de evaluación.
- Notas límite para la superación de determinadas pruebas.
- Liberación o no de partes de la asignatura.
- Conservación de las calificaciones para cursos siguientes en algunas pruebas.
- Posibilidad de recuperación de calificaciones.
- Simultaneidad o no de sistemas de evaluación continua y evaluación solo examen final.
- Fechas en que se decide opción de evaluación.
- Fechas del primer cierre posible de la evaluación continua.
- Intensidad de la evaluación continua.
- Evaluación de competencias transversales.
- Evaluación de competencias específicas.

Desarrollo de herramientas para la recogida de información y el análisis de los procedimientos de evaluación de asignaturas en la UPM. Conclusiones respecto al cumplimiento de la normativa.

Una vez se ha dispuesto de esa plantilla de recogida de información (formato Word) se ha procedido a trasladarla a un formato que facilite, tanto ese proceso de recogida de información, como el análisis posterior de la información recabada. Se ha optado por una aplicación web accesible desde cualquier ordenador con conexión a internet y navegador web. Se ha desarrollado con MySQL para la gestión de la base de datos, HTML y CSS para la presentación, y PHP, Javascript y AJAX para programar la lógica de la aplicación. La aplicación se ejecuta sobre un servidor Apache 2.2 con soporte para PHP y MySQL 5. Los usuarios, tras validarse con su nombre de usuario y contraseña acceden al formulario, donde deberán elegir, el centro, la titulación y la asignatura a evaluar. En este punto pueden empezar a rellenar los diferentes campos propuestos. Según vayan actualizando esta información, se irá registrando asincrónicamente en la base de datos. Si el usuario quiere editar alguna de las asignaturas ya estudiadas, no tiene más que volverla a seleccionar y poner los valores correctos.

Finalmente para materializar este proceso de recogida de la información con esta aplicación, se han agrupado el conjunto de titulaciones de grado y máster de la UPM en diferentes áreas “homogéneas” (aeronaval, industrial, agroforestal, tecnologías de la información y comunicación, edificación, obra civil, actividad física y deporte) y, dentro de cada una de ellas, se está procediendo a recopilar información de los procedimientos de evaluación de las asignaturas de todas las titulaciones incluidas en las áreas de la UPM mencionadas). A comienzos de mayo de 2015 se ha finalizado la recopilación de información para poder proceder enseguida al análisis de la misma, lo que permitirá alcanzar el objetivo propuesto (identificar los distintos procedimientos de evaluación que se utilizan actualmente en las titulaciones de Grado y Máster de la UPM) y, junto a otros procesos de recogida de información complementarios llevados a cabo en el marco del proyecto “Evalúa UPM” (realización de focus-group con profesores y alumnos, entrevistas con responsables académicos, etc.), poder completar un diagnóstico certero de la situación real de los procedimientos de evaluación de las asignaturas en las titulaciones de la UPM adaptadas al EEES y, en su caso, proponer mejoras de los mismos.

El número total de asignaturas analizadas ha resultado de 2158 asignaturas.

Santos, F. ; Arroyo, J.M. et al.

El conjunto de ítems antes indicado ha sido agrupado en distintos bloques temáticos relacionados con los distintos aspectos de la evaluación. A saber:

- Innovación de los sistemas de evaluación.
- Abandono.
- Cumplimiento de la normativa.
- Evaluación de competencias.

De ellos, en esta comunicación pretendemos exponer los resultados correspondientes al bloque temático de cumplimiento de la normativa, relacionando dicho análisis con la reciente revisión de la normativa de evaluación de la UPM, que ha sido realizada en octubre de 2014. Los distintos aspectos asociados al desarrollo de las pruebas de evaluación constituyen un número muy significativo de las quejas y sugerencias realizadas por el alumnado y cualquier Vicerrectorado que lleve las relaciones con los estudiantes ocupa bastantes recursos a este asunto, que es clave también en la relación con los órganos de representación estudiantil. Si bien los objetivos de dichas reclamaciones y negociaciones están lejos de las preocupaciones que nos planteamos en estudios avanzados de innovación docente, el día a día de los centros y las universidades debe resolverlas con el carácter de urgencia que corresponde con el vencimiento natural de los plazos (fechas de exámenes, revisiones, reclamaciones...). Es por eso que una normativa de evaluación precisa a la par que justa facilita la resolución de conflictos. Para ello es necesaria su adaptación constante a los cambios en la docencia y por supuesto al que ha supuesto la puesta en marcha del proceso de Bolonia en todas sus fases. Volveremos a remitirnos a este aspecto en el texto con cierta frecuencia, así como en las conclusiones.

Cuestión 1: sobre el Tipo de evaluación

Es evidente que el primero de los temas a comprobar era el del tipo de evaluación ofertada a los estudiantes, con base en dos indicadores:

1.1. Porcentaje de asignaturas que tienen definido el sistema de evaluación continua.

De las 2158 asignaturas analizadas, 2093 (un 96,99 %) tenían definida en su guía de aprendizaje el sistema de evaluación continua, lo que equivale a que salvo errores o ex-

Desarrollo de herramientas para la recogida de información y el análisis de los procedimientos de evaluación de asignaturas en la UPM. Conclusiones respecto al cumplimiento de la normativa.

cepciones, se pueda considerar que todas las asignaturas tienen implantado algún sistema de evaluación continua, en grados que pueden ser muy heterogéneos.

1.2. Porcentaje de asignaturas que tienen definido el sistema de evaluación sólo examen final.

La normativa de la universidad exige que los alumnos puedan elegir entre la evaluación continua y la evaluación mediante un único examen final. Sobre esta posibilidad solo informan adecuadamente el 77,5% de las guías de aprendizaje (1653 de las 2158 asignaturas analizadas). Las razones que podrían apuntarse para justificarlo serían:

- Simples olvidos o descuidos del profesorado.
- La posibilidad de que los profesores hayan entendido el sistema de evaluación continua como único posible.
- Un cierto desprecio hacia la opción de elegir sólo el examen final, muy posiblemente por estimaciones prejuiciosas de los docentes o por la incomodidad de generar dos pruebas finales coherentes pero diferentes, capaces de medir de algún modo las competencias definidas para la asignatura.

Debe realizarse un esfuerzo en cubrir ambas posibilidades. El éxito de la evaluación continua debe basarse en sus propios resultados y no en dificultar la posibilidad normativa de utilizar un examen final convencional para la medición de los resultados de aprendizaje.

Cabe señalar que la anomalía detectada tiene una distribución homogénea por centros y niveles académicos, sin que puede encontrarse en ambos niveles de desagregación ninguna relación causal que ayude en la interpretación de la misma.

Cuestión 2: desviaciones de la ponderación cuantitativa

Se recogen en este apartado desviaciones o anomalías que pueden detectarse en la comparación de los distintos procesos de evaluación:

2.1. Porcentaje de asignaturas que en evaluación continua permiten una calificación global que en primera instancia pueda superar el 10.

Santos, F. ; Arroyo, J.M. et al.

Este primer caso no consiste estrictamente en un incumplimiento de la normativa, pero parece interesante conocer cuántas asignaturas puntúan sobre una cifra mayor que 10, aspecto este sobre el que no se ha encontrado regulación y que afecta a la percepción del sistema de evaluación continua por parte del alumnado.

Se ha detectado un número significativo de asignaturas en las que la suma ponderada de calificaciones parciales que aparece en las guías es mayor que 10 (5% del total). Por un lado, la mayor parte de los autores consideran que premiar con puntuación extra cualquier actividad constituye un estímulo para el alumno. Sin embargo, otros piensan que el compromiso del alumno con el esfuerzo diario queda comprometido si la calificación sigue un proceso aditivo y no restrictivo de la calificación máxima.

2.2 Porcentaje de asignaturas que en evaluación sólo examen final no permiten una calificación igual a 10.

Siendo esta práctica claramente antireglamentaria, cabía suponer que no se iba a reflejar en las guías docentes. Siendo una vieja reclamación de los alumnos el hecho de que algunas asignaturas no permiten la calificación total si se elige el sistema de evaluación sólo final, ¿Cabe pensar que se trata de casos excepcionales? Las guías de aprendizaje en nuestra universidad siguen un proceso de verificación en cascada, pues son sancionadas por los Consejos de Departamento, y las Comisiones de Ordenación Académica. Es fácil pensar, por tanto, que este tipo de irregularidades, si suceden, no son registradas formalmente en las guías. Se ha diseñado, dentro del proyecto de innovación educativa en el que se integra este trabajo, una fase diferenciada de análisis a partir de entrevistas semi-desarrolladas a jefes de estudio y delegados de alumnos de los centros. Uno de los objetivos es identificar estas irregularidades.

2.3 Valor promedio para la calificación máxima que puede obtenerse en la evaluación extraordinaria.

Tanto el problema como el resultado del análisis efectuado son similares. No se aprecia en las guías que existan problemas asociados a esta circunstancia.

Desarrollo de herramientas para la recogida de información y el análisis de los procedimientos de evaluación de asignaturas en la UPM. Conclusiones respecto al cumplimiento de la normativa.

Cuestión 3: sobre la conservación de la calificación

En nuestra normativa no se contempla la posibilidad de conservar la calificación de un curso para otro en ninguna parte de la asignatura. ¿Es posible pensar que los resultados de aprendizaje adquiridos pueden mantenerse de un curso para otro en el entorno de la asignatura en su conjunto?

3.1 Porcentaje de pruebas de evaluación que conservan la nota para cursos posteriores

La mayor parte de las guías de aprendizaje no incluyen definición alguna sobre este asunto. Entre aquellas que se definen al respecto, lo normal es que no se guarde la calificación parcial. Eso sucede tanto en pruebas de evaluación clásicas (exámenes, controles, trabajos individuales) como en las menos convencionales (acciones cooperativas, trabajos en grupo). Sin embargo, la frecuencia con que sucede en el caso de las prácticas de laboratorio y los exámenes de laboratorio sí es significativa. Entre un 15% y un 20% de las asignaturas con prácticas de laboratorio conservan las calificaciones positivas para cursos posteriores. Cabe plantearse si las normativas de evaluación deben pronunciarse sobre la viabilidad o no de estas interpretaciones. Y preguntarse si la decisión obedece a planteamientos docentes o a problemas de orden práctico. ¿En qué se diferencian las prácticas de laboratorio del resto de pruebas de evaluación?

El peso de esta actividad, cuando se computa para la nota final tiene un valor medio de 2,1 puntos sobre 10.

Cuestión 4: sobre la simultaneidad de los sistemas de evaluación

En principio, las metodologías asociadas a la evaluación continua fueron uno de los preceptos establecidos por la reforma de Bolonia. Existen opiniones enfrentadas dentro del profesorado entre quienes defienden que el establecer posibilidades alternativas de superación de las pruebas hace perder fuerza o no al sistema de evaluación continua dentro de su aspecto formativo. Parece interesante estimar como ha sido la adopción de esta decisión en la universidad, puesto que al principio no estaba permitida la coexistencia de ambos.

Se trataba de comprobar que porcentaje de asignaturas se encontraban en cada uno de los siguientes casos:

Santos, F. ; Arroyo, J.M. et al.

- La evaluación continua y la evaluación sólo final son excluyentes
- Se permite al alumno ambas evaluaciones
- No se define la respuesta en la guía de aprendizaje

De un total de 2158 guías, para el primer caso tendríamos 47%, 17% para el segundo y no se conoce en el 36%. El porcentaje de asignaturas en que se permite al alumno ambas evaluaciones es significativo. A priori, cabría pensar que esta circunstancia dificulta el propio seguimiento de la asignatura que lo permite, pues el alumno tendría más facilidad para abandonar la asignatura que da como opción la evaluación mediante solo prueba final. En cambio, no hay constancia clara a partir de los informes de los distintos mecanismos de coordinación vertical y horizontal de la universidad de que se hayan producido este tipo de consecuencias. Como dato adicional puede indicarse que dicha opción está sobre todo ligada al departamento encargado de la docencia, por lo que la situación normal es que no todas las asignaturas del semestre cuenten con esa posibilidad. Cabría entonces admitir, que la simultaneidad de ambos sistemas de evaluación no va en detrimento de la evaluación continua.

Cuestión 5: sobre el momento del semestre en que la asignatura puede quedar cerrada al aprobado

Este problema afecta sobre todo a la tasa de absentismo de la asignatura y en consecuencia al abandono en su conjunto. El asunto ha sido ya contemplado en la actual normativa de la UPM e interesaba conocer datos sobre los indicadores propuestos para comprobar el ajuste entre realidad y norma. Se proponían dos indicadores distintos para la prospección.

Por un lado el “transcurso medio” de semestre cuando en la asignatura se llega al primer hito en que la asignatura puede quedar cerrada al aprobado. Se trata de uno de los parámetros típicos en que es necesario buscar un equilibrio. En la medición efectuada para 1849 asignaturas el valor medio del tiempo transcurrido estaría en un 73,1% de la duración del semestre, lo que parece ser bastante razonable, teniendo en cuenta que en bastantes de ellas no existe la posibilidad de cierre.

Además del valor medio se ha comprobado la distribución de dicho punto de cierre del semestre y el análisis de dicho valor es bastante más preocupante: existe un porcentaje de 12% de asignaturas que marcan el primer hito de cierre antes de transcurrido un 20%

Desarrollo de herramientas para la recogida de información y el análisis de los procedimientos de evaluación de asignaturas en la UPM. Conclusiones respecto al cumplimiento de la normativa.

del semestre y hasta un 13% adicional que lo marcan entre el 20% y el 40% del semestre. Parece muy mal entendido el incentivo al trabajo del alumno.

Conclusiones y prospectiva

De forma muy simplificada y resolviendo algunas de las cuestiones planteadas:

- Existe un porcentaje significativo de asignaturas que no informan sobre la evaluación mediante solo prueba final.
- Existe un porcentaje detectable de asignaturas que tienen una nota de partida superior a 10 para la nota de evaluación continua.
- Las irregularidades asociadas a calificaciones no alcanzables en la evaluación mediante solo examen final o en la convocatoria extraordinaria, no se detectan en la versión formal de las guías de aprendizaje.
- Existe un porcentaje pequeño pero significativo de asignaturas que conservan la calificación de las pruebas evaluación asociadas a prácticas de laboratorio o examen de laboratorio.
- Un porcentaje importante de asignaturas permiten la simultaneidad de sistemas de evaluación (continua pero también solo final) que la normativa no consideraba.
- Existe asimismo un porcentaje relativamente alto de asignatura que establecen notas de cierre en momentos muy tempranos del desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje.

Cuestiones y/o consideraciones para el debate

Las cuestiones y/o consideraciones para el debate se podrían centrar, por una parte, en los temas concretos expuestos en las conclusiones respecto al cumplimiento de la normativa, fundamentalmente en lo que respecta al apoyo que desde el reglamento se pueda dar a los sistemas de evaluación continua.

Por otro lado, cabría preguntarse, como en otros ámbitos de la gestión universitaria que afectan a todas las universidades de forma general, si existe o no la posibilidad de plantear desde un órgano superior la publicación de un texto base que sirviera de referencia para todos, en el doble sentido de garantizar a los estudiantes la aplicación de una normativa

Santos, F. ; Arroyo, J.M. et al.

justa y por otro lado lograr una solución estable más o menos definitiva al menos a nivel documental.

Referencias

- Boekaerts, M., y Corno, L. (2005). Self-regulation in the classroom: A perspective on assessment and intervention. *Applied Psychology-an International Review- Psychologie Appliquee-Revue Internationale*, 54(2), 199–231.
- Bordas Alsina, I., & Cabrera Rodríguez, F. A. (2001). Estrategias de evaluación de los aprendizajes basados en el proceso. *Revista Española de Pedagogía*, 218, 25–48.
- Brown, S., y Glasner, A. (2003). *Evaluar en la universidad. Problemas y nuevos enfoques*. Madrid: Narcea.
- Cano García, M. E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 1–16.
- Cole, D. J. (2000). *Portfolios across the curriculum and beyond*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- De los Ríos-Carmenado, I.; Cazorla, A; Díaz-Puente J.M.; & Yagüe, J.L., 2010. Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2 (2): 1368-1378.
- De los Ríos-Carmenado, I.; Rodríguez, F.; 2015. Promoting professional Project Management skills in Engineering Higher Education: Project-based learning (PBL) strategy. *International Journal of Engineering Education* Vol. 31, No. 1(B), pp. 1–15, 2015
- López-Pastor, V. M. (2009). *Evaluación formativa y compartida en Educación Superior. Propuestas, técnicas, instrumentos y experiencias*. Madrid: Narcea.
- Olmos Migueláñez, S. (2008). *Evaluación Formativa y Sumativa de estudiantes universitarios: Aplicación de las Tecnologías a la Evaluación Educativa*. Universidad de Salamanca.
- Pérez Pueyo, Á., Taberero Sánchez, B., López Pastor, V. M., Ureña Ortiz, N., Ruiz Lara, E., Capulloch Bujosa, González Fernández, N. Castejón Oliva, F. J. (2008). Evaluación formativa y compartida en la docencia universitaria y el Espacio Europeo de Educación Superior: cuestiones clave para su puesta en práctica. *Revista de Educación*, 347, 435–451.
- Reddy, Y. M., & Andrade, H. (2010). A review of rubric use in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(4), 435–448.
- Normativa de evaluación del aprendizaje de las titulaciones de Grado y Máster Universitario con planes de estudio adaptados al R.D. 1393/2007, aprobada por Consejo de Gobierno de la UPM

Proyecto de orientación y mentorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería

Juan Pedro Peña Martín, Eva González Parada, Carmen García Berdonés y Eduardo Javier Pérez Rodríguez^a

^aTodos los autores pertenecen al Dpto. de Tecnología Electrónica - E.T.S.I. de Telecomunicación - Universidad de Málaga. Los e-mails son, respectivamente, (jppena@uma.es), (gonzalez@uma.es) (berdones@uma.es) y (edu@uma.es).

Abstract

This work presents a counseling plan for new students in the School of Telecommunications Engineering at the University of Malaga. The program, which has gone through several phases over three years, uses veterans mentoring students. Despite the reduced participation, it has enabled the development of various educational and socializing activities (for mentors and mentees) and a better understanding of the problems affecting new students.

Keywords: EHEA, Advising program, Mentoring program

Resumen

En este trabajo se presenta un plan de orientación a alumnos noveles en la ETSI de Telecomunicación de la Universidad de Málaga. El programa, que ha pasado por diversas fases en tres años, utiliza la mentoría de alumnos veteranos. Pese a la reducida participación, ha posibilitado el desarrollo de diversas actividades formativas y socializantes (para mentores y mentorizados), así como un mejor conocimiento de los problemas que afectan a los alumnos noveles.

Palabras clave: EEES, Programa de orientación, Programa de mentoría.

Introducción

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) conlleva la adopción de nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje, así como un nuevo enfoque para la tutoría (Pallisera, 2010). La acción tutorial que promueve va más allá de la ayuda y orientación en materias

Proyecto de orientación y mentorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería

académicas concretas, constituyendo un sistema de apoyo y orientación al alumno desde su ingreso en la Universidad así como un soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Estas líneas generales marcadas por la Comisión Europea se han plasmado en la legislación española de diversas formas. Por un lado, en (RD-1393, 2007), modificado por (RD-861, 2010), se incluye la “Orientación al estudiante” demandando a las titulaciones de Grado “Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes”. Por otro, (RD-1791, 2010) establece en su Capítulo V que los principios generales de los sistemas tutoriales integren de manera coordinada las acciones de información, orientación y apoyo formativo a los estudiantes, desarrolladas por el profesorado y el personal especializado. Este planteamiento distingue entre tutorías de titulación y tutorías de materia. Las primeras, referenciadas por los expertos como tutorías integrales, consideran no solo aspectos instructivos sino que también aspectos sociales, personales y afectivos. Un Plan de acción Tutorial se define como el diseño y desarrollo de mecanismos de ayuda, información, orientación y formación a los estudiantes, como respuesta a las necesidades detectadas en los ámbitos académico, administrativo y social-profesional. Y un modelo posible para estas tutorías integrales consiste en las tutorías entre iguales o mentoría.

Varias universidades españolas llevan más de una década realizando proyectos de mentoría. En España, el origen de dichas acciones se encuentra en el Proyecto SIMUS (Valverde, 2001), promovido por la Universidad de Sevilla y a la que posteriormente se sumaron la ETSIT de la Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Burgos, la Universidad de las Palmas, etc. La implantación de este tipo de iniciativas se ha realizado en muchas ocasiones a través de las titulaciones de ingeniería, como nuestro caso. Las ingenierías en las Universidades Públicas tienen altas tasas de abandono y de fracaso en el primer año (MECD, 2014), por lo que se tiende a dirigir la mentoría a estudiantes de nuevo ingreso, considerando bajo esta denominación tanto a los alumnos de primer curso como a los alumnos de intercambio internacional.

Por otra parte y también al amparo del EEES (ENQA, 2015), las memorias de verificación de las titulaciones recogen una metodología para la gestión y mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje, recogida bajo el denominado Sistema Garantía de Calidad (SGC). Dentro del SGS implementado por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación (ETSIT) de la Universidad de Málaga (UMA), el proceso clave PC05 “Orientación a los Estudiantes” establece el modo en el que el Centro revisa, actualiza y mejora los procedimientos relacionados con las acciones de acogida, de tutoría y de apoyo a la formación y a la orientación de sus estudiantes.

Por todo lo expuesto, nuestra Escuela arrancó en el curso 2012-2013 un Plan de Acción tutorial (PAT), en el marco del PC05 del SGC. El primer PAT (V0) ha continuado los dos cursos siguientes (V1 y V2), hasta la fecha, aunque retocado cada año en proceso de mejora

J. P. Peña Martín, E. González Parada, C. García Berdonés y E. J. Pérez Rodríguez

continua. El presente trabajo expondrá el diseño del PAT V0 y sus modificaciones hasta el PAT V2, en ejecución el presente curso 2014-15.

Un programa de orientación se tiene que adaptar a las características y contexto de la Universidad y Centro donde se va a implantar. Pero se puede establecer una estructura y metodología de trabajo general a partir de la cual se organiza la acción. Por ello, para llevar a cabo el PAT de nuestro Centro se analizaron diversas experiencias de distintas universidades que inspiraron nuestra estructura y metodología de partida para el PAT. Entre otros, se tomaron como referencia algunos programas similares activos en otras universidades (Buddy-Programme, 2015), (Programa-orient, 2015), (PAT-MENTOR, 2015). Y en particular (GOU, 2015), al tratarse de una experiencia por compañeros de la propia UMA, ha constituido un importantísimo soporte a esta actividad.

La organización de este trabajo es como sigue. Tras la introducción a la orientación al alumnado dentro del EEES, en la siguiente sección presentaremos las líneas generales y objetivos del PAT, que constituyen su esencia más allá de las adaptaciones necesarias. El desarrollo y resultados del PAT el primer año y el rediseño, ejecución y resultados del PAT V1 y V2, serán el objetivo de la dos siguientes secciones. Finalmente, se presentarán las conclusiones y líneas futuras de este trabajo.

Líneas generales del PAT de la ETSIT

A la vista de lo indicado en la sección anterior, nos planteamos desarrollar acciones para mejorar la orientación de los alumnos, prioritariamente de los estudiantes de nuevo ingreso, con lo que las líneas de intervención generales (**objetivos**) van enfocadas a: a) facilitar la transición del alumnado universitario novel desde la enseñanza preuniversitaria a la Universidad, incluyendo orientación hacia los métodos de trabajo más eficaces; b) detección y afrontamiento de los problemas típicos más relevantes que surgen a alumnos noveles, y c) facilitar la integración de los alumnos en la institución, es decir, realizar así una orientación, además de académica, administrativa y social.

En lo que se refiere al diseño, inicialmente se dejó abierto el desarrollar la orientación mediante profesores tutores (estilo clásico) o mediante mentores, estudiantes de cursos superiores supervisado por un profesor cuyo objetivo es la orientación y asesoramiento de un grupo de estudiantes noveles (mentorizados) para lograr los objetivos mencionados. El segundo caso implica un objetivo adicional relacionado con la formación de los mentores, potenciando sus habilidades sociales, de relación, de orientación y liderazgo, es decir, se convierten a la vez en colaboradores y beneficiarios del programa.

La estructura de organización general que asumimos se presenta en la figura 1. Allí se contemplan los principales agentes involucrados en el PAT. Resumidamente, las funciones de cada uno se muestran en la tabla 1.

Proyecto de orientación y mentorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería

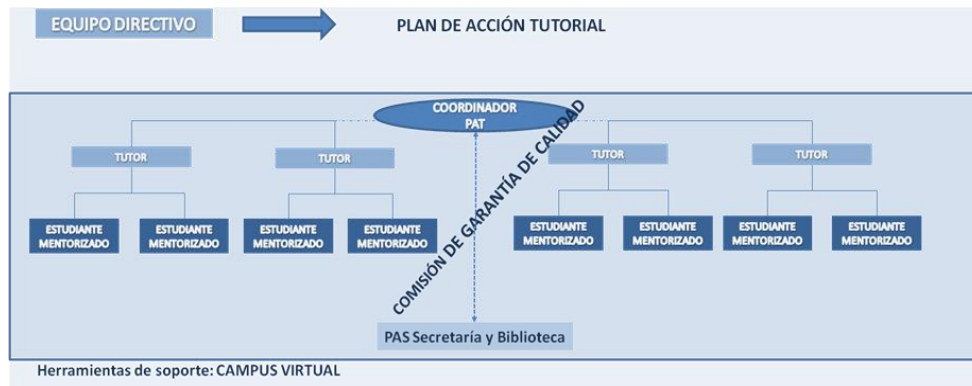


Figura 1. Estructura de organización general PAT. Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Funciones de los distintos agentes en el programa

Equipo Directivo	Máximo responsable del PATE
CGC	Aprueba y evalúa todas las acciones de mejora que, como el PAT, desarrollan el SGC
Coordinador PAT	Se encarga de la organización, coordinación y desarrollo
Tutores voluntarios	Desarrollan las acciones establecidas en el PAT sobre un grupo de estudiantes mentorizados
Estudiantes mentorizados	Recibe las acciones del PAT. Está constituido por los estudiantes de primer curso de las titulaciones de grado que voluntariamente quieran participar
PAS de Secretaría y Biblioteca	Colaboran el desarrollo de acciones de orientación en el ámbito administrativo y de biblioteca
Herramientas software de soporte	Un espacio en Moodle en el que se puede gestionar ordenadamente la interacción entre diversos usuarios, así como el intercambio de documentación y materiales que implica el PAT; se creó una asignatura en Moodle con secciones y privilegios de uso distinto para cada uno de los actores, foros de comunicación privada por grupos, WIKIs para recopilación de experiencias y diversos cuestionarios con fines informativos

La figura 2 muestra una visión parcial de la organización de ese espacio virtual basado en Moodle (Campus Virtual, CV) (PAT V2)¹. Por otro lado, la metodología de trabajo general es la que se presenta en la figura 3. Tal y como se muestra, se realizó una Guía para el asesoramiento y la extracción de información (HeGAE). En paralelo, se previó una herramienta para la evaluación del PAT (HeEP).

¹ Hay que resaltar la dificultad de los diversos roles y orígenes de los participantes: a) profesorado Coordinador con acceso pleno como gestores; b) profesorado colaborador, sin permiso de edición; c) mentores, con zonas y recursos de uso restringido para su intercomunicación; d) alumnado PAT; constituido por estudiantes noveles inscritos en el PAT y, por tanto, miembros de un grupo de orientación liderado por un mentor, que también disponían de un espacio de comunicación propio, y e) alumnado en general que incluía, además de los grupos anteriores, a todos los alumnos noveles. La mayor parte de los recursos documentales generados en las actividades acababan poniéndose a disposición de este amplio grupo.

J. P. Peña Martín, E. González Parada, C. García Berdonés y E. J. Pérez Rodríguez



Figura 2. Zona virtual del PAT V02

Con la HeGAE se pretendió generar una guía a los tutores para tratar con los tutorizados todos los aspectos que se consideraron clave para una correcta integración del estudiante novel (era también una herramienta socializadora que facilitaba temas de conversación e interés), a la vez que se indagaba sobre si dichos aspectos clave realmente lo eran para los estudiantes. Además, se pretendió recoger información que permitiera identificar posibles problemas sobre su integración en la Escuela y que pudieran ser el germen de acciones de mejora en el seno de la CGC. En la Tabla 2 se resumen las cuestiones que se incluyeron en la HeGAE junto a cuál de los dos objetivos recién expuestos responden. Nótese que tiene dos bloques diferentes para cada semestre ya que el alumno novel tiene una evolución importante durante sus primeros meses en la universidad. Respecto a la herramienta para la evaluación del PAT (HeEP), su objetivo principal es recabar información acerca del nivel de satisfacción de las figuras del tutor y del tutorizado.

El diseño tanto de la HeGAE como de la HeEP se ha ido modificando en las nuevas versiones del PAT. En adelante, trataremos sólo los resultados de las cuestiones señaladas en negrita, que son las que están relacionadas directamente con el trabajo que aquí se presenta.

Proyecto de orientación y mentorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería

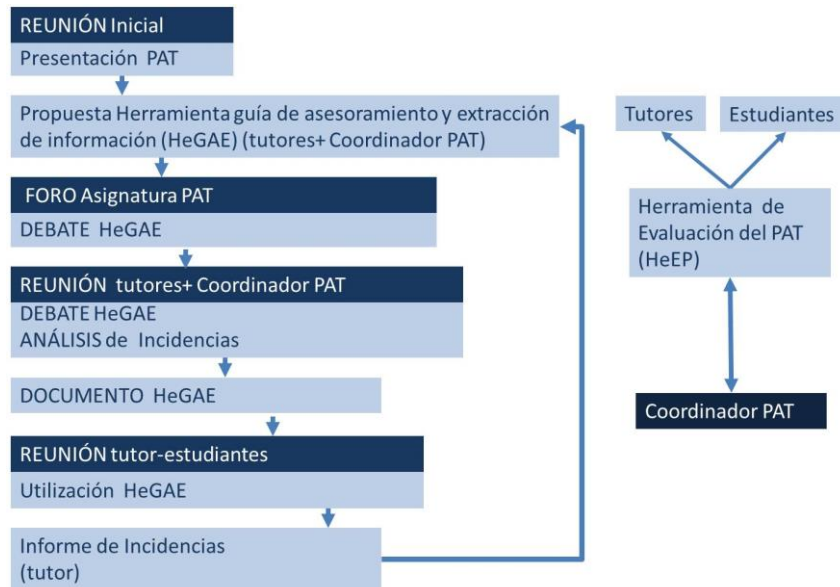


Figura 3. Metodología de trabajo general PAT. Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Diseño de la HeGAE y objetivos. Fuente: elaboración propia.

	Cuestiones relacionadas con...	Objetivo
PRIMER SEMESTRE	Perfil de entrada (tipo de bachiller, opción de elección)	A ser tratado por la CGC
	Expectativas (motivación, perspectivas de éxito, estrategias de enfrentamiento generales previstas)	Asesoramiento/ A ser tratado por la CGC
	Nivel de conocimiento de la propia titulación	Asesoramiento/ Verificar necesidad de asesoramiento
	Nivel de conocimiento de los recursos (normativa de permanencia y matriculación, biblioteca y CV)	Asesoramiento/ Verificar necesidad de asesoramiento
	Previsión de falta de estudio por motivos intrínsecos (trabajo, problemas familiares...)	Asesoramiento
SEGUNDO SEMESTRE	Problemas con la formación preuniversitaria y experiencia con el curso 0	A ser tratado por la CGC
	Grado de dificultad por asignatura y experiencia con la evaluación continua	A ser tratado por la CGC
	Estrategias de enfrentamiento (tiempo dedicado al estudio, metodología, asistencia a clase, tutorías)	Asesoramiento/ Verificar necesidad de asesoramiento
	Resultados obtenidos (reflexión sobre los resultados y su relación con las estrategia) y satisfacción general con el curso	Asesoramiento/ A ser tratado por la CGC

J. P. Peña Martín, E. González Parada, C. García Berdonés y E. J. Pérez Rodríguez

Diseño, puesta en marcha y resultados del PAT V0 (Curso 2012-13)

Diseño definitivo de las Herramientas

En PAT V0 se marcó un objetivo adicional: mejorar la fluidez en las relaciones profesor-alumno, que venían tradicionalmente siendo reportadas como no plenamente satisfactorias por ambas partes. Así, la opción de estudiantes-mentores quedó aplazada y el escenario responde al de la Figura 1 con el rol del tutor jugado por miembros del profesorado.

Respecto a la HeGAE, se escogió materializarla mediante un cuestionario pasado por CV, previo a una entrevista que completara la información recogida por el cuestionario. Para esta entrevista se generó una Guía (entrevista semi-estructurada) con la filosofía explicada en la sección anterior. Después se recogía un informe (sin identificar a los alumnos²) a través de Moodle para su tratamiento por parte de los coordinadores del PAT y de la CGC.

Por su parte, la HeEP se materializó en un cuestionario Moodle que recababa información sobre la satisfacción de los usuarios, sobre el cumplimiento del objetivo adicional del PAT V0 y sobre el posible uso de mentores en futuras ediciones.

Resultados y análisis para el rediseño

La tabla 3 recoge el nivel de participación de estudiantes y tutores a lo largo del primer curso. La participación inicial fue alrededor del 20% (sobre unos 250 alumnos nuevos).

Tabla 3. Datos de participación.

Participación inicial		Participación Estudiantes HeGAE				Participación HeEP	
Estudiantes	Tutores	Encuesta 1	Entrevista 1	Encuesta 2	Entrevista 2	Estudiantes	Tutores
53	23	52	39	34	19	8	23

La tabla 3 corresponde sólo a estudiantes tutorizados. Los datos de participación para el resto de estudiantes (los no participantes en el programa de mentoría) fueron: 44 (primer cuatrimestre) y 22 (segundo cuatrimestre) en la HeGAE, y 3 en la HeEP. Los datos aportados por ambos colectivos apenas presentaron diferencias significativas por lo que se decidió para posteriores ediciones no distinguir entre ambos. Como se puede ver, la participación de los estudiantes fue decayendo según avanzaba el curso³.

² Desde el primer momento se exigía a los tutores compromiso de confidencialidad, transmitir la información sin identificar la fuente para dar confianza a los tutorizados, y así se les transmitió a ellos también.

³ Básicamente, los estudiantes tutorizados no respondían a los correos de los tutores, aunque en alguna ocasión se reportó imposibilidad de concertar una cita por problemas de agenda de ambos.

Proyecto de orientación y mentorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería

La tabla 4 muestra los datos globales relevantes de la primera encuesta, mientras que la tabla 5 da información específica de los alumnos inscritos al PAT. La tabla 6 muestra los datos recogidos con HeEP.

Tabla 4. Datos globales recogidos con HeGAE. Fuente: primera encuesta.

Nivel de conocimiento de la propia titulación	33% tienen una idea clara del grado en el que se ha matriculado, el resto reporta dudas importantes o muchas dudas
Normativa de tiempo parcial	La conoce 16%
Normativa de créditos mínimos	La conoce 28%
Normativa de años máximos de permanencia	La conoce 22%
Precio de la matrícula	La conoce 28%

Tabla 5. Datos recogidos con HeGAE sobre estudiantes PAT. Fuente: primera entrevista.

Nivel de conocimiento de los recursos (Biblioteca y Campus Virtual)	El 64% de los estudiantes es calificado como que tiene un conocimiento suficiente y un 4% exhaustivo de ambos recursos. Los comentarios del profesorado reflejan que la Biblioteca es de los dos el recurso más desconocido.
Estrategias de enfrentamiento (Tiempo dedicado al estudio, Metodología de estudio, Asistencia a clase, Tutorías)	Hay gran dispersión entre los entrevistados. Los principales problemas que reportan son la falta de asistencia a la tutoría y la falta de organización en el estudio. Parecen no faltar horas de estudio pero no se reparten bien a lo largo del cuatrimestre o se dedican, sobre todo, a las materias que más les gustan.

Conclusión: Se aprecia la necesidad de mejorar la información de las normativas que les afectan. Así mismo se decidió para siguientes ediciones algunos cambios como introducir al PAS (recursos de Biblioteca) o guiar a los estudiantes con un Taller de técnicas de Estudio.

Tabla 6. Datos recogidos con HeEP.

Cumplimiento del objetivo acercamiento estudiante-profesor	62% del profesorado entiende que se ha alcanzado en un nivel alto o muy alto 62% del alumnado entiende un nivel alto, 0% muy alto
Conveniencia de introducir alumnos mentores	85% del profesorado entienden que merecería la pena 100% del alumnado entienden que merecería la pena
Satisfacción general	3,8/5 Valoración del profesorado 3,5/5 Valoración del alumnado
Utilidad del PAT para los estudiantes	100% muy útil Valoración del profesorado No se pregunta al alumnado
Respecto a la difusión	100% del alumnado no participante en el PAT no ha oído hablar

Conclusión: Decidimos evolucionar hacia alumnos mentores, pese a perder en cuanto a la relación profesor-alumno que no ha sido tampoco totalmente satisfactoria (62%).

J. P. Peña Martín, E. González Parada, C. García Berdonés y E. J. Pérez Rodríguez

Rediseño, ejecución y resultados del PAT V1 y V2 (Cursos 2013-14 y 2014-15)

La principal novedad de estas dos versiones es que el escenario en el que se planeó desarrollar el PAT responde al de la Figura 1 con el rol del tutor jugado ahora por estudiantes veteranos voluntarios. La participación de estos estudiantes tenía como incentivos: a) créditos por actividades de orientación que están contemplados por la UMA (hasta 2 por curso); b) formación específica para su función de orientación y mentoría, proyectable a su futuro profesional (requiere monitores externos, como psicólogos o pedagogos)⁴, y c) sin duda y a la vista de sus actitudes y resultados, el principal incentivo ha sido simplemente su voluntad de ayudar a otros compañeros que están pasando por lo que ellos ya pasaron.

Por tanto, se planeó un plan de formación dual, para los mentores por un lado potenciando las competencias que se esperan de ellos, y para estudiantes tutorizados por otro, ayudándoles sobre algunas competencias transversales que pueden facilitarles superar su adaptación a la universidad, pero sin olvidar una ayuda para su socialización, aspecto frecuentemente descuidado en las Escuelas de Ingeniería⁵.

Además, la participación de un miembro del PAS de Secretaría y otro del PAS de Biblioteca, ha permitido la elaboración y puesta a disposición de los alumnos de sendas guías en formato FAQ (“frequently asked questions”) de dichos servicios. Por último, de forma paulatina se fue simplificando el HeGAE y HeEP pasando parte de los cuestionarios a las entrevistas semi-estructuradas como a continuación se indica.

Rediseño de las Herramientas

Respecto a la HeGAE y conscientes de que los alumnos tienen actualmente un exceso de encuestas de prospectiva, cada año se ha intentado simplificar y reducir. En el PAT V2, solo mantenemos las entrevistas semi-estructuradas (una por cuatrimestre) y con contenidos bastante depurados para que cumplan la doble misión, informar a los alumnos noveles de temas de interés poco conocidos y recabar información sobre sus dificultades específicas. La entrega por los mentores a través de Moodle de la información recopilada era uno de los controles de que el mentor estaba realizando adecuadamente su labor.

Como hay un porcentaje relativamente bajo de estudiantes implicados en el PAT y, además, muchos se van desenganchando según transcurre el curso, desarrollamos un cuestionario específico para averiguar las razones, dirigido a todos los alumnos noveles. Se preguntó

⁴ Se han realizado seminarios y talleres sobre Taller sobre “Autoconocimiento y liderazgo”, “Gestión del tiempo”, “Solución de conflictos interpersonales”, “Técnicas de manejo del stress y la ansiedad ante pruebas académicas”, “Técnicas de Orientación Universitaria -- tutoría entre iguales”, “Introducción a las habilidades comunicativas” y “Las estrategias de afrontamiento académico / Inteligencia emocional”.

⁵ Se han realizado seminarios y talleres sobre afrontamiento de los exámenes, gestión del tiempo o técnicas de estudio para diferentes asignaturas y hay diversos planes para futuras ediciones. En PAT V0 sólo cupo un pequeño taller por limitación de tiempo.

Proyecto de orientación y mentorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería

sobre las expectativas de los estudiantes respecto al PAT y, en el caso de que hayan formado parte del programa, sobre las relaciones con sus mentores. Para mejorar la participación en el HeEP, que el primer año se realizó sobre Moodle y fue muy baja, el segundo año se decidió pasarla en tiempo de clase de los estudiantes. Desistimos de repetirla en el PAT V2, ya que con la información recabada en la V1 parecen claras las actuaciones demandadas por los estudiantes.

Resultados

La tabla 7 recoge el nivel de participación de estudiantes y mentores a lo largo de los dos cursos. La participación inicial de estudiantes noveles se aproxima 25% del total de primero en ambos cursos. Respecto a los datos recogidos con HeGAE sobre estudiantes PAT se muestran en tabla 8.

Tabla 7. Datos de participación V1 y V2.

	Participación inicial		Participación Mentores/ Estudiantes HeGAE				Participación HeEP	
	Estudiantes	Mentores	Encuesta 1	Entrevista 1	Encuesta 2	Entrevista 2	Estudiantes	Tutores
PAT V1	92	16	No aplica- /78	7/11	Junto Entre- vista 2	5/7	159	Junto Informe 2
PAT V2	112	24	Junto Entrevista 1	8/18	Junto Entre- vista 2	4/7	No se realiza	Junto Informe 2

Tabla 8. Datos con HeGAE sobre estudiantes PAT .Fuente primera entrevista

Nivel de conocimiento de los recursos (Biblioteca y Campus Virtual)	Biblioteca- Nivel de conocimiento reportado V1 4,0/5 (sobre 4 respuestas de 11) V2 4,2/5 (sobre 5 respuestas de 18) Campus Virtual- Nivel de conocimiento reportado V1 4,0/5 (sobre 4 respuestas de 11) V2 4,3/5 (sobre 5 respuestas de 18)
Estrategias de enfrentamiento	No se recogieron datos durante la realización de las entrevistas

Conclusión: La recogida de datos por los mentores es más pobre que la realizada por el profesorado en la V0. Se propone asociar profesorado a los grupos mentor-mentorizados en siguientes ediciones para guiarlos más o para que los propios profesores recaben la información sobre determinadas cuestiones. Los datos recogidos con HeGAE sobre todos los estudiantes son muy similares a los de la V0. Los datos recogidos en los informes de los mentores reflejan alto grado de satisfacción por la formación recibida (todos la mencionan) y el deseo de que el PAT continúe. También realizan recomendaciones para su mejora para

J. P. Peña Martín, E. González Parada, C. García Berdonés y E. J. Pérez Rodríguez

futuras ediciones. Las conclusiones se resumen en comenzar antes las actividades⁶, y hacer alguna actividad lúdica conjunta de todos los participantes que se propondrá para la V3.

Un resumen (se han seleccionado los de mayor relevancia) de los datos recogidos sobre todos los estudiantes (HeEP), se ve en tabla 9.

Tabla 9. Datos con HeEP sobre todos los estudiantes noveles. Fuente: encuesta pasada por las clases mitad de curso

Respecto a las expectativas de los estudiantes respecto al PAT	<ul style="list-style-type: none"> - Sólo el 65% (2/3) lee todos los correos que le llegan del Campus Virtual. - 50% de los que se apuntaron al PAT declaran no haber seguido la actividad posteriormente y otro 25% declara no haber tenido ocasión de contactar. - 40% abandonaron porque pensaron que le iba a hacer perder tiempo necesario para otras cosas
Respecto a las relaciones con los mentores	<ul style="list-style-type: none"> - La mayoría valora más los consejos sobre asignaturas concretas de 1º, seguido a distancia por la información global de la titulación y el apoyo moral. - En menor proporción, piden un profesor directamente como tutor y talleres específicos transversales. - Todos declaran su intención de continuar en PAT
Perspectiva de los no participantes	<ul style="list-style-type: none"> - El 56% reclama orientación de alguien que hubiera superado las mismas dificultades que ellos en las asignaturas (contradictorio). - El 38% demanda talleres sobre cómo estudiar las distintas asignaturas. - El 31% demanda un control externo del tiempo de trabajo

Conclusión: Encontramos un problema de comunicación con el e-mail, vía prioritaria del CV (en posteriores ediciones pediremos teléfono adicionalmente). El alto porcentaje de alumnos no inscritos, que dicen reclamar algo muy similar a lo que es el PAT, revela que el problema de comunicación es profundo. Los problemas técnicos de las asignaturas superan con creces cualquier otra inquietud y no llegan a percibir el beneficio de competencias transversales, lo que constituye claramente una línea futura de trabajo..

Programación de PAT V2

Las figura 4 muestra la programación de las actividades en PAT V2. Cada actividad implica una importante carga de trabajo en lo que, por brevedad, no podemos entrar.

Salidas del proceso

Un proceso del tamaño y complejidad del que aquí se describe tiene múltiples salidas/ resultados que resumimos en la tabla 10.

⁶ En la V1 no reunimos al equipo de mentores hasta 2 meses desde el comienzo del curso, lo que se subsanó parcialmente en la V2 al seleccionarlos al final del curso anterior.

Proyecto de orientación y mentorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería

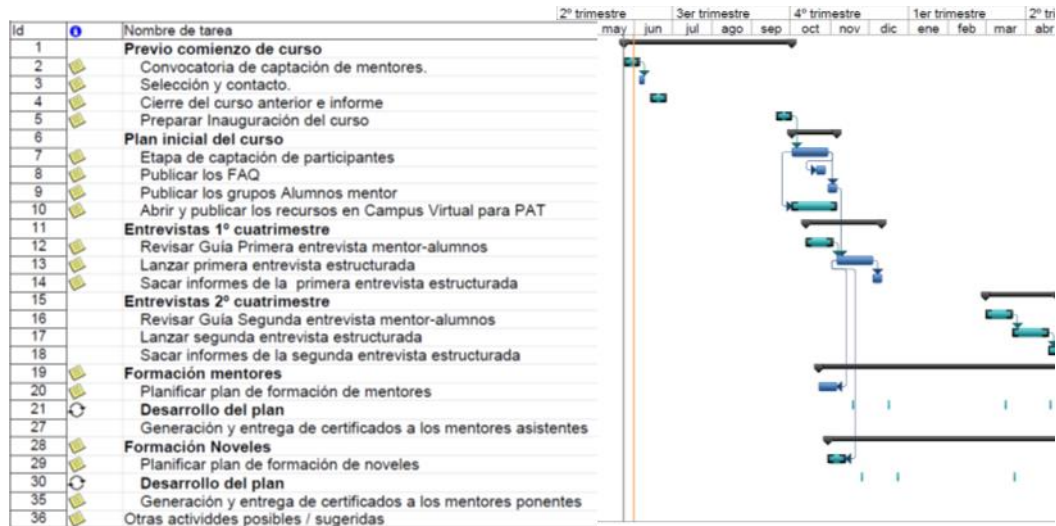


Figura 4: Resumen y cronograma aproximado de las tareas anuales

Tabla 10. Salidas relevantes del proceso

Salidas del proceso (documentos y materiales)
- Temas de interés para los alumnos noveles como documentación de los talleres y seminarios organizados para ellos u otros documentos-guía que puedan proporcionarles información importante (ejemplo, las guías de uso de los servicios elaboradas por el PAS colaborador).
- Temas de formación de los estudiantes mentores: permiten la formación sobre las funciones de orientación, tutoría y evaluación, así como sobre las estrategias de actuación con sus compañeros.
- Materiales para la evaluación y seguimiento de la actividad (guías de entrevistas, cuestionarios, etc.)
- La sala virtual generada constituye por sí misma un valioso recurso TIC, que en su mayor parte representa un trabajo ya hecho para el futuro.

Conclusiones y líneas futuras

El Plan de Acción Tutorial que hemos llevado a cabo durante los tres últimos cursos fue concebido como un proceso de mejora continua, que ha ido conservando sus logros y modificando aquellos parámetros que han resultado problemáticos. En la tabla 11 se muestran esquemáticamente las conclusiones en forma de beneficios detectados por un lado y problemas y retos para el futuro, por otro. Debemos resaltar nuestra excelente experiencia con los estudiantes mentores, pero también que, claramente, no hemos sabido transmitir el mensaje del PAT al colectivo de estudiantes noveles. Diremos también que coincidimos plenamente con (Zabalza, 2013) en “la importancia que los sistema de tutoría, orientación y apoyo a los estudiantes están llamados a tener en la nueva universidad del siglo XXI”.

J. P. Peña Martín, E. González Parada, C. García Berdonés y E. J. Pérez Rodríguez

Por todo ello, ya ha arrancado el PAT V3 con nuevas actuaciones orientadas a ese colectivo de alumnos de primeros cursos.

Tabla 11. Conclusiones

Beneficios	Problemas y retos
<ul style="list-style-type: none"> • Hemos obtenido un elevado conocimiento del pensamiento y sentimiento real de alumnos noveles. • Las actividades realizadas, pese a la escasa asistencia, han sido muy bien consideradas, por lo que esperamos mejor futuro. • En el grupo de mentores hubo mucho menos abandono (50%), alta motivación, éxito del ciclo formativo y mejora curricular en sus competencias sociales. • Las dinámicas ya diseñadas se puede esperar que tengan menor coste de trabajo en cursos siguientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • El decaimiento de la participación obliga a actividades de fidelización (bajo estudio). • Demandado y relacionado con la fidelización, debemos planear actividades colectivas en fases muy tempranas del curso. • La prioridad de aprobar pesa más que todo lo demás, pero no conseguimos que asocien estas actividades con un beneficio indirecto sobre sus aprobados (bajo estudio). • La coordinación del programa ha tenido un coste en horas excesivo, que no puede mantenerse en el tiempo. El reto es automatizar el proceso en lo posible. • Aumentar la oferta formativa del proyecto (nótese que los talleres / seminarios se abren a todos los alumnos de 1º)

Agradecimientos

A todos aquellos que han sido tutores del PAT, profesorado y alumnado, y al PAS colaborador por su dedicación y entusiasmo. Este proyecto ha sido parcialmente financiado por la Universidad de Málaga a través del Proyecto de Innovación Educativa (PIE13-046): “*Plan de orientación tutorial para estudiantes de nuevo ingreso en la ETSI de Telecomunicación*”.

Referencias

- Buddy Programme (*Programa Mentor de la UGR*). Última consulta (junio 2015). Universidad de Granada. Disponible en <http://internacional.ugr.es/pages/perfiles/estudiantes/programa-mentor-de-la-ugr>
- ENQA (European Association for Quality Assurance in Higher Education). Última consulta (junio 2015). *Standards and guidelines for quality assurance in the European Higher Education Area*. Disponible en <http://www.enqa.eu/index.php/home/esg/>
- GOU (*Grupo de Orientación Universitaria*). Última consulta (junio 2015). Universidad de Málaga. Facultad de Psicología y Facultad de Ciencias de la Educación. Disponible en <http://www.webgou.uma.es/>
- MECD (Ministerio de Educación, cultura y deporte) (2014). *Datos básicos del sistema universitario español. Curso 2013/14*. Última consulta (junio 2015). Disponible en

Proyecto de orientación y mentorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería

http://www.mecd.gob.es/dms/mecd/educacion-mecd/areas-educacion/universidades/estadisticas-informes/datos-cifras/DATOS_CIFRAS_13_14.pdf

Pallisera, M., Fullana, J., Planas, A., y del Valle, A. (2010). *La adaptación al espacio europeo de educación superior en España - Los cambios/retos que implica la enseñanza basada en competencias y orientaciones para responder a ellos*. Revista Iberoamericana de Educación 52,4.

PAT-MENTOR (*Orientación y tutoría de apoyo*). Última consulta (junio 2015). Universidad de Burgos. Disponible en <http://www.ubu.es/servicio-de-informacion-y-extension-universitaria/servicios-unidad-de-informacion/orientacion-y-tutoria-de-apoyo>

Programa orient@esii. Última consulta (junio 2015). Universidad de Castilla la Mancha. Escuela Superior de Ingeniería Informática. Disponible en <http://www.esiiab.uclm.es/news.php?codnoti=334>

Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, *por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. BOE núm. 260, de 30/10/2007.

Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, *por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario*. BOE núm. 318, de 31/12/2010.

Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, *por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. BOE núm. 161, de 3/7/2010.

Valverde, A., García, E. y Romero, S. (2001). *Desarrollo de un sistema de alumnos mentores en la Universidad de Sevilla*. Aportación al Simposio de investigación sobre educación universitaria, dentro del X Congreso Nacional de Modelos de Investigación Educativa. Revista de Investigación Educativa 19, 2, 626-627 pp.

Zabalza, M. (2013). *Ser docente es más que ser enseñante*. Revista de Docencia Universitaria 2, 11, 11-13 pp.

Estudio de género sobre el alumnado de la EPI GIJÓN

Juan Carlos Campo, Juan José del Coz, Julio Molleda, Isabel Iglesias, Susana Loredo, Francisco F. Linera

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Universidad de Oviedo. C/ Luis Ortiz Berrocal s/n. Campus de Gijón, 33203 Gijón (Asturias).

Abstract

The presence of women in almost all engineering degrees is significantly lower than that of men .

In the Polytechnic School of Engineering of Gijón, studies of three knowledge braches: industry, telecommunications and computing. This study presents the results of a survey between of the students of the School. The main objective of the survey is to get information about the personal characteristics, working conditions and the environment in order to promote strategies to increase the percentage of women in our classrooms.

Keywords: *gender, woman, engineering, survey*

Resumen

La presencia de mujeres en la práctica totalidad de los estudios de ingeniería es notablemente inferior a la de de los hombres.

En la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón se imparten estudios de tres ramas: industrial, telecomunicación e informática. El presente estudio, presenta los resultados de una encuesta realizada entre todo el alumnado de la Escuela y a la que han respondido 740 personas. Trata de obtener información relativa a las condiciones laborales y del entorno, así como respecto a las características personales, con el fin de favorecer estrategias que permitan aumentar el porcentaje de mujeres en nuestras aulas.

Palabras clave: *género, mujer, ingeniería, encuesta.*

Introducción

La Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón es un centro que surgió en 2010 a partir de la fusión de las Escuelas que impartían los estudios de ingeniería e ingeniería técnica de las

Estudio de género sobre el alumnado de la EPI GIJÓN

ramas industrial, telecomunicación e informática. Actualmente se imparten siete grados y numerosos másteres universitarios, lo que supone cerca de 4.500 estudiantes.

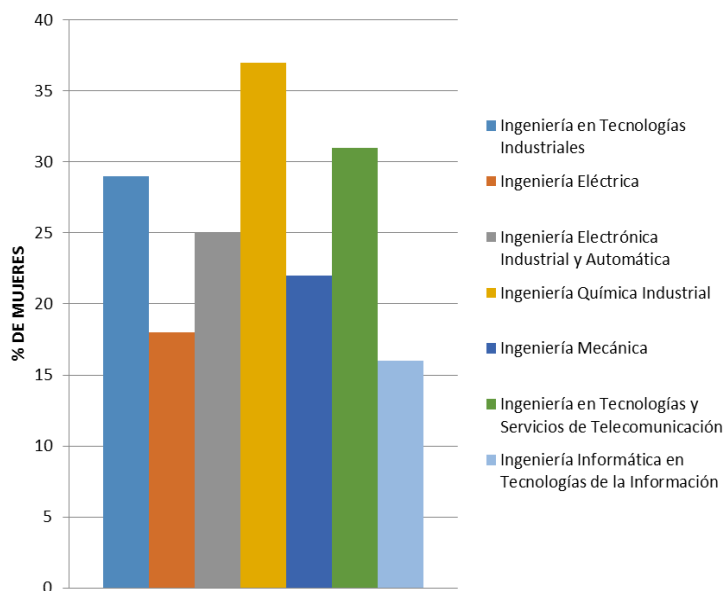
La presencia de la mujer en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón es del 27% respecto al número absoluto de estudiantes de Grado. Se trata de un número similar a la media española en la Rama de Ingeniería y Arquitectura y muy inferior a la media de la universidad española, donde las mujeres suponen el 54% del alumnado (MECD, 2013)

Hay que tener en cuenta, de todas formas, que la distribución de estudiantes es muy desigual por titulaciones. Si bien la media nacional en la rama de ingeniería y arquitectura es del 27%, en arquitectura la presencia femenina se acerca el 50% alumnado (MECD, 2013).

En la Escuela oscila entre más del 35% en el Grado en Ingeniería Química Industrial y cerca del 15% en el Grado en Ingeniería Informática (Figura 1). Si se comparan con datos de otras universidades españolas, podemos observar que la presencia es relativamente elevada (Madariaga, 2014) (Jaén, 2015) (Zaragoza, 2014) (Valladolid, 2012) (Vigo, 2015).

El presente trabajo presenta los resultados de una encuesta realizado entre el alumnado de la Escuela, con el fin de obtener información que permita establecer estrategias para incrementar el número de alumnas.

Figura 1. Porcentaje de mujeres en los Grados que se imparten en la EPI GIJÓN



J.C. Campo, J.J. del Coz, J. Molleda, I. Iglesias, S. Loreda, F.F. Linera

La encuesta

La encuesta se ha realizado por medio de correo electrónico a través de un formulario realizado con Office 365 entre todos los estudiantes de la EPI GIJÓN en febrero de 2015. Está basada en la que se presenta en (Álvarez, 2010) habiéndose establecido cuatro bloques de preguntas (tabla 1):

- Bloque 1: destinadas a asociar el género y titulación
- Bloque 2: destinadas a determinar la influencia del entorno.
- Bloque 3: destinadas a determinar características personales.
- Bloque 4: destinadas a determinar la influencia de aspectos laborales.

Tabla 1. Preguntas y posibles respuestas de la encuesta

<p>Bloque 1: ¿Eres hombre o mujer? Sí/No ¿Qué titulación estudias? Grado en Ing. Mecánica Grado en Ing. Eléctrica Grado en Ing. Electrónica Ind. y Automática Grado en Ing. Eléctrica Grado en Ing. en Tecnologías Industriales Grado en Ing. en Tecn. y Servicios de Teleco. Grado en Ing. Informática en Tecn.de la Inform. Ingeniería de Telecomunicación Ingeniería Informática Ingeniería Industrial Máster en Ingeniería Industrial Máster en Ingeniería Informática Máster en Ingeniería de Telecomunicación Ingeniería Técnica Industrial esp. Mecánica Ingeniería Técnica Industrial esp. Electricidad Ingeniería Técnica Industrial esp. Electrónica Ingeniería Técnica Industrial esp. Química Ingeniería Técnica Telemática Ingeniería Técnica en Inf. de Gestión Ingeniería Técnica en Inf. de Sistemas Otra</p>	<p>Bloque 3: ¿Por qué escogiste esta titulación? Vocación Salidas profesionales Prestigio Otra ¿Consideras que los esfuerzos que estás realizando en la carrera se corresponden con los resultados? Sí No, más esfuerzos que resultados No, mejores resultados que esfuerzos ¿Cuál de estas capacidades crees que tienes en un mayor grado? Capacidad de mando Capacidad de relacionarse Capacidad de organización Capacidad de sacrificio Capacidad técnica Capacidad de tomar decisiones</p>
<p>Bloque 2: ¿Alguno de tus familiares cercanos (padres, hermanos, abuelos o tíos) es ingeniero? Sí/No ¿Te apoyó más tu padre o tu madre para escoger la carrera? Mi padre/Mi madre/Sin diferencias significativas ¿Influyó tu orientador de enseñanza media en la elección de la titulación? Sí/No</p>	<p>Bloque 4: ¿Crees que las mujeres se encuentran en desventaja en los procesos de selección para puestos de trabajo de ingeniería? Sí/No ¿Estás dispuesto a renunciar a un ascenso si consideras que empeora tu calidad de vida? Sí/No ¿Crees que tu carrera profesional puede verse afectada por tu paternidad/maternidad? Sí/No</p>

Estudio de género sobre el alumnado de la EPI GIJÓN

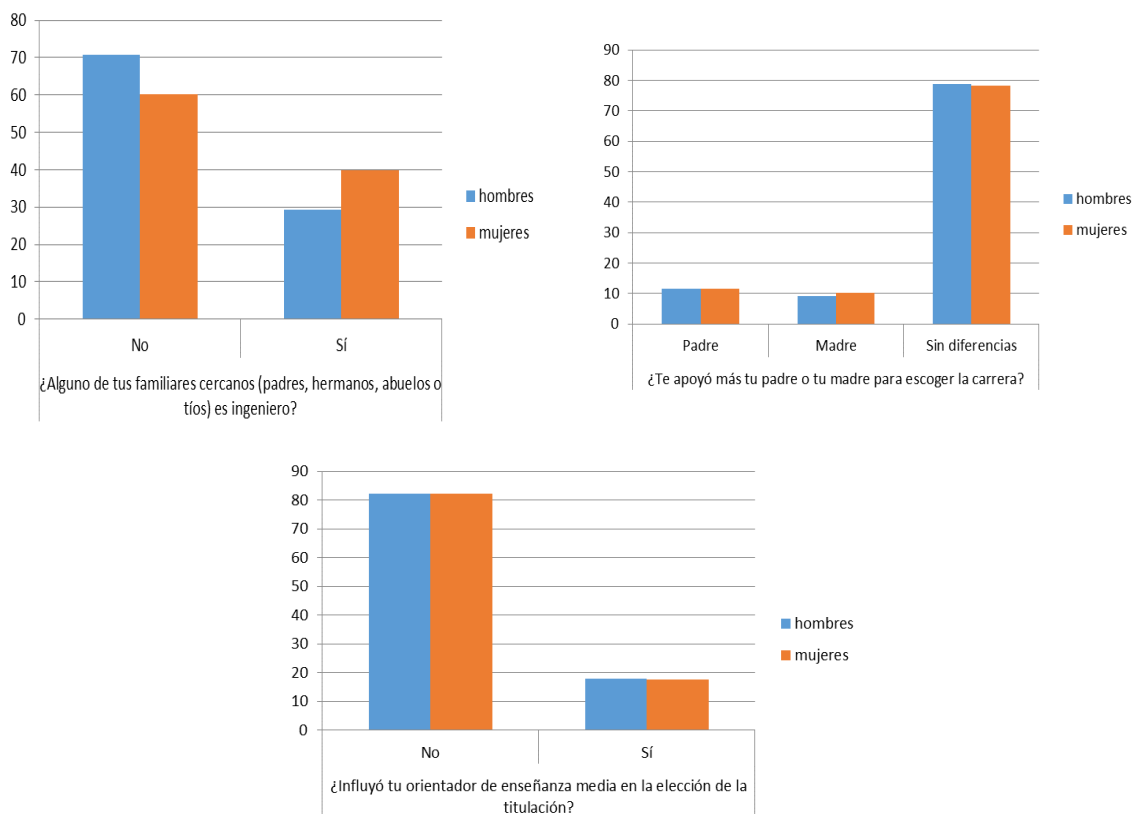
Los resultados globales

A) Influencia del entorno

Como se puede observar en la figura 2, las causas de la baja presencia femenina en nuestras aulas no se deben buscar ni en los padres ni el orientador.

Sin embargo, existen mayores diferencias en relación a referentes próximos. La proporción de mujeres que cuenta con ingenieros en su círculo familiar más próximo es más elevada que en el caso de los hombres: 40% frente al 30%. Esto viene a confirmar la tesis de algunos estudios relativa a la necesidad de referentes y a la necesidad de acciones de promoción (como, por ejemplo, el Girls' Day) que muestren estos referentes (CIDE, 2003)(Hatch, 2006).

Figura 2. Resultados globales de las respuestas relativas a la influencia del entorno.



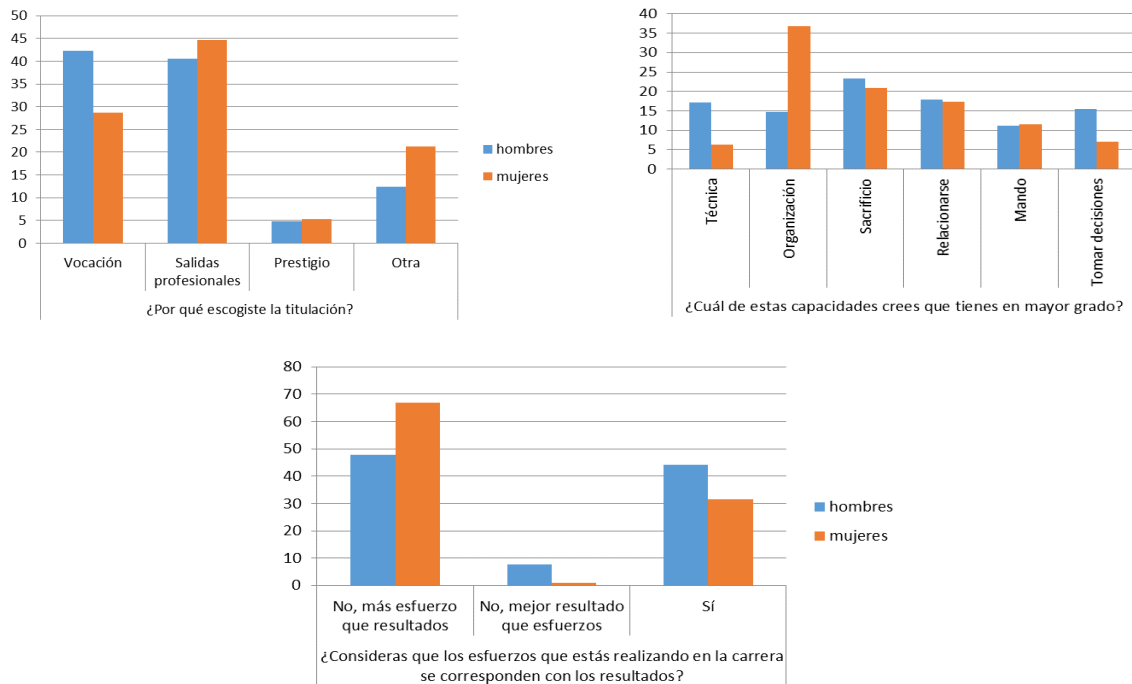
J.C. Campo, J.J. del Coz, J. Molleda, I. Iglesias, S. Loreda, F.F. Linera

B) Características personales

La mujer se muestra algo más preocupada que el hombre por las salidas profesionales de las ingenierías: 4 puntos porcentuales de diferencia (figura 3). Los hombres se muestran claramente más vocacionales, casi 14 puntos porcentuales de diferencia respecto a las mujeres.

Por otra parte, las mujeres consideran que una de sus mejores capacidades es la de organización. Hay más de 20 puntos de diferencia respecto a los hombres. Sin embargo estos últimos tienen una mejor percepción propia respecto a su capacidad técnica y a su capacidad para tomar decisiones. En otros aspectos, como capacidad de sacrificio, de relacionarse, o de mando, hombres y mujeres se ven de un modo casi idéntico.

Figura 3. Resultados globales de las respuestas relativas a las características personales.



En los procesos de evaluación en la universidad se valora, sobre todo, la capacidad técnica. La peor percepción de sí misma de la mujer parece confirmada por la siguiente pregunta en la que las mujeres consideran en mayor grado que los hombres que los esfuerzos en los estudios no se corresponden a los resultados. Cabe mencionar sin embargo, que en España, la nota media de los titulados en ingeniería y arquitectura es 6,6, con una diferencia de apenas prácticamente irrelevante tres décimas superior en los hombres respecto a las muje-

Estudio de género sobre el alumnado de la EPI GIJÓN

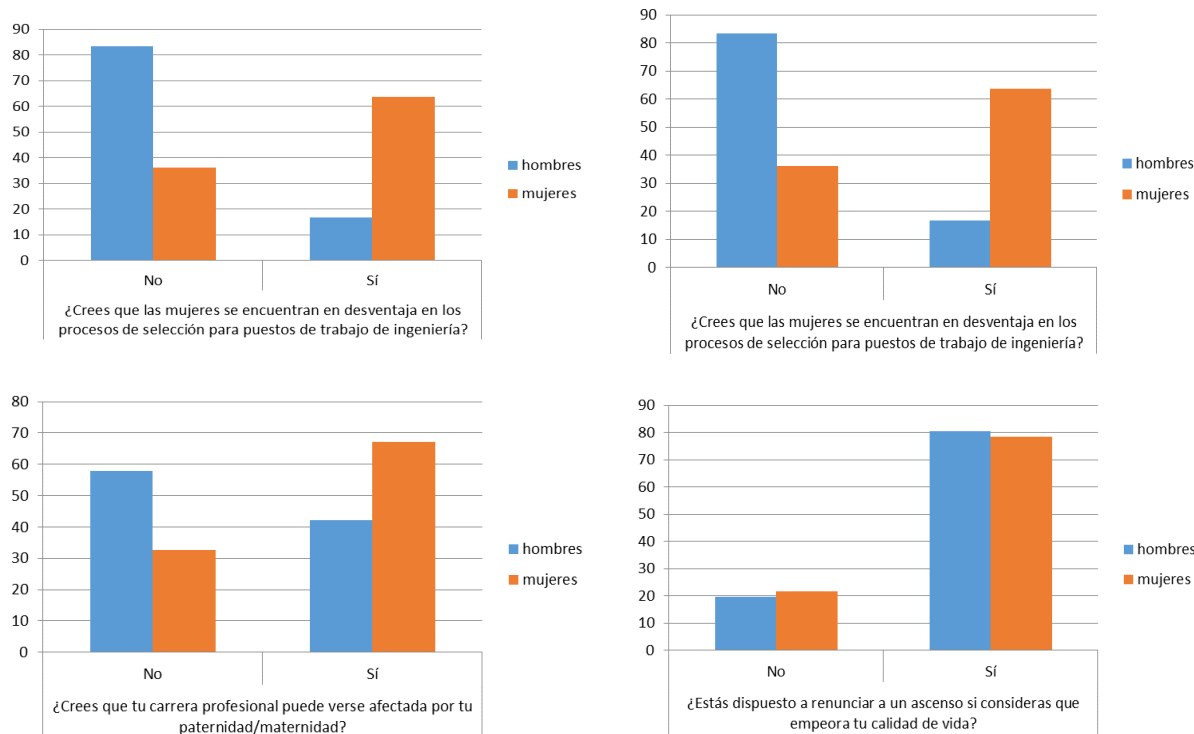
res: 6,61 frente a 6,58. De hecho es la menor diferencia por género respecto a las ramas por conocimiento: ciencias sociales y jurídicas, artes y humanidades, ciencias de la salud, ciencias o la propia ingeniería y arquitectura.

En la EPI GIJÓN, la nota media de los hombres en los estudios de Grado es de 5,81 y la de las mujeres es de 5,95 (notas medias de los estudiantes actuales estudiando en la Escuela, no de los graduados).

C) Aspectos laborales

Cabe mencionar que los estudiantes encuestados no conocían el fin de la encuesta. La primera pregunta de este bloque es la única del cuestionario que permite deducir el motivo de la encuesta (figura 4). Las diferencias entre hombres y mujeres respecto a la respuesta son las más acusadas de toda la encuesta. Claramente las mujeres se consideran en desventaja en los procesos de selección y, también con claridad, los hombres consideran que esto no es así.

Figura 4. Resultados globales de las respuestas relativas a los aspectos laborales



J.C. Campo, J.J. del Coz, J. Molleda, I. Iglesias, S. Loreda, F.F. Linera

También es patente la preocupación en las mujeres por el efecto de la maternidad en su carrera profesional (cerca del 70%) aunque también es destacable el porcentaje de hombres a los que les preocupa el efecto de su paternidad (el 40%).

Ambos colectivos están dispuestos en la misma proporción a renunciar a un ascenso si consideran que empeora su calidad de vida.

Los resultados por ramas de conocimiento

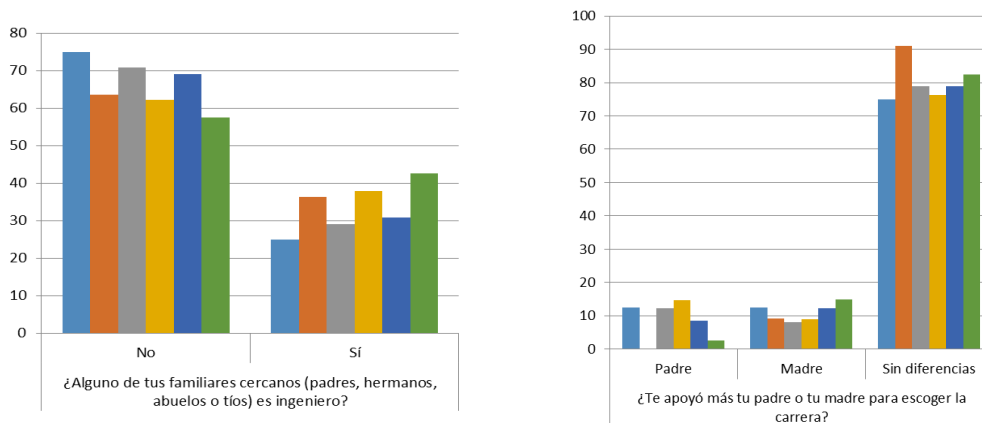
Los resultados se han desagregado por ramas de conocimiento:

- Informática
- Industrial
- Telecomunicación

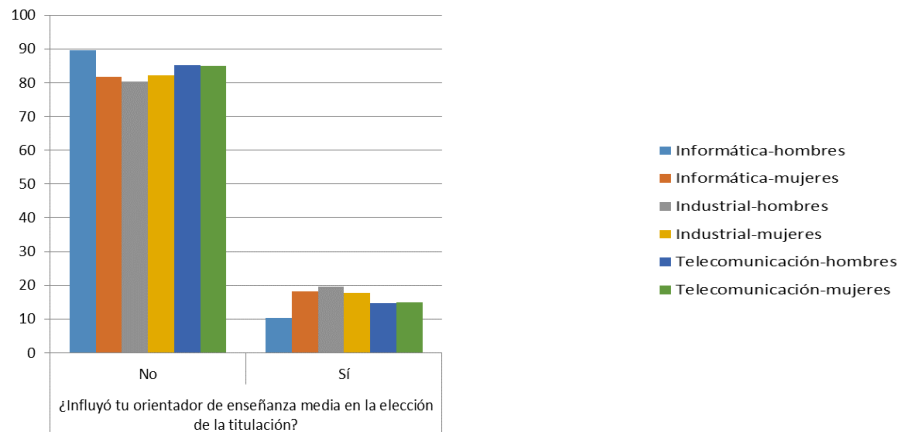
A continuación se resaltan las diferencias más apreciables.

Respecto a la influencia del entorno, no se aprecian diferencias notables entre los resultados globales y los resultados por rama de conocimiento (figura 5).

Figura 5. Resultados por ramas de conocimiento relativos a la influencia del entorno

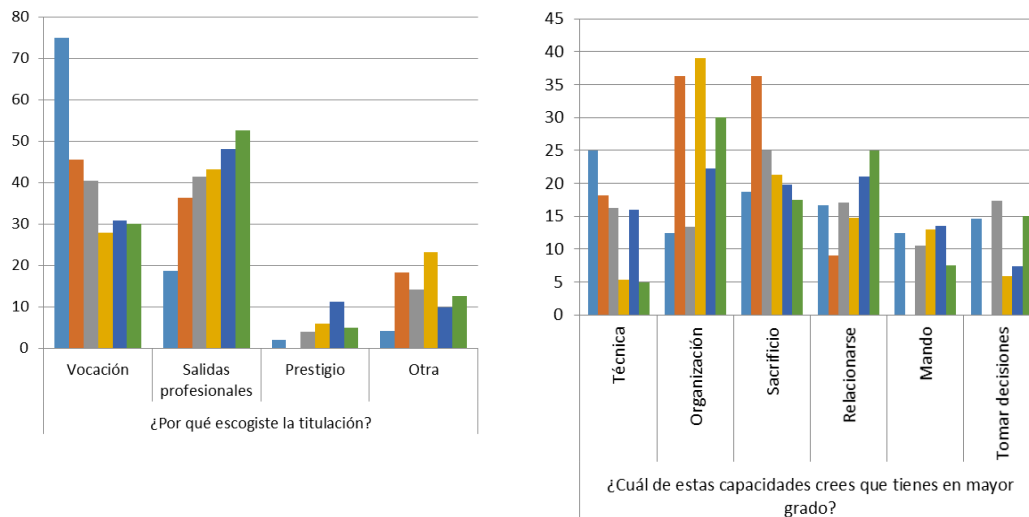


Estudio de género sobre el alumnado de la EPI GIJÓN

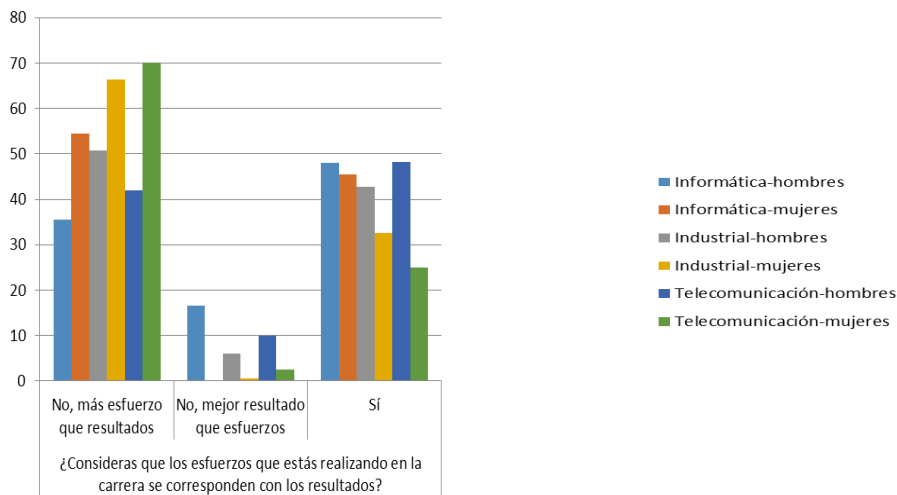


Como se puede observar en la figura 6, informática es la rama más vocacional, especialmente entre los hombres. No existen grandes diferencia en el resto de los factores. Siempre los hombres muestran más vocación que las mujeres y siempre estas valoran más las salidas profesionales, especialmente en telecomunicación.

Figura 6. Resultados por ramas de conocimiento relativos a las características personales



J.C. Campo, J.J. del Coz, J. Molleda, I. Iglesias, S. Loredó, F.F. Linera



Respecto a las capacidades en todos los casos las mujeres destacan más su capacidad de organización y los hombres su capacidad técnica. El resto de los factores muestra un comportamiento relativamente similar. Cabe mencionar las singularidades de informática, donde la mujer no destaca la capacidad para relacionarse o la capacidad de mando y de toma de decisiones, aunque destaca mucho su capacidad de sacrificio y también técnica, además de la capacidad de organización.

No se observan diferencias relevantes sobre los datos globales respecto a la relación subjetiva de esfuerzo-resultados.

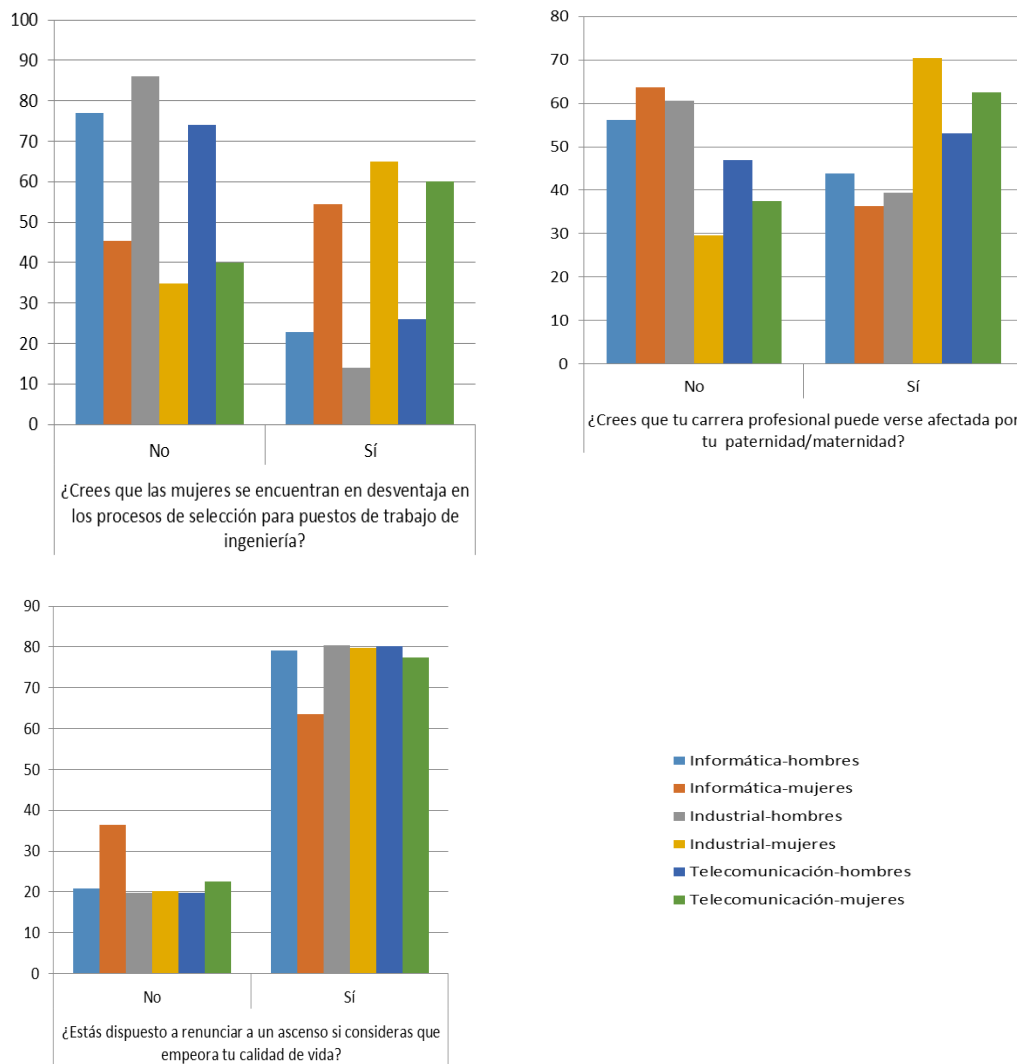
En cuanto a la influencia de los aspectos laborales, figura 7, no se observan aspectos destacables por rama respecto a la percepción de desventajas en los procesos de selección.

Cabe mencionar el hecho singular de que la mujer informática considera que su carrera profesional puede verse perjudicada por su maternidad en una proporción similar, incluso menor, que el hombre su paternidad. Las otras dos ramas de conocimiento muestran comportamientos más previsibles.

Respecto a la posibilidad a renunciar a un ascenso, la sintonía es total tanto por titulaciones como por sexo, salvo las ingenieras informáticas que, no obstante, tienen una línea de respuesta similar.

Estudio de género sobre el alumnado de la EPI GIJÓN

Figura 7. Resultados por ramas de conocimiento relativos a los aspectos laborales



Conclusiones

La presencia de la mujer en las aulas de las titulaciones de ingeniería es relativamente reducida, al igual que en el resto de los países de nuestro entorno.

J.C. Campo, J.J. del Coz, J. Molleda, I. Iglesias, S. Loreda, F.F. Linera

La encuesta que se ha realizado permite concluir que los referentes cercanos son importantes para decidir la titulación y lo son más en las mujeres que en los hombres, por lo que una estrategia para tratar de incrementar el porcentaje de mujeres que puede resultar efectiva es que las potenciales alumnas conozcan referentes de su entorno empresarial.

También se pone de manifiesto que las mujeres valoran más las salidas profesionales que los hombres o que la percepción técnica que tienen de sí mismas es claramente inferior a la que tienen los hombres de sí mismos. Los resultados académicos parecen contradecir esta percepción. Por otra parte, la percepción propia es un tanto dispar respecto a otras cuestiones muy valoradas profesionalmente siendo claramente destacable la excelente percepción propia que tiene la mujer respecto a su capacidad de organización.

En Informática, la titulación con menor presencia femenina, problema común a nivel mundial (por ejemplo, en el Reino Unido la presencia femenina es sensiblemente inferior a la que hay en España), las respuestas de las mujeres presentan ciertas particularidades como la peor percepción propia respecto a la capacidad de relacionarse o la de tomar decisiones, y una extraordinaria capacidad de sacrificio y de organización así como gran capacidad técnica.

Referencias

- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, MECD, (2013) *“Datos y cifras del sistema universitario español, curso 2013-14”*.
- I. Sánchez de Madariaga, (2014). *“Women at UPM”*, Universidad Politécnica de Madrid.
- Universidad de Jaén. http://www.ujaen.es/serv/spe/anoario_/anoario_4_2_2_2.html. Consultado en febrero de 2015.
- Universidad de Zaragoza, (2014). On line: www.aragon.es/iaest, *“Datos básicos de la mujer en Aragón”*, Instituto Aragonés de Estadística.
- Universidad de Valladolid, (2012), *“La UVA en Cifras”*, 2012. www.uva.es/cifras
- Universidad de Vigo. On line: http://www.uvigo.es/uvigo_gl/cifras/resultados/datos-academicos-titulacions-oficiais/matricula.html Consultado en febrero de 2015.
- N. Álvarez, A. Moreno, V. Riveria, C. Mataix (2010) *“Mujeres e ingeniería. Caso de estudio de la ETSII-UPM”*, 4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, Donostia-San Sebastián, September.
- CIDE/Instituto de la Mujer, (2003), *“Trayectorias personales y profesionales de mujeres con estudios tradicionalmente masculinos”*
- Sybil E. Hatch, (2006), *“Changing Our World: True Stories of Women Engineers”*, American Society of Civil Engineers.

La duración de los estudios de Ingeniería a debate

⁽¹⁾Isabel Sánchez Báscones Jesús Ángel Pisano Alonso, Cristina Pérez Barreiro, Esperanza Alarcia Estévez,

⁽¹⁾ isanchez@qa.uva.es

Escuela de Ingenierías Industriales. c/ Francisco Mendizábal 1. 47014 Valladolid,

Tel. 983 423629, Fax 983 423490,

Abstract

Nowadays is discussed in Spain about the duration of engineering studies, the question is if it is appropriated or not to change from the current structure of degrees, developed in four years at degrees of three years.

On this basis we considered relevant to do a comparative study of previous studies of Ing. Industrial Technique taught in 3 courses and the current degrees.

This paper presents the results obtained by analyzing the number of hours/credits studied and the total time spent by students to complete the degree, over the past five courses of Technical Engineering and new degrees. Results show that there is no difference between the actual ratio of student work, and further that, this level of credits is excessive for a 3 course structure, as were the Technical Engineering, where the average time for completion of studies stood environment at 6 academic courses, which shows not only that the predicted time has no relation with the real time.

Keywords: Engineering Curriculum, time spent,

Resumen

En el escenario actual de los estudios de Ingeniería en España, en el que se está produciendo un debate sobre la conveniencia o no de transformar la actual estructura de los Grados actualmente desarrollados en cuatro años en estudios realizado en 3 años, hemos considerado relevante realizar un estu-

Los estudios de Ingeniería a debate

dio comparativo entre los anteriores estudios de Ing. Técnica Industrial impartidos en 3 cursos y los actuales grados. En este sentido este trabajo presenta los resultados obtenidos durante los cinco últimos cursos de los antiguos estudios y los grados, utilizando como parámetros de estudio el número de créditos cursados y le tiempo real que los estudiantes emplearon en alcanzar la Titulación.

Los resultados muestran que no existe diferencia entre la carga real de trabajo del estudiante prevista, y que esta carga resulta excesiva para una titulación de 3 curso, como lo eran las Ingenierías Técnicas, en las que el tiempo medio para finalizar los estudios se situaba entorno a los 6 cursos académicos, lo que muestra no solo que el tiempo previsto no se adecuaba a la realidad sino que además tenía un efecto contrario.

Palabras clave: *Estudios de Ingeniería, curriculum, distribución temporal de los Estudios.*

1. Introducción

El Real Decreto 43/2015, de 2 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, y el Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado establece que los planes de estudios conducentes a la obtención del título de Grado tendrán entre 180 y 240 créditos, genera un escenario con titulaciones (grado + master) muy variado 3+1, 3+2, 4+1, 4+2, etc y hace necesario buscar indicadores objetivos que permitan analizar la conveniencia de uno u otro sistema. Por otra parte y tras cuatro años desde la implantación del actual sistema educativo universitario y de la aparición de los Grados, (este es el quinto curso) y con una promoción ya egresada, es el momento de hacer balance..

Si tenemos en cuenta que para la implantación del sistema actual de Grados de 4 años, en el ámbito de las ingenierías Industriales, se hizo un estudio serio y rigurosos, recogido en los libros blancos, y en el que se analizaba no solo nuestro sistema educativo, sino el del entorno europeo al que queríamos equipararnos y en el que se concluía que conveniencia de establecer titulaciones de 240 ECTS, no solo para las titulaciones con atribuciones profesionales dentro de la Ingeniería Industrial, las clásicas: Mecánica, Química, Eléctrica, Electrónica, Textil, sino también para otras de más reciente desarrollo como son Diseño Industrial, Organización Industrial, [6], no parece riguroso un cambio de estructura en los estudios sin al menos realizar una valoración de los actuales, analizando el grado de ade-

Sánchez-Bàscones y *col.*

cuación de estos a los requisitos de formación tanto técnicos como transversales que motivó el cambio de estructura

Uno de los factores determinantes para el desarrollo de los actuales Grados en el ámbito de la Ingeniería Industrial fue el análisis de las competencias demandadas por las empresas, análisis recogido en [6] y que se resumen a continuación:

- Resolución de problemas
- Toma de decisiones
- Capacidad de organización y planificación
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Trabajo en equipo
- Motivación por la calidad y la mejora continua
- Capacidad de análisis y síntesis
- Adaptación a nuevas situaciones
- Conocimientos de Informática
- Creatividad
- Capacidad para comunicarse con personas no expertas
- Aprendizaje autónomo
- Comunicación oral y escrita
- Capacidad para la gestión de información
- Compromiso ético
- Etc

En esta valoración se pone de manifiesto que si queremos formar ingenieros competentes y con reconocimiento en Europa y en todo el mundo no podemos dar la espalda a la necesidad de formar a nuestros estudiantes en estas competencias. La formación en competencias requiere de una metodología específica y de un tiempo de asimilación y logro por parte del estudiante, esto diferencia los estudios basados en contenidos de los estudios basados en competencias, y es fundamental tenerlo en cuenta en los que tienen un carácter “profesionalizante”

Ante lo anteriormente expuesto, no parece lógico abordar ahora un cambio “voluntario” a una estructura diferente, sin un estudio igualmente riguroso, como el que se hizo, con indicadores objetivos, que permitan comparar una y otra posibilidad.

Los estudios de Ingeniería a debate

La única referencia a estudios de Ingeniería de tres años lo constituyen las antiguas Titulaciones de Ingeniería Técnica Industrial. Del estudio de algunos indicadores en estas Titulaciones puede extrapolarse algunas conclusiones que creemos resultarían válidas para esta nueva estructura de los Grados planteadas.

La adecuación en realizar comparación entre estos tipos de Titulaciones se ve refrendado por los recientes informes [1], [2] y [3] emitidos por la ANECA respecto a la equivalencia al nivel MECES de los títulos de Ingeniero Técnico, llegando en todos los casos a conclusiones similares respecto de la equivalencia entre los anteriores títulos y los actuales de Grado, respecto de este indicador; reproducimos uno de los párrafos del informe el título de Ingeniero Técnico en Diseño Industrial, estudios conducente a un Título sin atribuciones habilitantes

“Punto 3.1.1 Carga horaria y duración de los estudios anteriores y posteriores al EEES.

Las directrices generales del título de Ingeniero Técnico en Diseño Industrial (Real Decreto 1462/1990) determinan la duración y carga lectiva mínima de tres años y 180 créditos, respectivamente. No obstante, los planes de estudio que las universidades han desplegado para este título, tal como se ha presentado anteriormente en los antecedentes, incluyen una carga lectiva superior en la mayoría de las Universidades, con una media de 223,3 créditos. Según el Real Decreto 1497/1987, esto representa, en media, una carga lectiva de 2233 horas. Aunque ésta se organice en tres años, hay que tener en cuenta que en la práctica la duración habitual era superior al mínimo regulado, más considerando la realización obligatoria del Proyecto Fin de Carrera...

...En consecuencia, se considera que para este grado se puede establecer una equivalencia aproximada 1 ECTS = 0,9 créditos. Ello representa que en términos de carga lectiva en ECTS, los planes de estudios que despliegan el título oficial de Ingeniero Técnico en Diseño Industrial tienen, como valor medio, una carga equivalente a 248 ECTS. Dado que el Real Decreto 1393/2007 establece que el máximo por curso será de 60 ECTS, puede considerarse que, como valor medio, existe una correspondencia similar en carga lectiva global y duración entre los planes de estudios previos al EEES desplegados a raíz del Real Decreto 1462/1990 de directrices generales del título oficial de Ingeniero técnico en Diseño Industrial y los títulos del nivel 2 de MECES correspondiente al nivel de Grado.”

En documentos similares puede comprobarse que se extraen conclusiones idénticas, para los estudios conducentes a Titulaciones habilitantes como es el caso de el título de Ingeniería Técnica Industrial, de la Rama Mecánica.

En este sentido, en este trabajo pretendemos determinar que indicadores pudieran ser útiles y analizar algunos con datos relativos a ellos, a partir de la experiencia y de los datos recogidos en las titulaciones de Ingeniería Técnica (de 3 años) y los actuales Grados (de 4 años).

2. Metodología

La metodología seguida para el desarrollo del presente trabajo ese estructura en las siguientes fases

Sánchez-Bàscones y *col.*

1. Selección de las variables, de la muestra y de los indicadores
2. Recopilación de resultados
3. Análisis de los Resultados
4. Comparación entre Indicadores de los dos Esquemas
5. Conclusiones

3. Resultados y Discusión

3.1-Selección de las variables, la muestra y de los indicadores.

Las variables que se han utilizado son las siguientes:

- Centro: Escuela Universitaria Politécnica y Escuela de Ingenierías Industriales, Universidad de Valladolid
- Titulaciones:
 - Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Electrónica Industrial
 - Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Mecánica
 - Ingeniero Técnico en Diseño Industrial
 - Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.
 - Grado en Ingeniería Mecánica.
 - Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.
- Planes de Estudios: Plan de 1989 y Plan del 2010
- Ambito temporal: 2004 a 2014.
- Campos de información: Curso académico, titulación

Teniendo en cuenta que el cambio en estructura podría afectar únicamente a aquellos Grados no habilitantes, hemos seleccionado como muestra los datos correspondientes a 6 titulaciones, tres correspondientes a las Ingenierías Técnicas y en concreto: Ingeniero Técnico Industrial especialidad Mecánica, Ingeniero Técnico Industrial especialidad Electrónica, ambas con carácter habilitante y la Titulación de Ingeniero Técnico en Diseño Industrial sin atribuciones profesionales y las otras tres sus herederas en los Grados: Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, Grado en Ingeniería Mecánica y el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y desarrollo del Producto.

Los estudios de Ingeniería a debate

En la caso de las Ingenierías Técnicas se han recopilado los datos correspondientes a los últimos 5 años en los que se han impartido todos los cursos. Para los grados los datos analizados corresponden a los alumnos de un ciclo completo, egresados en el curso 2013-2014.

La selección de indicadores se ha realizado teniendo en cuenta aquellos aspectos que podrían arrojar cierta luz sobre la adecuación de los estudios a tres o a cuatro años, la distribución de créditos y el contenido práctico de las diferentes Titulaciones:

En concreto, los indicadores seleccionados son los siguientes:

1. Créditos actuales y anteriores, (medido en horas presenciales y en horas de trabajo estimadas).
2. Tiempo efectivo de graduación.
 - 2.2 Tiempo necesario para graduarse.
 - 2.3 Tiempo medio en finalizar los estudios.
 - 2.4 Número de alumnos que finalizan en los años estipulados.

Como datos adicionales, se ha valorado la importancia del carácter práctico de los estudios, la inclusión del TFG dentro de los cursos académicos y la generalización de la realización de Prácticas en empresa, como factores diferenciales entre las actuales titulaciones y las anteriores, factores todos ellos, claramente encaminados a la obtención de las competencias más valoradas por las empresas. En todos los casos, se observa, a partir de los datos recogidos, el aumento del peso de estos factores en los nuevos planes,

3.2 Recopilación de resultados

3.2.1 Créditos actuales y anteriores, (medido en horas presenciales y en horas de trabajo estimadas): Los resultados se muestran en la tabla 1

Tabla 1. Número de créditos en las actuales titulaciones y en las anteriores

TITULACIONES Ing- Tecn	CRÉDITOS TITULACIÓN				GRADOS	ECTS TITULACIÓN	
	TOTALES (SIN PFC)	equivalencia/ECTS	TOTALES	ECTS/año		TOTALES	ECTS/año
ITI Electrónica	229,5	1[2]	229,5	76,5	GIEIA	228	48-60
ITI Mecánica	229,5	1 [3]	229,5	76,5	GIM	228	48-60
IT Diseño	219	0,9 -1[1]	197,1- 219	65,7-73	GIDIDP	228	48-60

En esta tabla se recogen los créditos de cada titulación del plan de estudios correspondiente, sin contabilizar los créditos del TFG o del Proyecto Fin de carrera, en su caso. Respecto de las titulaciones a extinguir (ingenierías Técnicas), cada crédito equivalía a 210horas de clase (presenciales), en las que no se contabilizaba el trabajo no presencial. En el caso de

Sánchez-Bàscones y *col.*

las titulaciones de Grado, y en concreto, en los planes de estudio de la Escuela de Ingenierías Industriales, la equivalencia de 1 ECTS es de 25 horas de trabajo del alumno, 10 de las cuáles son presenciales.

En los más recientes informes de la ANECA, [1],[2] y [3], se concluye que el crédito de las anteriores titulaciones viene ralmente a corresponderse con un número de horas de trabajo del alumno que oscila entre 25 y 30 horas, por lo que no parece que haya diferencia entre el crédito (en el contexto de las Ingenierías Técnicas) y el actual ECTS.

Y sin embargo, como se puede observar, la carga anual de trabajo, en las titulaciones de Ingeniería Técnica era mucho mayor. Esto puede ser el factor que explique, entre otros, los resultados de tiempo efectivo de graduación que se reflejan en los apartados siguientes.

3.2.2 Tiempo efectivo de graduación.

Se han analizado, a este respecto, los datos de los últimos 5 cursos anteriores al inicio de la implantación del plan Bolonia. Los indicadores recogidos son:

- Número de alumnos titulados.
- Tiempo efectivo de graduación, para las modalidades 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 o más.
- Tiempo medio en finalizar los estudios
- La mediana del tiempo efectivo de graduación

Los datos recogidos se muestran en la Tabla 2. De ellos se infiere que aunque nominalmente la duración de las titulaciones de ingeniería Técnica fuese de 3 cursos académicos, prácticamente ningún alumno finalizaba los estudios en el tiempo estipulado. Si consideramos las observaciones realizadas anteriormente respecto del PFC, podría pensarse que es este el único factor que explica esa demora en la finalización de los estudios, pero si nos fijamos en los alumnos que tardan a lo sumo 4 cursos, en la mayoría de los casos se alcanza el 10% del alumnado. En el caso de Diseño, el porcentaje es ligeramente mayor, situándose en torno al 30%, pero tampoco este porcentaje se puede considerar admisible, en un plan de estudios.

Podría pensarse que esta situación es particular de la Escuela de Ingenierías Industriales de Valaladolid, sin embargo, como se puede constatar en [4], se observan números muy similares en el global de las universidades españolas.

Respecto de los resultados en las titulaciones de Grado, el curso pasado se tituló la primera promoción, y sí, a diferencia de lo que venía ocurriendo en las titulaciones anteriores, hubo alumnos que se titularon en el tiempo previsto: 22 en el Grado de Ingeniería Mecánica, 16 en el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y 13 en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.

Los estudios de Ingeniería a debate

Tabla 2. Tiempo efectivo de Graduación

CURSO ACADÉMICO	Nº TITULADOS	TIEMPO EFECTIVO DE GRADUACIÓN									
		3	4	5	6	7	8	9 ó más	media	mediana	
I.T.I.MECÁNICA											
2005-2006	63	0	3	15	7	12	13	13	7	7	
2006-2007	72	0	9	9	14	21	8	11	6,8	7	
2007-2008	52	0	2	12	13	8	10	7	6,7	6	
2008-2009	47	0	2	5	6	17	6	11	7,3	7	
2009-2010	67	0	8	15	13	11	8	12	6,6	6	
I.T.I.ELECTRÓNICA											
2005-2006	83	5	5	14	15	24	12	8	6,5	7	
I.T.I.ELECTRÓNICA											
2006-2007	43	0	3	9	9	10	10	2	6,6	7	
2007-2008	79	2	10	11	20	12	14	10	6,5	6	
2008-2009	63	0	4	15	13	18	7	6	6,5	6	
2009-2010	55	0	6	15	10	13	4	7	6,5	6	
I.T. DISEÑO											
2005-2006	22	2	5	14	0	0	0	1	4,6	5	
2006-2007	22	1	8	8	5	0	0	0	4,8	5	
2007-2008	29	0	9	11	8	1	0	0	5	5	
2008-2009	52	3	20	12	7	4	6	0	5,1	5	
2009-2010	28	2	7	7	8	2	2	0	5,3	5	

3.2.3 Porcentaje de créditos prácticos en las anteriores titulaciones y en las actuales.

Los datos que se muestran en la tabla 3 corresponden a los créditos de clases A/S (de problemas y seminarios, por tanto de carácter aplicado) y de clases L (de laboratorio) en las titulaciones de Ingeniería Técnica seleccionadas y en los correspondientes grados, de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid. Un aspecto de interés es que la traducción en ambos casos (Ingenierías Técnicas y Grados) a horas presenciales es en este caso el mismo: cada crédito equivale a 10 horas presenciales. La columna PE se corresponde con el número de créditos obligatorios de prácticas en Empresa, que no existían en las titulaciones anteriores con ese carácter obligatorio.

Los porcentajes están calculados de la siguiente forma:

Sánchez-Bàscones y col.

Porcentaje (1): suma de los créditos A y L, entre el total de créditos de la titulación a excepción del PFC, en el caso de las Ingenierías Técnicas, y del Trabajo Fin de Grado y de las Prácticas en Empresa, en el caso de los grados.

Porcentaje (2): suma de los créditos A y L de las materias troncales y obligatorias, entre el total de créditos troncales y obligatorios, sin contar el PFC/TFG/Prácticas en Empresa.

Tabla 3. Porcentaje de créditos prácticos en ambos esquemas de estudios

TITULACIONES	CRÉDITOS TITULACIÓN					PORCENTAJE (1)	CRÉDITOS TRONCALES/OBLIGATORIOS (2)			PORCENTAJE (3)
	TOTALES	A	L	PFC - TFG	PE		TOTALES	A	L	
ITI Electrónica	235,5	47	47	6		41	171	39	37,5	44,7
ITI Mecánica	235,5	61,5	32	6		40,7	168	54,8	23,3	46,5
IT Diseño	225	62	51	6		51,6	178,5	57,5	38,5	53,8
GIEIA	240	58,8	58,5	12	6	52,8	192	53,8	45,4	51,7
GIM	240	79,4	35,6	12	6	51,8	195	66,1	30,6	49,6
GIDIDP	240	70	55,3	12	6	56,4	189	64,1	44,3	57,4

3.2.4 Situación del PFC/TFG en cada Titulación:

Otro factor a tener en cuenta a la hora de considerar la duración adecuada de los estudios que estamos analizando es el tratamiento que se da al Trabajo Fin de Grado (TFG). En ingeniería Técnica, los tres años de duración del título corresponden al periodo en el que se cursan las asignaturas, sin incluir el Proyecto Fin de Carrera (PFC), por lo que hablar de tres cursos no es del todo cierto, ya que serían 3 + PFC. Esta inexactitud que se ha venido arrastrando en diversos planes de estudio, por fin se vio corregida en los títulos de Grado al incluir los ECTS asignados al TFG en los créditos totales, por lo que cuando se habla de una duración de 4 cursos, se incluye realmente toda la dedicación que para un estudiante supone la obtención del título.

3.2.5 Prácticas en Empresa

Otro de los indicadores que nos parece relevante se refiere a las prácticas en empresa. En el currículo de las anteriores titulaciones, no se incluía de forma obligatoria las Prácticas en

Los estudios de Ingeniería a debate

Empresa. Sin embargo, como puede verse en el Libro blanco de la Ingeniería Mecánica [5], se resalta la importancia de esta formación:

“los estudios de nivel universitario de “ciclo corto” nacieron por los años setenta del siglo pasado (Alemania, Holanda, y otros países) motivado por el crecimiento y las necesidades de cambio de la industria. Son programas con una duración nominal de 3 o 4 años, bastante ajustada a la real, orientados hacia los contenidos prácticos y, por lo tanto, con una metodología formativa que hace hincapié en la enseñanza formal de aula y laboratorio. La fuerte componente aplicada de estos estudios se plasma, de forma generalizada, en la inclusión de estancias de prácticas en empresas u otras organizaciones.” [5]

En la elaboración de los planes de estudio de los títulos de Grado, la Universidad de Valladolid hizo una fuerte apuesta por las prácticas externas al incluirlas en todas las titulaciones que oferta, sea con carácter obligatorio u optativo, ya que se consideró que este tipo de formación es fundamental. La Escuela de Ingenierías Industriales quiso ir un paso más allá e incluir esta formación con carácter obligatorio, e incluso añadir asignaturas optativas de ampliación de prácticas externas.

En el caso de las Ingenierías Industriales, esta clara apuesta por la formación práctica es común y habitual. Es común ya que gran número de Universidades incluyen estas prácticas de forma obligatoria en los estudios del ámbito industrial, y es habitual ya que la realización de prácticas en empresa, como optativas o de libre elección, era una práctica extendida en los estudiantes de las titulaciones anteriores.

Esta experiencia en la realización de prácticas permite aportar los siguientes datos como indicadores numéricos de este factor y su incidencia en la carga de trabajo del estudiante:

Se puede observar la evolución del número de estudiantes que realizan prácticas en empresa en los últimos cuatro cursos, analizando los datos recogidos en la tabla 4:

Tabla 4. Porcentaje de créditos prácticos en ambos esquemas de estudios

Titulación	11-12	12-13	13-14	14-15*
Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	3	6	34	27
Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática		8	27	48
Grado en Ingeniería Mecánica		21	63	113
Ingeniero Técnico en Diseño Industrial	10	7	6	
Ingeniero Técnico en Electrónica Industrial	18	19	13	4
Ingeniero Técnico en Mecánica	29	17	14	7

*Solo contabilizado hasta el mes de mayo

Como se puede observar, cada vez es mayor el número de estudiantes que realizan estas prácticas, y si bien es obligatorio para todos ellos, el número aumenta porque cada vez son

Sánchez-Bàscones y *col.*

más los que deciden cursar la asignatura optativa, lo que supone una ampliación de las horas que dedican a este tipo de formación.

Es significativo el aumento, ya que hay un número elevado de estudiantes que realizan estas prácticas en verano por lo que en este curso todavía no están contabilizados.

Los datos correspondientes a Ingenierías técnicas son poco significativos, ya que pertenecen a cursos en los que la titulación ya estaba en extinción, por lo que cada vez hay menos estudiantes matriculados en ellas.

4. Conclusiones

A la vista de los indicadores hay conclusiones que parecen claras.

- Aunque los anteriores planes de estudio se consideraban de 3 cursos, su duración real no se correspondía con esa duración, ya que existía formación fuera de ese periodo de tiempo.
- Los actuales planes de estudio tienen mayor carga de formación práctica, lo que suele suponer una mayor carga de trabajo del estudiante.
- La realización de Prácticas Externas es obligatoria en los nuevos títulos, lo que incrementa el trabajo del estudiante fuera del aula, y no siempre de una forma perfectamente coordinada, lo que suele suponer una mayor coste de tiempo para el estudiante. No obstante, es un hecho que muchos de los TFG que los estudiantes presentan se realizan en el ámbito de la empresa, lo que demuestra que a pesar del esfuerzo adicional que supone este tipo de formación, resulta muy interesante para ellos.
- La incorporación de las prácticas externas curriculares en el plan de estudios ha redundado en un beneficio no solo para los estudiantes, sino también para el profesorado, que crea nuevos vínculos con el tejido empresarial del entorno, para la institución que establece nuevos convenios con las empresas, y para la sociedad que se favorece de las sinergias que se generan con una fluida relación universidad – empresa.
- Todo este estudio se verá reforzado con indicadores que se están actualmente analizando de cara a la verificación de títulos, encuestas de satisfacción, análisis de inserción laboral de e, pero aún no se dispone de ellos ya que los títulos se terminaron de implantar el curso pasado. Todo esto indica que sería adecuado continuar con este trabajo, y esperar al menos otro curso para tener un análisis completo de la situación

Los estudios de Ingeniería a debate

5. Referencias

- [1] ANECA (21 abril de 2015). *Evaluación para determinar la correspondencia de los títulos oficiales de arquitectura, ingeniería, licenciatura, arquitectura técnica, técnica y diplomatura ingeniería a los niveles del marco español de cualificaciones para la educación superior. I.T. Diseño Industrial.*
- [2] ANECA (21 abril de 2015). *Evaluación para determinar la correspondencia de los títulos oficiales de arquitectura, ingeniería, licenciatura, arquitectura técnica, técnica y diplomatura ingeniería a los niveles del marco español de cualificaciones para la educación superior. I.T.I. Electrónica.*
- [3] ANECA (21 abril de 2015). *Evaluación para determinar la correspondencia de los títulos oficiales de arquitectura, ingeniería, licenciatura, arquitectura técnica, técnica y diplomatura ingeniería a los niveles del marco español de cualificaciones para la educación superior. I.T.I. Mecánica.*
- [4] VICESECRETARIA DE ESTUDIOS DEL CONSEJO DE COORDINACION UNIVERSITARIA. Informe sobre la evolución del alumnado universitario de 1994-95 a 2001-2002, en <http://www.mec.es>
- [5] ANECA. LIBRO BLANCO DE LA INGENIERÍA MECÁNICA. En www.aneca.es
- [6] ANECA. TITULACIONES DE GRADO DE LA RAMA DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL. En www.aneca.es.

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudios de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Hermínio Martínez García^a, Jordi Cosp Vilella^a y José L. Durán Moyano^b

^a Departamento de Ingeniería Electrónica, ^b Departamento de Ingeniería de Sistemas, automática e Informática Industrial. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUE-TIB), Universidad Politécnica de Cataluña – BarcelonaTech (UPC), c/ Conde de Urgell, 187, 08036 – Barcelona (Spain), { herminio.martinez ; jordi.cosp ; jose.luis.duran }@upc.edu.

Abstract

This paper describes the experiment carried out within the bachelor degree in Industrial Electronics and Automation Engineering taught in the Barcelona College of Industrial Engineering (EUETIB) of the Technical University of Catalonia - BarcelonaTech (UPC). Specifically, the experience is based on the realization of a cross project that is under the framework of the degree intensification named Application Design in Electronics Engineering (ADEE). This intensification, consisting of a block of four optional courses, taught in the fall or spring semesters, and offered for students in their final year, allows the fulfilment, for two semesters, of the aforementioned project. This includes the design, simulation, implementation (assembly), testing and experimental results (corroboration) of an electronic equipment within the field of Electronic Engineering.

Keywords: Cooperative learning, electronics engineering, directed activity, off-site activities.

Resumen

El presente trabajo expone la experiencia llevada a cabo dentro de la titulación de grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). En concreto, la experiencia se basa en la realización de un proyecto transversal que está bajo el paraguas de la intensificación Diseño de Aplicaciones en Ingeniería Electrónica (DAIE). Esta intensificación, formada por un bloque de cuatro asignaturas optativas impartidas en los cuatrimestres de otoño o primavera, y para estudiantes de último curso de carrera, permite la realización, en dos

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

cuatrimestres, del mencionado proyecto. Éste incluye el diseño, simulación, implementación (montaje), testeo y corroboración experimental de un equipo electrónicos dentro del ámbito de la Ingeniería Electrónica.

Palabras clave: *Aprendizaje cooperativo, ingeniería electrónica, actividad dirigida, actividades no presenciales.*

Introducción

Como es sobradamente conocido, los estudios técnicos, especialmente aquéllos relacionados con la Ingeniería, requieren de una vertiente práctica altamente recomendable y, es más, casi necesaria, para, no sólo incidir en aquellos aspectos prácticos clave de esta tipología de titulaciones, sino, además, servir como herramienta de motivación al alumnado.

Este punto es especialmente clave en los estudios de Ingeniería relacionados con la Electrónica. En efecto, el estudiante de Ingeniería Electrónica, además de requerir de unos bloques teóricos en las asignaturas que le hagan poder analizar y diseñar circuitos, sistemas y equipos electrónicos (acordes con los niveles inferiores de la taxonomía de Bloom: conocimiento, comprensión, aplicación y análisis), requiere también de una dedicación especial para la simulación, montaje y testeo de los circuitos, sistema y equipos electrónicos que está diseñando o han sido analizados con anterioridad en las clases de teoría (acordes con los niveles superiores de dicha taxonomía: síntesis y evaluación). Aunque este nivel de profundidad no siempre se hace, ya sea por limitación temporal de la asignatura, o nivel de impartición de la misma (quedándose en los niveles inferiores), en asignaturas finalistas de la titulación es importante llegar hasta el último nivel para que el estudiante finalice con una idea de “globalidad” de la titulación que, desgraciadamente, no siempre se consigue. Es más, si estas asignaturas finalistas (generalmente ya de carácter optativo) trabajan en un marco común estos aspectos “globalizadores”, el resultado puede ser bastante alentador.

La idea de la actividad de aprendizaje cooperativo que se trata en la presente ponencia partió como consecuencia de la detección por parte del profesorado del bajo rendimiento e, incluso, falta de motivación de los/las estudiantes de la titulación de grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática de la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB), desde la implantación del actual plan de estudios de grado en septiembre de 2009. Esta problemática no sólo se detectó en asignaturas de primeros cursos, donde en ocasiones la motivación es relativa por la cantidad de asignaturas comunes que deben cursar, sino, también (y lo que es peor), en estudiantes que estaban finalizando sus estudios de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática y en asignaturas relacionadas con su propia especialidad.

Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

La detección de este problema, llevó a que profesores de asignaturas optativas (impartidas en 4º curso) del citado grado hayan puesto en práctica una experiencia, objeto de esta ponencia, que abarque a cuatro asignaturas de la intensificación, denominada ***Diseño de Aplicaciones en Ingeniería Electrónica (DAIE)***, que tiene la actual titulación. De hecho, estas bajas expectativas han llevado a los profesores de las diferentes asignaturas de Electrónica de la citada intensificación a plantearse en los últimos años diferentes actividades, entre ellas las relacionadas con el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en proyectos (PBL), que motiven a los/as alumnos/as y hagan que se interesen por los contenidos de las mencionadas asignaturas, entre ellas las asignaturas que conforman la citada intensificación DAIE.

Los Actuales Estudios de Grado en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)

La Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB), es un centro, actualmente adscrito a la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), que, con más de 110 años de historia, ha estado (desde 1904) formando peritos industriales, ingenieros técnicos industriales y graduados en ingeniería a lo largo de décadas, incidiendo en cuatro especialidades clásicas de la rama industrial: Química Industrial, Mecánica, Electricidad Industrial, y Electrónica Industrial y Automática.

Desde el año 2009, comienza la extinción del último plan de Ingeniería Técnica Industrial (Plan 2002), y comienza a impartir estudios de Grado dentro del ámbito industrial en las siguientes titulaciones, bajo las directrices del bien conocido proceso de Bolonia y del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES):

- Grado en Ingeniería Química.
- Grado en Ingeniería Mecánica.
- Grado en Ingeniería de la Energía.
- Grado en Ingeniería Eléctrica.
- Grado en Ingeniería Biomédica.
- Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Los autores del presente artículo han centrado su docencia principalmente en esta última titulación, objeto de dicho trabajo. La docencia de los autores se ha centrado en dos ámbitos de dicha titulación: por un lado, asignaturas obligatorias de tercer curso y, por otro, asignaturas optativas de cuarto curso, que los estudiantes del grado suelen compaginar con la realización de su trabajo de fin de grado (TFG).

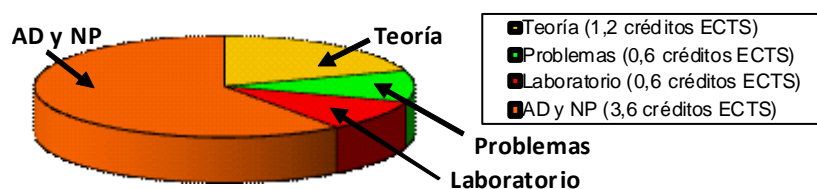
La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

La Actividad Dirigida (AD) en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)

En la EUETIB, las diferentes materias que forman los actuales planes de estudio, se ha optado por dividir las en asignaturas cuatrimestrales de 6 créditos ECTS cada una de ellas, a excepción de alguna asignatura muy particular como puede ser la de *Comunicación en Inglés Técnico*, también cuatrimestral, pero de 9 créditos ECTS. Así pues, una asignatura de 6 créditos ECTS, especialmente aquéllas que forman parte de la especialidad (sean éstas obligatorias u optativas), divide su estructura en los siguientes cuatro bloques (Figura 1):

- 1,2 créditos ECTS para clases de teoría (correspondientes a 2 h/semana).
- 0,6 créditos ECTS para clases de problemas (correspondientes a 1 h/semana).
- 0,6 créditos ECTS para clases de prácticas de laboratorio (correspondientes también a 1 h/semana, agrupadas en sesiones quincenales de 2 h).
- 3,6 créditos ECTS de actividades no presenciales y actividades dirigidas (correspondientes a 6 h/semana).

Figura 1 Distribución de créditos ECTS en las actuales asignaturas de grado impartidas en la EUETIB



Puede apreciarse que buena carga del trabajo que comporta una determinada asignatura, y que el estudiante debe realizar a lo largo del cuatrimestre, es la enmarcada dentro de los 3,6 créditos ECTS correspondientes a las actividades no presenciales (NP) y actividades dirigidas (AD). En general, en estos créditos, el estudiante debe realizar actividades, tareas, trabajos, etc., relacionados, entre otros, con los siguientes aspectos:

- Realización de actividades, problemas, etc., de temáticas explicadas explícitamente o no por el profesor en las clases de teoría, problemas y/o laboratorio.
- Estudio, desarrollo y/o preparación por parte de los estudiantes de algunos temas que no son explicados en clase por el profesor.

Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

- Realización de informes de prácticas relacionados con las sesiones de laboratorio llevadas a cabo en la asignatura.
- Implementación física de prototipos de circuitos, sistemas o equipos dentro del ámbito de la ingeniería industrial que se está estudiando.

En referencia a los estudios de grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática, dentro de esta carga de actividades dirigidas, se incide especialmente a que el estudiante realice la implementación física de un prototipo de un circuito, sistema o equipo electrónico. Esta implementación física conlleva diferentes etapas que hacen referencia a todo el proceso real de desarrollo de sistemas o equipos electrónicos en un entorno industrial o profesional que el estudiante se encontrará en un futuro próximo en su vida profesional:

- Diseño de los diferentes bloques del circuito, sistema o equipo electrónico a llevar a cabo.
- Simulación de los citados bloques de forma individual, y del conjunto a realizar.
- Montaje físico de los citados bloques individuales que formarán el equipo a realizar.
- Testeo de dichos bloques individuales y corroboración experimental de su funcionamiento.
- Montaje y ensamblado de los bloques para obtener el sistema o equipo completo a realizar.
- Testeo, corroboración experimental y obtención de resultados experimentales del sistema o equipo completo realizado.
- Realización del informe técnico que recoja todo el proceso llevado a cabo, los resultados de simulación, medidas experimentales, presupuesto económico, etc.
- Defensa oral, con tiempo limitado, del proyecto transversal llevado a cabo.

Las Asignaturas Relacionadas con Sistemas Electrónicos de la Titulación de Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)

Dentro de la titulación de grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática impartida en la EUETIB, las asignaturas que hacen referencia al estudio de los sistemas electrónicos son las mostradas en la Figura 2. El estudiante comienza en 3er cuatrimestre con el estudio de los sistemas eléctricos básicos en la asignatura *Sistemas Eléctricos*, para, a continuación,

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

continuar con el estudio de los sistemas electrónicos básicos gracias a la asignatura de 4º cuatrimestre **Sistemas Electrónicos**. Estas dos asignaturas son transversales comunes (no de especialidad) dentro del ámbito industrial, y, como consecuencia, son impartidas a todas las titulaciones de la EUETIB.

A partir de esta base común a todas las titulaciones, la especialidad propiamente dicha comienza en el cuatrimestre 5º con tres asignaturas del ámbito de la Ingeniería Electrónica: **Electrotecnia**, donde se afianzan conocimientos de teoría de circuitos, **Tecnología Electrónica**, donde se estudian en detalle los tipos, características y funcionamiento de los dispositivos y componentes electrónicos principales en el ámbito de la Ingeniería Electrónica y, finalmente, **Electrónica Digital y Microprocesadores**, que permite incidir de forma importante en el análisis y diseño de circuitos electrónicos digitales, tanto combinacionales como secuenciales.

En el cuatrimestre 6º, la titulación continúa, entre otras asignaturas, con **Electrónica Analógica**, que permite incidir, de forma similar a la anterior en el ámbito digital, en este caso en el análisis y diseño de circuitos electrónicos analógicos, principalmente basados en el amplificador operacional. Finalizado y aprobado este cuatrimestre, en 7º cuatrimestre el estudiante entra en la fase de optatividad, donde debe escoger cinco asignaturas de 6 créditos ECTS (el actual plan de estudios contempla 30 créditos ECTS en total para optatividad), y donde puede escoger asignaturas en tres ámbitos; a saber:

- Ámbito de especialidad en Sistemas Automáticos. El estudiante debe escoger al menos tres de las cinco asignaturas optativas en un ámbito propiamente de la Ingeniería Automática y Robótica.
- Ámbito de especialidad en los Sistemas Electrónicos. El estudiante debe escoger al menos tres de las cinco asignaturas optativas en un ámbito propiamente de la Ingeniería Electrónica.
- Ámbito generalista. En este caso, el estudiante puede escoger asignaturas de diferentes ámbitos, no necesariamente de especialidad, para cubrir los 30 créditos ECTS a realizar (asignaturas del ámbito de la Organización Industrial, Economía, etc.).

La titulación finaliza para el estudiante con la realización del trabajo de final de grado (TFG) en 8º cuatrimestre.

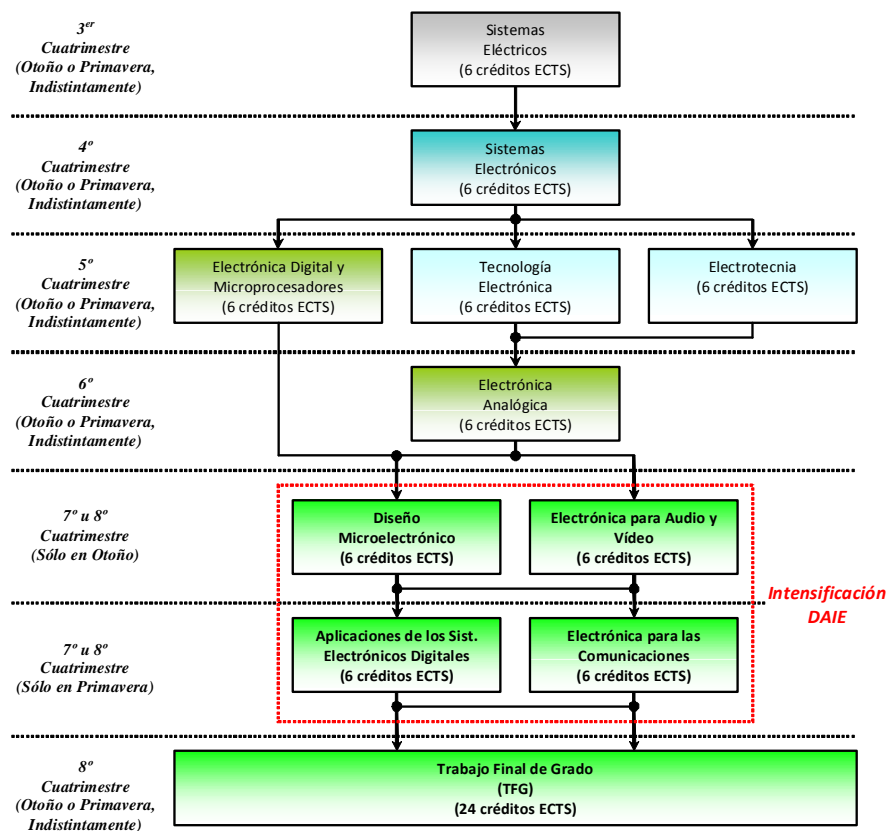
Las asignaturas objeto del presente artículo se centran en las cuatro asignaturas optativas que aparecen en la Figura 2:

- Electrónica para Audio y Vídeo (EAV).
- Diseño Microelectrónico (DM).

Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

- Aplicaciones de los Sistemas Electrónicos Digitales (ASED).
- Electrónica para las Comunicaciones (EC).

Figura 2 Mapa de asignaturas propias del ámbito de la Ingeniería Electrónica y de la intensificación DAIE que forman parte del actual plan de estudio del grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática impartido en la EUETIB



Dentro del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, estas asignaturas forman una intensificación denominada *Diseño de Aplicaciones en Ingeniería Electrónica* (DAIE). Obsérvese en la Figura 2 que las cuatro asignaturas no se imparten nunca de forma simultánea, sino que aparecen decaladas, dos en el cuatrimestre de otoño (las dos primeras, EAV y DM), y dos en el cuatrimestre de primavera (ASED y EC).

No obstante, conviene decir que, gracias a que las cuatro asignaturas pueden considerarse “autocontenidas”, la impartición primero de unas y posteriormente de otras (es decir, el orden en el que el estudiante puede cursarlas) no es significativamente importante.

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Experiencia Realizada en las Asignaturas Bajo Estudio

Como ya se ha comentado, la idea de la actividad de aprendizaje cooperativo que se trata en la presente ponencia partió como consecuencia del bajo rendimiento observado desde la implantación del actual plan de estudios de grado en septiembre de 2009, de los/las estudiantes del grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática en asignaturas relacionadas con su especialidad en cuatrimestres previos a los de la intensificación DAIE. Estas bajas expectativas han llevado a los profesores de las diferentes asignaturas optativas del área de Electrónica de la citada intensificación, a plantearse en los últimos años diferentes actividades, entre ellas las relacionadas con el aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en proyectos (PBL) que motiven a los/as alumnos/as y hagan que se interesen por los contenidos de las mencionadas asignaturas, entre ellas las asignaturas que conforman la citada intensificación DAIE.

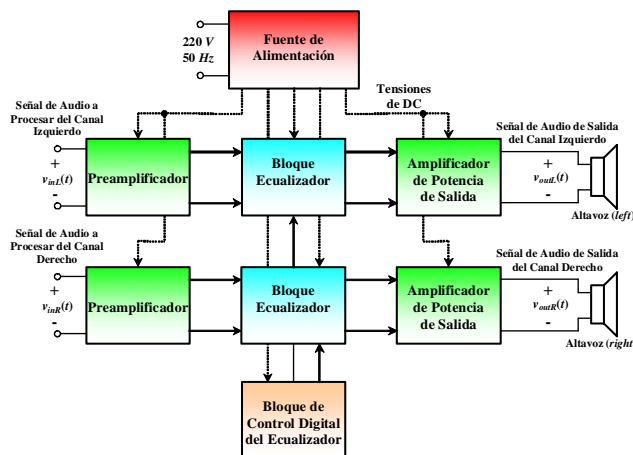
El presente trabajo se centra en lo que los autores hemos denominado *proyecto transversal*, como parte de la actividad AD que contemple a las cuatro asignaturas (y, obviamente, sus materias) que conforman dicha intensificación. Para realizarla se requiere que, preferentemente (aunque no es indispensable), el estudiante se matricule de estas cuatro asignaturas; dos de ellas en el cuatrimestre de otoño, y dos de ellas en el de Primavera, pudiendo así obtener 24 créditos ECTS optativos de los 30 optativos necesarios para finalizar su titulación. La actividad se centra en la realización (que engloba el diseño, simulación, implementación, testeo y corroboración experimental) de un equipo de audio en base a los cinco bloques siguientes (Figura 3):

- Etapa ecualizadora para audio.
- Etapa preamplificadora de audio.
- Etapa amplificadora de potencia para audio.
- Etapa de control digital para la etapa ecualizadora.
- Etapa de alimentación.

En particular, y centrándonos en la experiencia sobre la que se centra esta ponencia, la actividad consistió en todo el proceso mencionado (diseño, simulación, implementación, testeo y corroboración experimental) llevado a cabo. Para ello, esto se ha realizado en sesiones de clase de 3 horas/semana, gracias a unificar teoría (2 hora/semana) y problemas (1 hora/semana) en una única sesión semanal de 3 horas. El citado proyecto transversal global se divide así en los dos cuatrimestres (otoño y primavera) mencionados.

Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

Figura 3 Diagrama de bloques completo del equipo a realizar en el proyecto transversal



Parte I de la Experiencia Realizada (Asignaturas del Cuatrimestre de Otoño)

Como primer paso en la realización del proyecto transversal, en el cuatrimestre de otoño, avanzada la asignatura de EAV, se dan las pautas detalladas (especificaciones de diseño) del mencionado equipo (potencia de salida requerida, bandas frecuenciales de trabajo, impedancias de entrada y salida del equipo, etc.). A partir de estas especificaciones, y a partir de la semana 10 del curso (aproximadamente, de las 15 que contempla el cuatrimestre), y conforme avanza las dos primeras asignaturas (EAV y DM), el estudiante también avanza en el diseño de los diferentes bloques que conforman el sistema:

- En la primera de ellas (EAV), se realiza el diseño, simulación, montaje, testeo y corroboración experimental de la etapa ecualizadora diseño y cálculo de las células que formarán el citado ecualizador, simulación mediante OrCAD-PSpice, etc.
- En la segunda de ellas (DM), se realiza el mismo proceso para la etapa preamplificadora. Ésta sirve como soporte para que el estudiante realice la simulación a nivel de transistor de dichos bloques (simulación del amplificador operacional que se utiliza en los diferentes bloques, simulación de la etapa preamplificadora realizada en torno a dicho amplificador, etc.), poniendo en práctica parte de los conocimientos teóricos explicados en clase.

Durante las cinco sesiones finales del curso, éstas (recordemos, de 3 horas de duración) se dividían en diferentes partes:

- La primera hora (se intentó que no se sobrepasaran nunca los 50–55 minutos) se ha dedicado a explicar (mediante clase magistral) aquellos contenidos teóricos que el

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

profesor debe desarrollar para que el/la estudiante se adentre en los diferentes temas y tópicos requeridos para el correcto desarrollo del proyecto transversal. Los/las estudiantes, en esta primera hora, tenían un papel meramente pasivo, de escucha y toma de apuntes o, en su caso, de seguimiento de las correspondientes transparencias previamente facilitadas a los mismos.

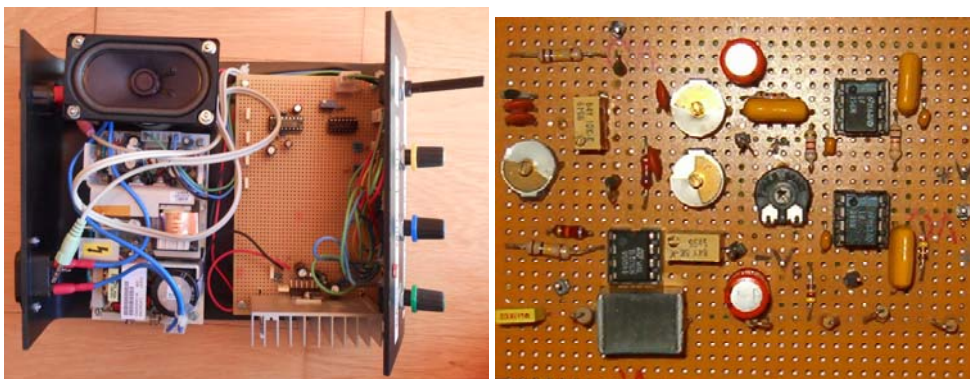
- Posteriormente, en la dos horas siguientes de la sesión, los estudiantes, en grupos de tres personas, trabajaron en el diseño, simulación o montaje de la etapa en cuestión, etapa directamente relacionada con los contenidos teóricos explicados por el profesor en la primera hora de la sesión.

En general, las horas dedicadas en estas últimas cinco semanas de curso son insuficientes para realizar todo el proceso de las etapas en clase. Ahora bien, pensemos que este proyecto transversal está enmarcado dentro de la carga no presencial de la asignatura. Es por ello que el estudiante debe seguir trabajando en el mismo fuera del aula, como parte de los 3,6 créditos ECTS de actividades no presenciales y actividades dirigidas (correspondientes a 6 h/semana) contempladas en ambas asignaturas (ver la distribución de créditos por asignatura en la figura 1).

Las dos asignaturas de otoño finalizan con dos prototipos completos realizados por parte del grupo de trabajo (Figura 4):

- Por un lado, el diseño, simulación, implementación y testeo experimental de la etapa ecualizadora de audio, realizados en la asignatura EAV.
- Por otro, el diseño, simulación, implementación y testeo experimental de la etapa preamplificadora, realizados en la asignatura DM.

Figura 4 Ejemplos de diferentes prototipos de algunos de los bloques parciales realizados por los estudiantes



Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

Además, dependiendo del número de alumnos de la asignatura, algún cuatrimestre se ha optado también por una presentación oral de 15 minutos en que el grupo presente y defienda ante el resto de compañeros los bloques circuitales llevados a cabo.

El proyecto finaliza en este cuatrimestre de forma transitoria con una calificación numérica que se incorpora a las dos asignaturas de este cuatrimestre. La ponderación de esta parte en las asignaturas es del 30% sobre el total para cada una de ellas (EAV y DM).

Conviene indicar que podría haber parte de estos estudiantes que no continuaran realizando las asignaturas que forman la intensificación (por ejemplo, porque se matriculan de otras asignaturas en el cuatrimestre de primavera) o, incluso, aquéllos que sólo se matriculasen de una de ellas. En estos casos, se contempla que el proyecto transversal se acote sólo al bloque en cuestión que se implementa en la asignatura. Téngase en cuenta que cada bloque podría ser autocontenido (una etapa amplificadora, por ejemplo, es ya un sistema que permite utilizarse en multitud de aplicaciones). No obstante, el estudiante debería quedarse con la idea clave que este bloque forma parte de un sistema mucho más completo, cuya finalidad va más allá de lo que tiene una de estas asignaturas simples. *Aquí, la idea de globalidad, integración de contenidos y coordinación de asignaturas es clave.*

Parte II de la Experiencia Realizada (Asignaturas del Cuatrimestre de Primavera)

En este caso, las asignaturas donde se continúa con la realización del proyecto transversal consisten en las dos optativas de la intensificación DAIE que se imparten en el cuatrimestre de primavera: Aplicaciones de los Sistemas Electrónicos Digitales (ASED) y Electrónica para las Comunicaciones (EC).

El mecanismo, procedimiento y sistemática de las asignaturas es similar: las primeras sesiones del curso el proyecto queda parado para hacer evolucionar las dos asignaturas así como sus partes teórica y práctica, y, a partir de la semana 10, aproximadamente, se retoma el proyecto con la realización de los bloques que falta para finalizar el sistema global:

- En la primera de ellas (ASED), se realiza el diseño, simulación y montaje de la etapa de control digital para la sintonía del ecualizador. Esta asignatura sirve como soporte para que el estudiante realice el diseño, simulación e implementación del sistema de control para la etapa ecualizadora implementada en el cuatrimestre anterior.
- En la segunda de ellas (EC), se realiza el diseño, simulación y montaje de la etapa amplificadora de potencia así como la fuente de alimentación de todo el equipo. Esta asignatura sirve como soporte para que el estudiante realice el diseño, simula-

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

ción e implementación de la etapa amplificadora de potencia, así como la fuente de alimentación que proporciona la energía para todo el equipo.

Así pues, las dos asignaturas de primavera finalizan con otros dos prototipos completos realizados por parte del grupo de trabajo:

- Por un lado, el diseño, simulación, implementación y testeo de la etapa de control digital para el ecualizador de audio, realizados en la asignatura ASED.
- Por otro, el diseño, simulación, implementación y testeo de la etapa amplificadora de potencia y fuente de alimentación, realizados en la asignatura EC.

Parte III de la Experiencia Realizada (Asignaturas del Cuatrimestre de Primavera)

Finalizados los dos cuatrimestres (otoño y primavera) y, por tanto, habiendo realizado el grupo de estudiantes el proyecto transversal enmarcado en las cuatro asignaturas bajo estudio (EAV, DM, ASED y EC), finalmente, para superar la actividad, el grupo de estudiantes deberá:

- Ensamblar los diferentes bloques circuitales que conforman el prototipo completo del proyecto global.
- Probar en el laboratorio el montaje global, tomando las medidas experimentales pertinentes de todo el conjunto que corroboren el correcto funcionamiento de todo el sistema.
- Presentar una memoria técnica que ponga de manifiesto todo lo realizado en relación al proyecto transversal a lo largo de las cuatro asignaturas (explicación detallada del proyecto, proceso de diseño, resultados de simulación y experimentales, etc.).
- Defender ante el conjunto de profesores de las cuatro asignaturas, así como ante el conjunto de compañeros, el proyecto realizado.

El proyecto finaliza con una calificación numérica que se incorpora a las dos asignaturas de este cuatrimestre. La ponderación de esta parte en las asignaturas es del 60% sobre el total para cada una de ellas (ASED y EC).

Evaluación y Conclusiones de la Experiencia Llevada a Cabo

Al margen de las calificaciones, para evaluar la actividad llevada a cabo, se recurrió a la información que podían proporcionar los propios ‘afectados’; es decir, los estudiantes. Tras diferentes charlas posteriores a la presentación y defensa del proyecto transversal, debe

Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella

destacarse la buena acogida de la experiencia por parte de los alumnos, a pesar que, en algunos grupos, los resultados obtenidos no fueran plenamente satisfactorios (notas inferiores a 7 sobre un total de 10 puntos).

Para la mayoría de los alumnos no era la primera vez que realizaban una experiencia evaluadora de este tipo. De hecho, en diferentes asignaturas obligatorias expuestas en la Figura 2 (por ejemplo, Electrónica Analógica), una parte de la asignatura contempla el diseño, simulación, implementación y corroboración experimental del funcionamiento, de un circuito bastante acotado. En ellas, se persigue que el circuito tenga una finalidad bien definida, dentro del ámbito de la propia asignatura, pero sus dimensiones generalmente se acotan para que la dedicación al mismo por parte del estudiante sea limitada. En este caso, sin embargo, el proyecto transversal tiene una envergadura mucho mayor y está contenido en diferentes asignaturas que, aunque son de la misma área, tratan temáticas diferentes dentro del ámbito de la Ingeniería Electrónica.

No obstante, a pesar de la dificultad y dedicación que los estudiantes exponen en la toma de opiniones recogidas, expresan una serie de puntos fuertes de la actividad. De estos puntos, destacan tres que conviene recalcar:

- La forma de trabajar en el proyecto transversal se asemeja a cómo se efectuaría en una empresa por parte de un grupo de ingenieros. Esto acerca las asignaturas implicadas (y su materia), y, sobre todo, la titulación, al mundo laboral inminente para estos estudiantes.
- Elimina la “estanqueidad” que actualmente tienen buena parte de las asignaturas impartidas en la Universidad española. Nuestros estudiantes suelen ver las asignaturas como un todo muy independiente del resto de asignaturas, no ya de cuatrimestres diferentes, sino, incluso, de asignaturas impartidas en el mismo cuatrimestre. Les resulta difícil integrar o globalizar las diferentes asignaturas de la titulación (sean éstas de especialidad o no) en un marco conjunto de su ámbito. En opinión de los estudiantes, el proyecto transversal elimina en buena parte esta estanqueidad. Como ya hemos comentado, *aquí, la idea de globalidad, integración de contenidos y coordinación de asignaturas es clave.*
- Permite que los estudiantes focalicen sus trabajos de final de grado (TFGs) en una temática cercana a la del proyecto transversal o cercana a la de las asignaturas que conforman la intensificación que sirve de paraguas a dicho proyecto transversal. Esta idea también es clave para muchos estudiantes que ven la intensificación como una forma de centrar sus carreras en un ámbito determinado dentro del área de la Ingeniería Electrónica.

La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudio de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Finalmente, como líneas futuras de investigación, por parte de los autores del presente trabajo, se quiere efectuar una serie de mejoras progresivas del procedimiento llevado a cabo, que conlleva los siguientes puntos:

- Montar el proyecto transversal como un sistemas de aprendizaje basado en proyecto (PBL) mediante la técnica *puzzle*. Esto repercutirá en una mayor dedicación temporal dentro de la asignatura para llevar a cabo dicho proyecto (se necesitarán sesiones para realizar las reuniones de expertos, sesiones para que un experto explique su parte al resto de miembros que forman el grupo, etc.), pero redundará en una mejora desde el punto de vista del aprendizaje.
- Realizar una coevaluación por parte del conjunto de estudiantes matriculados en la asignatura. Hasta ahora la evaluación la han realizado los propios profesores de las cuatro asignaturas implicadas en el proyecto. No se descarta, sin embargo, que parte de la calificación final del proyecto transversal sea realizada por los propios estudiantes.
- Abrir las defensa a estudiantes de cuatrimestres anteriores, para que vean qué es lo que han realizado estudiantes de su misma titulación pero de cursos más avanzados. Esto serviría, sin duda, como acicate y motivación para estos estudiantes, que verían en primera mano la “aplicabilidad” de su titulación.

Referencias

- [1] H. Martínez. “Información de la Asignatura de Electrónica Analógica (EA-EIA – 820222). Moodle de la Asignatura (Atenea). <http://atenea.upc.edu/moodle/course/view.php?id=12565> (acceso: 3 de junio de 2015).
- [2] H. Martínez, J. Domingo, A. Grau, y J. Gámiz. “La Introducción de la No Presencialidad en la Enseñanza de la Electrónica Analógica para Estudiantes de Electrónica Industrial”, *Actas del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XII CUIEET-2004)*, Barcelona, España, 26 julio de 2004, pág. 71 (ISBN: 84-688-6913-9).
- [3] H. Martínez, J. Domingo, A. Grau, y J. Gámiz. “Innovación en la Enseñanza de la Electrónica de Adquisición de Datos y Control para Estudiantes de Electricidad Industrial”, *Actas del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XII CUIEET-2004)*, Barcelona, España, 26 julio de 2004, pág. 72 (ISBN: 84-688-6913-9).
- [8] J. Domingo, M. Pilar Almajano, H. Martínez, y J. Segura. “El Aprendizaje Cooperativo 2.0”, *Actas de la Jornada X Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo (X-JAC'10)*, Barcelona, España, 2 de julio del 2010, pág. 109-116 (ISBN: 978-84-7653-480-9). <http://giac.upc.es/JAC10/10/13%20Comunicaci%F3n%20AC2.0%20JDom.pdf> (acceso: 3 de junio de 2015).

Buscando mejorar la eficiencia: experiencia tras el primer año de una nueva Subdirección

Ricardo Cobacho^a y Bernardo Álvarez^b

^a Subdirector de Laboratorios y Planificación, ETSID, Universitat Politècnica de València (rcobacho@ita.upv.es), ^b Jefe de Estudios, ETSID, Universitat Politècnica de València (balvarez@die.upv.es).

Abstract

The Sub-Directorate for Laboratories and Planning, at the School of Design Engineering, was created one year ago. This paper will present a general view about the activities developed so far: timetables and rooms management, special assessment organization out of the regular teaching periods and lecture-tracking procedures. To properly set the scene, some figures, charts and tables about the School are firstly provided. Finally, the achieved results are displayed and reviewed, as well as the main remaining tasks that will need to be addressed in the future.

Keywords: *Timetables, rooms, groups, management, assessment.*

Resumen

La Subdirección de Laboratorios y Planificación, de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, cumplirá próximamente un año de actividad. En este artículo se presenta una panorámica de la labor realizada hasta el momento, en los tres ejes seguidos: ordenación de horarios y espacios, organización de la evaluación de asignaturas fuera del horario regular y seguimiento docente. Como elemento previo a todo ello, se aporta una panorámica en cifras del Centro y, para terminar, se concluye con una valoración de los resultados alcanzados y tareas pendientes para el futuro.

Palabras clave: *Horarios, aulas, grupos, gestión, evaluación.*

Introducción

Fueron numerosas las referencias que, a finales del pasado siglo XX, ya anunciaron los cambios hacia los que se dirigía la Universidad, tanto en lo que se refiere a desafíos (Bur-

Buscando mejorar la eficiencia: experiencia tras el primer año de una nueva Subdirección

gen, 1996; Sibley, 1999; Pascual de Sans, 2000), como a caminos y vías de acción a tomar (Horton, 1999; Michavila, 1998). En gran medida, y bajo las circunstancias de los últimos años, ello ha implicado el acometer todas esas tareas con, prácticamente, los mismos recursos disponibles. Esto ha puesto en el punto de mira la propia gestión universitaria a todos los niveles, y especialmente la mejora de su eficiencia, como una de las mejores fuentes de recursos para afrontar y gestionar los cambios.

Ya en el ámbito de las escuelas técnicas, y particularmente de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la Universitat Politècnica de Valencia (UPV), una de las muchas medidas adoptadas consistió en la creación de una nueva Subdirección, Laboratorios y Planificación, hace prácticamente un año, en verano de 2014. En esta Subdirección se han reunido algunas tareas de gestión que previamente se encontraban distribuidas entre otros niveles del organigrama del Centro. La intención del movimiento ha sido el facilitar la coordinación entre dichas tareas, dado el alto grado de interrelación existente entre ellas.

Ahora, al cabo de prácticamente un año de trabajo, estamos en situación de revisar el camino recorrido, es decir, evaluar procedimientos y resultados, e identificar las direcciones por las que continuar en el futuro. Esto es lo que se propone cubrir este artículo. Tomando como referencia las tres actividades fundamentales asignadas, éstas se van a presentar en el orden cronológico en el que, sucesivamente, se fueron poniendo en marcha; y para cada una se explicarán sus aspectos y cometidos fundamentales, así como la base de trabajo, e incidencias encontradas. Sin embargo, cabrá primero presentar la ETSID en grandes cifras, lo cual puede ilustrar la magnitud de lo que vendrá a continuación.

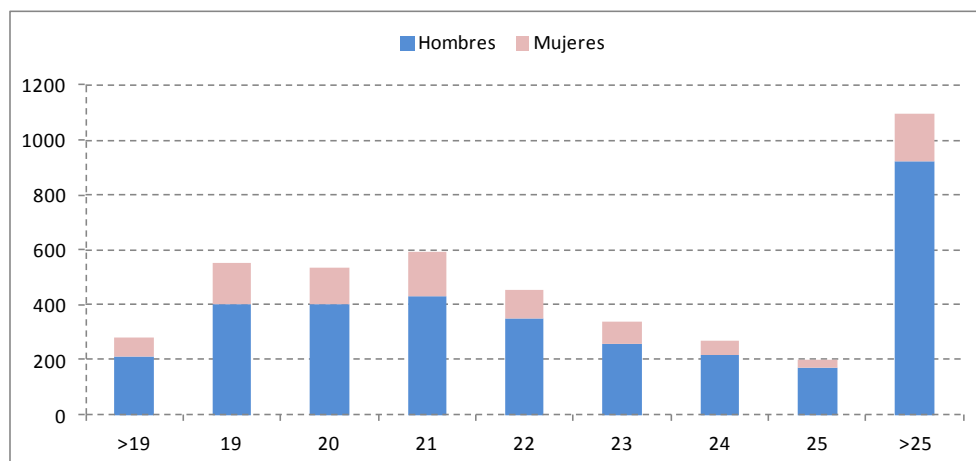
La ETSID en algunas cifras

Durante el curso académico 2014-15, la ETSID ha tenido una matrícula total de 4327 estudiantes. Resulta interesante conocer una mínima distribución de esta cifra por edades y sexos (Figura 1).

La matrícula total se ha repartido, evidentemente, entre las titulaciones impartidas por el Centro. En términos estrictamente administrativos, durante el presente curso el total de titulaciones impartidas ha sido de 21, si bien esta cifra podría dar lugar a un cierto malentendido ya que incluye las titulaciones antiguas, que no tienen docencia activa en la actualidad, y se hallan en distintas etapas de extinción: desde aquéllas con sólo estudiantes matriculados pendientes de la presentación del proyecto fin de carrera, hasta aquéllas otras para las que todavía hay programadas en este curso convocatorias oficiales de examen.

Ricardo Cobahco y Bernardo Álvarez

Figura 1 Distribución de alumnos de la ETSID por edades y sexo en el curso 2014-15



Poniendo al margen las titulaciones antiguas sin docencia activa, el número de titulaciones oficiales con docencia el Centro ha sido de 11. Clasificadas entre grado y máster, son las siguientes:

- Títulos de grado:
 - Grado en Ingeniería Aeroespacial (GIA)
 - Grado en Ingeniería Eléctrica (GIE)
 - Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (GIEIA)
 - Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos (GID)
 - Grado en Ingeniería Mecánica (GIM)

- Títulos de máster:
 - Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica (MIA)
 - Máster Universitario en Ingeniería del Diseño (MID)
 - Máster Universitario en Ingeniería del Mantenimiento (MIMTO)
 - Máster Universitario en Ingeniería Mecatrónica (MIMCA)

Buscando mejorar la eficiencia: experiencia tras el primer año de una nueva Subdirección

- Máster Universitario en Diseño y Fabricación Integrada Asistidos por Computador (MDF)
- Máster Universitario en Sensores para Aplicaciones Industriales (MSAI)

Considerando solamente estas titulaciones con docencia activa, el número de alumnos matriculados en las mismas ha sido de 3695, que se dividen en 3383 para titulaciones de grado y 312 para titulaciones de máster. Los detalles por titulación se muestran en la Tabla 1 y la Tabla 2.

Tabla 1 Número de estudiantes por titulación de grado en el curso 2014-15

Titulación	GIA	GIE	GIEIA	GID	GIM
Mujeres	104	46	88	420	110
Hombres	392	384	634	371	834
Total por titulación	496	430	722	791	944
Total para 1er ciclo	3383				

Tabla 2 Número de estudiantes por titulación de máster en el curso 2014-15

Titulación	MIA	MID	MIMTO	MIMCA	MDF	MSAI
Mujeres	12	33	7	3	11	1
Hombres	42	41	60	66	27	9
Total por titulación	54	74	67	69	38	10
Total para 2º ciclo	312					

A la vista de las tablas anteriores, resulta más comprensible el alto número de estudiantes de más de 25 años mostrado por la Figura 1, ya que principalmente se trata no solo de los matriculados en los en últimos curso de los nuevos grados y másteres, sino también de los que están terminando de cursar los planes antiguos.

En un segundo nivel de detalle, el total asignaturas de titulaciones impartidas, con docencia activa, es de 711, de las cuales 581 corresponden a titulaciones de grado y 130 a titulaciones de máster. La distribución de estas asignaturas por titulaciones de grado y máster está recogida en la Tabla 3 y la Tabla 4.

Ricardo Cobahco y Bernardo Álvarez

Tabla 3 Número de asignaturas por titulación de grado en el curso 2014-15

Titulación	GIA	GIE	GIEIA	GID	GIM
Obligatorias	60	78	67	70	79
Optativas	23	25	32	34	28
Especialidad	28	12	15	15	15
Total por titulación	111	115	114	119	122
Total para 1er ciclo	581				

Tabla 4 Número de asignaturas por titulación de máster en el curso 2014-15

Titulación	MIA	MID	MIMTO	MIMCA	MDF	MSAI
Total por titulación	40	28	12	20	12	18
Total para 2º ciclo	130					

Todas estas asignaturas son impartidas por un total de 490 profesores con docencia en la ETSID, de los cuales 266, algo más de la mitad, están adscritos al Centro.

Por último, es preciso hablar de los espacios utilizados para la impartición de todas estas clases. En total se cuenta con 58 espacios ubicados en los tres edificios de la ETSID: ala Norte, ala Sur y Hangar. El total de aulas utilizadas se puede clasificar según el tipo de equipamiento de las mismas:

- Aulas estándar son las aulas tradicionales más adecuadas para impartir clases magistrales, o al menos que no requieran más que un ordenador para el profesor y un cañón de vídeo. En total son 19 aulas, y su capacidad varía desde la más pequeña con 25 puestos, a las dos mayores con 180 puestos.
- Aulas informáticas son aquellas equipadas con ordenadores para uso de los estudiantes. En total son 19 aulas, y su capacidad varía desde la más pequeña con 10 equipos a la mayor con 42 equipos.
- Aulas informáticas con equipamiento específico adicional. Además de ordenadores personales, estas aulas incluyen otro tipo de material, tal como instrumentación eléctrica o electrónica, o bien estaciones con capacidades especiales de computación o resolución gráfica. En total son 6 aulas.

Buscando mejorar la eficiencia: experiencia tras el primer año de una nueva Subdirección

- Laboratorios específicos hay 9, dedicados desde a electrónica o informática industrial, a electroquímica.
- Los Talleres son los espacios para trabajar con máquinas-herramienta en actividades como la construcción de modelos y prototipos, o similares. En total son 5, variando en funciones y material de trabajo.

A este respecto, cabe hacer la puntualización adicional de que no toda la docencia indicada se imparte en el Centro. El motivo principal es que una parte de las prácticas de laboratorio se imparte en instalaciones especializadas gestionadas directamente desde departamentos, aunque también hay otra docencia basada fuera del Centro como los viajes, prácticas de campo, etc.

Horarios

La gestión de los horarios docentes de un conjunto de titulaciones como el presentado, reviste una cierta complejidad. Ello es debido a las siguientes causas principales:

- Condiciones particulares de las aulas: debe adecuarse cada tipo y tamaño de aula a cada asignatura. Esta es una restricción esencial, especialmente en el caso de laboratorios y talleres.
- Condiciones particulares del profesorado: los horarios de las distintas asignaturas de un mismo profesor deben ser compatibles entre sí. Tanto si todas ellas están impartidas en la ETSID como si no, caso éste no poco frecuente.
- Condiciones particulares de las asignaturas. En este punto la casuística es amplia: desde el caso de asignaturas que están planteadas con programaciones no uniformes en calendario y espacios, hasta el caso de asignaturas que están repartidas (equitativamente o no) entre varios departamentos, y ello pasando también por ejemplo por el caso no infrecuente de asignaturas que son comunes a varias titulaciones, o por el caso de los reajustes en las titulaciones, aún nuevas, a la vista de la experiencia que se va ganando, e incluso por los nuevos cursos de máster que todavía el curso próximo, se pondrán en marcha.

Como punto adicional cabe añadir que las tres causas presentadas son dinámicas en el tiempo. Así es seguro que, de un curso para otro, van a aparecer cambios, sobre todo en el

Ricardo Cobahco y Bernardo Álvarez

segundo y tercer puntos. También habrá que esperar oscilaciones en el número de estudiantes matriculados de un curso al siguiente. Sin embargo, un mismo curso también puede resultar largo, desde este punto de vista, por lo que pueden tener que afrontarse cambios de profesores y aulas a lo largo del mismo por diversos motivos, normalmente poco afortunados.

La UPV cuenta con una aplicación informática (Algar) que por una parte busca permitir a cada centro la gestión de sus propios horarios, y por otra, centraliza toda la información de la Universidad y la cruza con la asignación de profesores desde los departamentos. Así permite comprobar, entre otras cosas, que los horarios de las titulaciones reflejan de forma adecuada toda la carga docente. Esta aplicación está en continuo desarrollo y ha visto mejoras significativas en el último año, pero en lo que respecta al trabajo que desde esta Subdirección ha habido que desarrollar, el Algar sigue siendo un tanto lento y rígido.

Así, a nivel interno de Subdirección, la gestión de los horarios se hace con medios propios que básicamente consisten en una batería de hojas de cálculo relacionadas entre sí mediante módulos programados. Y cuando cada cambio o ampliación en los horarios vigentes ha sido ejecutado y validado sobre las hojas propias, entonces el resultado final es transferido a Algar.

La organización de toda la información que debe manejarse en la gestión habitual de los horarios descansa sobre dos elementos básicos:

- Hojas de horarios: Existe una hoja de cálculo independiente para el horario regular de cada grupo de Teoría de Aula. En dicha hoja, cada clase aparece en la franja horaria que le corresponde y con el espacio asignado para la misma. También se incluyen las sesiones de prácticas independientes de cada grupo de Prácticas que está integrado en dicho grupo de Teoría.

Las hojas correspondientes a los distintos grupos de Teoría, por cada semestre, se agrupan en un solo archivo. De este modo, para cada titulación se tienen tantos archivos como grupos de Teoría de Aula y semestres con docencia existen.

- Hojas de espacios: Existe una hoja de cálculo independiente para la ocupación de todos los espacios del Centro cada día de la semana. En dicha hoja aparecen los huecos de ocupación de cada aula a lo largo de todo el día.

Las hojas de espacios para cada día de la semana, por cada semestre, se agrupan en un solo archivo. De este modo, se tienen sólo dos archivos generales con la ocupación de las aulas, uno por semestre.

Buscando mejorar la eficiencia: experiencia tras el primer año de una nueva Subdirección

La clave principal de la gestión habitual de todo esto radica en evitar errores. Los más comunes son los derivados de hacer cambios sobre las hojas de horarios y no llevarlos de forma correcta a las hojas de espacios. Para evitar este tipo de errores, las hojas de horarios y espacios están conectadas entre sí mediante un módulo que vigila la integridad de las segundas en relación a la información contenida en las primeras.

Exámenes

La evaluación de asignaturas en la ETSID se encuentra regida por una normativa específica aprobada en Junta de Centro. A partir de dicha normativa, y bajo las directrices de evaluación continua propias de los nuevos grados, cada asignatura tiene la capacidad de diseñar su propio sistema de evaluación: número y tipo de actos de evaluación, así como la ponderación de cada acto de evaluación para la nota final de la asignatura.

En un principio, se da por hecho que las pruebas de evaluación de cada grupo pueden ser compatibles con el horario y espacio asignados de forma regular. Esto ocurre sobre todo en asignaturas con un número de alumnos no demasiado alto, como el caso de asignaturas, asignaturas de especialidad o mención, asignaturas de máster y también en algunas asignaturas obligatorias en las que la evaluación se organiza independizada para cada grupo de matrícula. Sin embargo, es habitual que como parte de la evaluación de una asignatura se requieran pruebas de una envergadura mayor a la que permiten los horarios y espacios regulares:

- En términos espaciales, grupos muy numerosos, o la fusión de varios grupos, requerirán para un examen escrito aulas más grandes a las habituales, o bien, varias aulas al mismo tiempo.
- En términos temporales, la exposición o debate de trabajos por grupos, o también los exámenes orales individuales, requieren de periodos prolongados de evaluación: más de una mañana o tarde completa, y fácilmente, más de un día.

Para facilitar la organización de este tipo de actos, difíciles, cuando no imposibles, de encajar en la ocupación regular de los espacios, en el calendario oficial del Centro se han definido unos días, sin clases regulares. Aproximadamente se trata de una semana, y aproximadamente se localiza hacia la mitad de cada semestre.

Es importante subrayar que el hecho de que, durante estos días, las clases regulares se cancelen, no quiere decir que no pueda haber clases, tutorías, talleres, seminarios, conferencias o cualquier otro tipo de actividad docente distinta de la evaluación. De hecho, en algún caso se ha aprovechado este periodo especialmente para ello por las facilidades que hay en la

Ricardo Cobahco y Bernardo Álvarez

utilización de espacios. Claramente, el poder disponer de todos los espacios de la Escuela durante unos días facilita la realización de las pruebas de evaluación de envergadura indicadas más arriba.

Así, cualquier uso, actos de evaluación incluidos, previsto por cualquier asignatura para ser realizado durante este período, debe ser previamente solicitado a la Subdirección. La labor de la misma aquí consiste en asignar las aulas necesarias, en número y tipo adecuados. Y para el caso de las evaluaciones, en coordinar las distintas que se van solicitando por parte de los profesores por cada curso y titulación. El objetivo es no sólo evitar las colisiones entre exámenes sino, en la medida de lo posible, distribuirlos temporalmente de manera racional.

Seguimiento docente

La última tarea acometida por la Subdirección ha sido el proceso de seguimiento docente. Por seguimiento docente, entendemos el tener conocimiento y evidencia de que las clases se imparten, en horario y espacio fijados para cada grupo, por el profesor titular del mismo, o algún sustituto en el caso de incidencia.

La base para esto son las hojas de firmas generadas por Algar, y sobre esta base el procedimiento seguido durante el curso que ahora termina ha sido el siguiente:

1. Las hojas de firmas se imprimen cada día y se distribuyen por las aulas del Centro. A medida que transcurre el día, cada profesor firma en la casilla correspondiente a la clase que ha impartido. Al final de cada día se recogen.
2. Posteriormente las hojas se revisan para detectar posibles incidencias, que principalmente consisten en la ausencia de firmas. En segundo plano, se encuentran sustituciones de profesores.
3. Formalmente, cada firma del profesor es la única evidencia directa de que cada clase ha sido impartida. Por este motivo, debe prestarse atención a la ausencia de dicha firma. La mayor parte de las veces, tal ausencia se debe a un olvido, o a una actividad puntual no recogida en el horario regular en Algar.
4. En tal caso, desde la Subdirección se contacta con el profesor para aclarar cuál ha sido la causa de la incidencia.
5. Si no se aclara la falta de firma, entonces se inicia la reclamación al Departamento.

Aunque se trata de un procedimiento sencillo en sí mismo, los resultados del mismo tras el primer año no han sido todo lo buenos que se esperaba. La causa de ello se ha encuentra

Buscando mejorar la eficiencia: experiencia tras el primer año de una nueva Subdirección

fundamentalmente en que en Algar no se recoge la variada casuística puntual en que la cantidad de asignaturas gestionadas puede desviarse de su programación regular. Y los motivos por los que tal casuística no se recoge adecuadamente también son variados: a veces el propio Algar no permite introducir la distribución (entre grupos, departamentos y horarios) real en que se va a impartir una asignatura, a veces ha fallado la comunicación o coordinación entre departamentos y Centro, y a veces la información introducida en Algar contiene, directamente, errores.

Así, en el proceso de seguimiento docente, las más de las veces, se ha tropezado con una maraña de obstáculos derivados de lo expuesto en el párrafo anterior, que, en la práctica, han dificultado enormemente la identificación de las incidencias reales que se estaban buscando.

Conclusiones y perspectivas

Hasta aquí se ha hecho una revisión del contexto y campo de trabajo en el que esta Subdirección se ha movido durante el último año, y se han presentado las tareas desarrolladas, destacando el enfoque dado a las mismas. Cabe entonces plantearse una evaluación de los resultados conseguidos, más aún tratándose de un entorno puramente universitario.

En la columna de los haberes, hemos detectado avances apreciables en dos aspectos concretos, ambos relacionados con la amortiguación final del transitorio que han supuesto los nuevos planes de estudio. Así por una parte, han aumentado titulaciones y años, o en otras palabras, grupos y estudiantes, y todos ellos se han conseguido acomodar en los mismos espacios previos. Mientras que por otra parte, se ha posibilitado, también en tiempo y espacio, los nuevos requerimientos de evaluación que los nuevos planes exigen. Es imperativo decir aquí y en lugar destacado, que esto habría resultado imposible sin la colaboración activa y constructiva de todo el profesorado, personal de administración y alumnado. No importa el orden de citación.

En la columna de las deudas se encuentra todavía la solución a algunos problemas prácticos aún existentes y ya apuntados en el artículo como la relación entre los sistemas de gestión del Centro y de la Universidad, o la depuración del procedimiento de seguimiento docente. Y no menos importante serían las mejoras pendientes que contribuyan a aligerar la carga de trabajo tosco, casi rupestre, que todavía es necesario en todo ello. Los avances futuros en esta dirección, permitirán a este hipotético balance transformar esas deudas pendientes en haberes conseguidos.

Ricardo Cobahco y Bernardo Álvarez

Referencias

- Burgen A. (ed.) (1996). *Goals and purposes of higher education in 21st century*. Londres: Kingsley.
- Horton M. (1999). *Managing change. The challenge of continuous improvement*. Stillwater: New Forums Press.
- Michavila F. (ed.) (1998). *Experiencias y consecuencias de la evaluación universitaria: estrategias de mejora de gestión*. Madrid: Fundación Universidad-Empresa
- Pascual de Sans R. (2000). *Las universidades españolas ante la Europa del siglo XXI*. Bellaterra: Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Sibley W. (1999). *University management 2010. Challenging choices and difficult decisions*. Stillwater: New Forums Press.

Experiencias en la implantación del Master en Ingeniería Industrial en la Universidad de Burgos.

Miguel Angel Mariscal Saldaña^a, Francisco Javier Rodriguez Vidal^b y Monserrat Díez Mediavilla^c

^a Coordinador del Master en Ingeniería Industrial. Escuela Politécnica Superior, Avda. Cantabria s/n, 09006 Burgos. Tfno: 947258933, Fax: 947258910, mariscal@ubu.es. Universidad de Burgos.

^b Coordinador de primer curso del Master en Ingeniería Industrial. Escuela Politécnica Superior, Avda. Cantabria s/n, 09006 Burgos. Tfno: 947258937, Fax: 947258910, qpvito@ubu.es. Universidad de Burgos.

^c Coordinador de segundo curso del Master en Ingeniería Industrial. Escuela Politécnica Superior, Avda. Cantabria s/n, 09006 Burgos. Tfno: 947258925, Fax: 947258910, mdmr@ubu.es. Universidad de Burgos.

Abstract

In the following document it's shown the fundamental data on the implementation of the Master in Industrial Engineering from the University of Burgos. Strengths in such implementation and areas of improvement are shown too.

Keywords: *Industrial Engineering Master, implementation, experiences.*

Resumen

En el siguiente documento se muestran los datos fundamentales de la implantación del Master en Ingeniería Industrial de la Universidad de Burgos así como una serie de puntos fuertes en dicha implantación y áreas de mejora ya implantadas o por implantar.

Palabras clave: *Master Ingeniería Industrial, implantación, experiencias.*

Introducción

El Máster en Ingeniería Industrial se propuso como título acorde con la profesión regulada de Ingeniero Industrial, de acuerdo con la Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial. El Máster en Ingeniería Industrial, por su carácter profesionalizante, habilita para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial, mantiene su relevancia e interés para todos aquellos graduados, diplomados o licenciados que deseen ejercer como Ingenieros Industriales.

Experiencias en la implantación del Master en Ingeniería Industrial en la Universidad de Burgos.

Competencias

Los estudiantes del Título de Master en Ingeniería Industrial deben adquirir durante sus estudios una serie de Competencias Transversales o Genéricas (conjunto de competencias comunes a todas las enseñanzas) y una serie de Competencias Específicas (o conjunto de competencias relacionadas con el conocimiento concreto de un área temática y rama de conocimiento). A continuación se relacionan dichas competencias en las tablas 1 y 2, que deben adquirir los estudiantes durante su formación universitaria y que serán exigibles para otorgar el Título Master en Ingeniería Industrial por la Universidad de Burgos. Dichas competencias surgen de la integración de documentos tales como el libro blanco de la ingeniería, la Orden CIN/311/2009 de 9 de febrero, las Directrices Generales para el Diseño de los Títulos Oficiales Adaptados al EEES de Julio 2008 de la Universidad de Burgos y el R.D 1393/2007.

Tabla 1. Competencias Transversales o Genéricas

	Nº	Competencias TRANSVERSALES O GENERICAS
INSTRUMENTALES	GI-1	Análisis y síntesis
	GI-2	Capacidad de organizar y planificar
	GI-3	Comunicación oral y escrita de conocimientos en lengua propia
	GI-4	Comunicación oral y escrita de conocimientos en lengua extranjera
	GI-5	Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
	GI-6	Gestión de la información
	GI-7	Aplicar los conocimientos adquiridos y capacidad para la resolución de problemas
	GI-8	Toma de decisiones
PERSONALES	GP-1	Trabajo en equipo
	GP-2	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar
	GP-3	Trabajo en un contexto internacional
	GP-4	Relaciones interpersonales
	GP-5	Compromiso ético
	GP-6	Razonamiento crítico
	GP-7	Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad
SISTEMCIAS	GS-1	Aprendizaje y trabajo autónomos
	GS-2	Adaptación a nuevas situaciones
	GS-3	Creatividad
	GS-4	Liderazgo
	GS-5	Sensibilidad hacia temas medioambientales
	GS-6	Iniciativa y espíritu emprendedor
	GS-7	Motivación por la calidad
	GS-8	Conocimiento de otras culturas y costumbres

Miguel Angel Mariscal Saldaña

Tabla 2. Competencias Específicas

	Nº	Competencias ESPECIFICAS (DISCIPLINARES Y ACADEMICAS)
Tecnologías Industriales	ED-1	Conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.
	ED-2	Conocimiento y capacidad para proyectar, calcular y diseñar sistemas integrados de fabricación.
	ED-3	Capacidad para el diseño y ensayo de máquinas.
	ED-4	Capacidad para el análisis y diseño de procesos químicos.
	ED-5	Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial
	ED-6	Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.
	ED-7	Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.
	ED-8	Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos.
Gestión	ED-9	Conocimientos y capacidades para organizar y dirigir empresas.
	ED-10	Conocimientos y capacidades de estrategia y planificación aplicadas a distintas estructuras organizativas.
	ED-11	Conocimientos de derecho mercantil y laboral.
	ED-12	Conocimientos de contabilidad financiera y de costes.
	ED-13	Conocimientos de sistemas de información a la dirección, organización industrial, sistemas productivos y logística y sistemas de gestión de calidad.
	ED-14	Capacidades para organización del trabajo y gestión de recursos humanos. Conocimientos sobre prevención de riesgos laborales.
	ED-15	Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos.
	ED-16	Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica.
Instalaciones, plantas y construcciones complementarias.	ED-17	Capacidad para el diseño, construcción y explotación de plantas industriales.
	ED-18	Conocimientos sobre construcción, edificación, instalaciones, infraestructuras y urbanismo en el ámbito de la ingeniería industrial.
	ED-19	Conocimientos y capacidades para el cálculo y diseño de estructuras.
	ED-20	Conocimiento y capacidades para el proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de Seguridad.
	ED-21	Conocimientos sobre métodos y técnicas del transporte y manutención industrial.
	ED-22	Conocimientos y capacidades para realizar verificación y control de instalaciones, procesos y productos.
	ED-23	Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

Experiencias en la implantación del Master en Ingeniería Industrial en la Universidad de Burgos.

Diseño del Título

De acuerdo con el Art. 12.2 del R.D. 1393/2007, el plan de estudios del Master en Ingeniería Industrial por la Universidad de Burgos tiene un total de 90 créditos, distribuidos en 2 cursos de 60 y 30 créditos cada uno, siendo 3 los semestres necesarios. Cada semestre incluye toda la formación teórica y práctica que el estudiante debe adquirir. La planificación correspondiente al título de Master se estructura en módulos, materias/ asignaturas, tal y como se esquematiza en las tablas 3, 4 y 5.

Tabla 3.- Estructuración del Título por módulos.

MODULOS	ECTS
BÁSICAS	63
OPTATIVAS	21
TRABAJO FIN DE MASTER	6
TOTAL	90

Tabla 4. Estructuración del Título por asignaturas.

MODULO	ASIGNATURAS	CREDITOS ETCS	
		ECTS Asig.	ETCS Módulo
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES	FABRICACIÓN Y MÁQUINAS	6	33
	SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA	6	
	CONTROL AVANZADO DE PROCESOS	6	
	QUIMICA INDUSTRIAL	3	
	INGENIERIA ENERGÉTICA	6	
	INGENIERIA ELECTRONICA	6	
GESTIÓN	DERECHO MERCANTIL Y LABORAL	3	15
	DIRECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y PROYECTOS	6	
	GESTIÓN DE EMPRESAS	6	

Miguel Angel Mariscal Saldaña

INSTALACIONES, PLANTAS Y CONSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS	MANUTENCIÓN Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	3	15
	CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES	6	
	TECNOLOGÍA DE ESTRUCTURAS	6	
OPTATIVAS	Optativa I (Bloque)	6	21
	Optativa II (Bloque)	6	
	Optativa III (Bloque)	3	
	Optativa IV	6	
T.F.M.	Trabajo Fin de MASTER	6	6
TOTAL			90

Tabla 5. Oferta de optatividad para el plan de estudios

MODULO	BLOQUE	ASIGNATURA	CRÉDITOS ECTS
OPTATIVAS	TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES	CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA	3
		INGENIERIA DE AUTOMOCIÓN	6
		TECNOLOGIA DE MATERIALES	6
	GESTIÓN	CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD	3
		TEORÍA E INSTITUCIONES ECONÓMICAS	6
		ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA	3
		METODOS AVANZADOS EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN	3
	INSTALACIONES, PLANTAS Y CONSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS	INSTALACIONES TÉRMICAS	3
		INSTALACIONES ELECTRICAS	3
		CALCULO DINÁMICO DE ESTRUCTURAS	3
		DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES	6

A modo de resumen, por un lado tenemos competencias y por otro asignaturas, modulos y materias. De forma esquemática se muestra en las tablas 6 y 7 el cruce de asignaturas-competencias, imprescindible para la correcta evaluación de competencias de los alumnos.

Experiencias en la implantación del Master en Ingeniería Industrial en la Universidad de Burgos.

Tabla 6. Competencias generales por asignaturas

COMPETENCIAS GENERALES																					
ASIGNATURA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FABRICACIÓN Y MÁQUINAS		x	x	x	x	x	x														
SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA		x	x		x	x															
CONTROL AVANZADO DE PROCESOS		x	x		x	x															
QUÍMICA INDUSTRIAL																					
INGENIERÍA ENERGÉTICA																					
INGENIERÍA ELECTRÓNICA																					
DERECHO MERCANTIL Y LABORAL																					
DIRECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y PROYECTOS																					
GESTIÓN DE EMPRESAS																					
MANTENIMIENTO Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL																					
CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES																					
TECNOLOGÍA DE ESTRUCTURAS																					
CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA																					
INGENIERÍA DE AUTOMOCIÓN																					
TECNOLOGÍA DE MATERIALES																					
CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD																					
MÉTODOS AVANZADOS EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN																					
ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA																					
TEORÍA E INSTITUCIONES ECONÓMICAS																					
INSTALACIONES TÉRMICAS																					
INSTALACIONES ELÉCTRICAS																					
CÁLCULO DINÁMICO DE ESTRUCTURAS																					
DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES																					
TRABAJO FIN DE GRADO																					
TOTAL																					

Tabla 7. Competencias específicas por asignaturas

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS																					
ASIGNATURA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FABRICACIÓN Y MÁQUINAS		x	x																		
SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA		x				x															
CONTROL AVANZADO DE PROCESOS							x														
QUÍMICA INDUSTRIAL																					
INGENIERÍA ENERGÉTICA						x	x														
INGENIERÍA ELECTRÓNICA							x														
DERECHO MERCANTIL Y LABORAL																					
DIRECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y PROYECTOS																					
GESTIÓN DE EMPRESAS																					
MANTENIMIENTO Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL																					
CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES																					
TECNOLOGÍA DE ESTRUCTURAS																					
CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA																					
INGENIERÍA DE AUTOMOCIÓN																					
TECNOLOGÍA DE MATERIALES																					
CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD																					
MÉTODOS AVANZADOS EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN																					
ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA																					
TEORÍA E INSTITUCIONES ECONÓMICAS																					
INSTALACIONES TÉRMICAS																					
INSTALACIONES ELÉCTRICAS																					
CÁLCULO DINÁMICO DE ESTRUCTURAS																					
DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES																					
TRABAJO FIN DE GRADO																					
TOTAL																					

Miguel Angel Mariscal Saldaña

Implantación

El Máster en Ingeniería Industrial está implantado en la Universidad de Burgos desde el curso 2012-13, siendo una implantación nueva y no una adaptación de estudios de Ingeniería Industrial anteriores.

En la siguiente figura se puede ver la pagina principal del Máster, con los contenidos accesibles para cualquier persona.

Figura 1. Página web principal del Máster.



En los primeros cursos el acceso ha sido fundamentalmente de alumnos que han realizado cursos de adaptación, dado que la implantación de Grados que daban acceso, no había llegado a cursos superiores. En estos momentos comienzan a salir alumnos de los grados que dan acceso al Máster, y es previsible un aumento significativo de la matrícula.

El análisis de las dificultades encontradas en el proceso de implantación detectadas en las reuniones con los Agentes implicados y en los auto-informes de seguimiento ha permitido elaborar un plan de mejora que se está poniendo en marcha.

Experiencias en la implantación del Master en Ingeniería Industrial en la Universidad de Burgos.

Los alumnos matriculados hasta la fecha figuran en la Tabla 8.

Tabla 8. Alumnos matriculados en el Master en Ingeniería Industrial por cursos.

	2012-13	2013-14	2014-15
Alumnos matriculados	11	16	17

En cuanto a los resultados de aprendizaje, en la memoria de verificación se planteó una tasa de eficiencia mayor al 85%, una tasa de abandono menor del 30% y una tasa de graduación superior al 50%. Los resultados obtenidos hasta la fecha cumplen con dichas tasas, tal y como se puede observar en la Tabla 9. Hay que tener en cuenta que las cifras de 2014-15 son solamente con datos del primer semestre.

Tabla 9. Resultados académicos.

Resultados académicos	2012-13	2013-14	2014-2015
Tasa de eficiencia		98.13%	100%
Tasa de rendimiento	86.52%	94.03%	50.63%
Tasa de éxito	100%	97.07%	94.88%
Media de créditos superados por estudiante	42	39.72	21.26
Titulados	0	7	1
Tasa de abandono primer curso	0	18.18%	6.25%
Porcentaje de titulados en tiempo previsto para la titulación	0%	63.64%	6.25%
Nota Media de expediente de titulados sobre 10		7.94	8.09
Nota Media de expediente de titulados sobre 4		2.12	2.13

Experiencias en la implantación.

Una vez transcurridos dos cursos académicos completos y habiendo ya titulados, la impresión general respecto de la implantación del Máster es muy positiva.

La reducida matrícula en los primeros cursos ha permitido una implantación gradual y progresiva, con una atención personalizada.

La posibilidad de realizar prácticas remuneradas ha sido muy elevada hasta el punto que se han firmado 13 convenios de prácticas con 7 empresas distintas. Algunos de ellos han acabado en la contratación del alumno.

Miguel Angel Mariscal Saldaña

Sin embargo hay una serie de aspectos que hay que hacer notar y pueden servir de aprendizaje para otras implantaciones.

- En primer lugar los datos obtenidos hasta el momento es posible que se vayan modificando. El perfil de alumno de estos primeros cursos es de una mayor media de edad, que ejercen o trabajan y con una dedicación más reducida (muchos han accedido por cursos de adaptación). A partir de ahora el método de acceso es a través del Grado.
- En segundo lugar los bloques de optatividad orientados a los tres bloques de la Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, (instalaciones, gestión y tecnología) limitan en exceso la posibilidad de elaborar un perfil al alumno. La opción de poder elegir libremente toda la optatividad en vez de elegir bloque, parece más adecuada para el futuro.
- Es necesario un estudio pormenorizado de las solicitudes de acceso de estudiante extranjeros. Cada vez son más numerosas dichas solicitudes y los perfiles de ingreso son muy variados. Una permisividad elevada en dicho acceso puede hacer difícil el seguimiento del curso por parte de dichos alumnos.
- Uno de los puntos que más sugerencias de mejora ha supuesto es la actualización de la información en la página web del título:

http://www.ubu.es/titulaciones/es/master_industrial

- Los resultados de los informes de autoevaluación y de las evaluaciones externas son fundamentales para la mejora de la titulación. A modo de ejemplo del informe de evaluación externa del curso 2012-13 se han desprendido las siguientes actuaciones:
 1. Se han actualizado y revisado las guías docentes.
 2. Se ha actualizado y ampliado la información sobre el profesorado del Máster.
 3. Se ha mejorado la web del título.
 4. Con la finalidad de incrementar la tasa de respuesta ha cambiado tanto el modelo de encuesta de satisfacción con la actividad docente como el procedimiento de encuestación (ha pasado de un procedimiento on-line a un procedimiento en papel). Esto ha incrementado significativamente la tasa de respuesta (ha pasado de una tasa media de 4% a una de 80%), si bien el procedimiento de paso de encuestas en papel ha lentificado la obtención de los resultados.
 5. Siguiendo las directrices del Documento Marco de Seguimiento de Títulos Oficiales y del Manual de Evaluador de 10 de noviembre de 2011 se ha modificado y ampliado la información contenida en la web.

Experiencias en la implantación del Master en Ingeniería Industrial en la Universidad de Burgos.

6. En curso 2011-2012, la Comisión de Garantía de Calidad de la Universidad de Burgos aprobó diferentes documentos para organizar y facilitar el seguimiento de los Títulos oficiales de la UBU:

- Estructura de las páginas web e intranets de calidad de los centros y de las páginas web de los títulos oficiales de la Universidad de Burgos.
- Procedimiento interno de títulos oficiales de la Universidad de Burgos.
- Modelo de Autoinforme para el seguimiento de los Títulos Oficiales de la UBU.

En estos momentos el Master se encuentra en proceso de renovación de la acreditación, para lo cual todos los agentes implicados están colaborando al máximo.

Referencias

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Libro blanco de las titulaciones de Ingeniería Industrial. Madrid, 2006.

http://www.ubu.es/titulaciones/es/master_industrial

Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería Industrial, 150 años de Ingeniería Industrial- Libro blanco de la Ingeniería Industrial, Madrid, 2001.

Real Decreto 1393/2007.

Universidad de Burgos. Directrices Generales para el Diseño de los Títulos Oficiales Adaptados al EEES. Julio 2008.

Aplicación práctica del Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura Construcciones Industriales del Master Universitario de Ingeniería Industrial.

Luis Celorrio Barragué^a

^aDepartamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de La Rioja, luis.celorrio@unirioja.es

Abstract

This work describes a real experience implementing Project Based Learning in the course “Industrial Constructions” at the current year. Learning objectives and competences that this project wants to obtain are detailed. The success of this didactic methodology is based in continuous sequence of deliverables and evaluations. Four ingredients have to occur simultaneously to get a real academic progress of this inductive technique: positive interdependence, individual demand, face to face interaction and reflection about the work carried out. These factors have to be considered in the evaluation of the academic progress.

Keywords: *Project Based Learning, Inductive Methodologies, Rubrics.*

Resumen

Este trabajo describe una experiencia real de aprendizaje basado en proyectos llevada a cabo en la asignatura de Construcciones Industriales durante el presente curso. Se detallan los objetivos de aprendizaje y competencias que se tratan de conseguir con el proyecto. El éxito de esta metodología docente se basa en una secuencia continua de entregables y sus correspondientes valoraciones. Para asegurar un verdadero aprovechamiento de esta metodología inductiva es necesario que se den los siguientes ingredientes: interdependencia positiva, exigibilidad individual, interacción cara a cara y reflexión sobre el trabajo realizado. Estos factores tienen que estar presentes en la evaluación del progreso académico.

Palabras clave: *Aprendizaje Basado en Proyectos, Metodologías Inductivas, Rúbricas.*

Aplicación práctica del PBL en la asignatura “Construcciones Industriales” del Master Universitario de Ingeniería Industrial

Introducción

En este trabajo se describe una experiencia real de aprendizaje basado en proyectos llevada a cabo en la asignatura de Construcciones Industriales durante el presente curso 2014/2015 en el nuevo Master Universitario de Ingeniería Industrial (MUII). El MUII de la Universidad de La Rioja está configurado como una carga lectiva de 120 créditos repartida en dos cursos académicos. Su plan de estudios es generalista, es un Máster habilitante para ejercer la profesión de Ingeniero Industrial. La asignatura “Construcciones Industriales” se imparte en el segundo semestre del primer curso del MUII. Es una asignatura con una carga lectiva de 7.5 créditos ECTS.

A la titulación de MUII tienen acceso los titulados en Ingeniería Técnica Industrial (ITI) en las diferentes especialidades y los graduados en los grados de ingeniería de la rama industrial. Actualmente en la Universidad de La Rioja se imparten los siguientes grados:

Grado en Ingeniería Mecánica

Grado en Ingeniería Eléctrica

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Los alumnos proceden de diferentes titulaciones y tienen, por tanto, conocimientos diferentes sobre asignaturas específicas relacionadas con las estructuras de ingeniería como son: Elasticidad y Resistencia de Materiales, Teoría de Estructuras, Estructuras Metálicas, Estructuras de Hormigón Armado, etc. Es por ello que el trabajo en equipo utilizando una metodología PBL es muy recomendable puesto que permite a los estudiantes desarrollar un aprendizaje cooperativo y el resultado de esta colaboración es con frecuencia superior a la suma de las partes, es decir, aprenden más que en los casos de metodologías de enseñanzas tradicionales basadas en el trabajo individual.

Los 7.5 créditos ECTS de la asignatura “Construcciones Industriales” equivalen a 187.5 horas de trabajo (considerando que un crédito ECTS equivale a 25 horas). Teniendo en cuenta que el cuatrimestre tiene 15 semanas, la dedicación del alumno a esta asignatura es de 12.5 horas semanales. En cuanto al horario presencial en aula, en la actualidad se distribuye en 4 horas semanales de clase de teoría y problemas y 1 hora semanal de prácticas de informática. El número total de alumnos matriculados es aproximadamente 30.

Luis Celorrio Barragué

Asignación de tiempo al proyecto

Los alumnos comienzan a realizar el proyecto transcurridos 2 meses del cuatrimestre. Los grupos son de 4 personas. Los grupos estarán integrados por alumnos procedentes de distintas especialidades de las Ingenierías Técnicas Industriales y de los Grados de Ingeniería.

De las horas de clase se dedican al proyecto 1 hora semanal de clase presencia. En las primeras 4 semanas y 2 horas semanales de clase en las 4 últimas semanas. Las demás horas de clase se dedican al resto del temario de la asignatura, puesto que el profesor considera que es materia básica.

La duración del proyecto será de 8 semanas. La dedicación temporal del alumno al proyecto es la indicada en la Tabla 1. Se estima que se formen 8 grupos de 4 alumnos, lo que nos daría un total de 32 alumnos. El número de horas - alumno dedicadas al proyecto por grupo es de $36 \cdot 4 = 144$ horas.

Horas de clase presencial semanales semanal	1 (Semana 1 a 4), 2 (Semana 5 a 8)
Horas de trabajo individual o en grupo semanales	3 (Semana 1 a 8)
Horas semanales del alumno para el proyecto	4 (Semana 1 a 4) 5 (Semana 5 a 8)
Número total de horas dedicadas al proyecto	36

Tabla 1. Horas de dedicación al PBL

Aplicación práctica del Aprendizaje Basado en Proyectos: Diseño de una nave industrial.

La metodología PBL se fundamenta en una pregunta motriz o en un problema que hay que resolver. Esta pregunta motriz tiene que ser motivante para el alumno. En esta aplicación práctica se formula la siguiente pregunta motriz: ¿Cómo resguardo mi sistema productivo de miradas de curiosos y a mis trabajadores de las inclemencias del tiempo?

La respuesta es mediante una edificación cerrada, con la superficie y altura adecuadas al proceso productivo. Esta construcción debe tener además los complementos necesarios habituales en cualquier industria: oficinas, servicios y vestuarios para los trabajadores, grandes puertas de entrada y salida de vehículos industriales. Deberá acoger la maquinaria necesaria para el sistema productivo. La maquinaria estará distribuida de manera óptima de forma que se produzca el menor tiempo de máquina desocupada y que no se formen cuellos de botella. Para el diseño de la nave son necesarias algunas Se considera que el material de construcción de la nave es acero.

Para el soporte de la asignatura se utiliza el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) Blackboard. Toda la información de la asignatura, incluida la referente al PBL está disponible

Aplicación práctica del PBL en la asignatura “Construcciones Industriales” del Master Universitario de Ingeniería Industrial

para los alumnos en la página web de la asignatura. El tema 6: Estructuras Metálicas se imparte íntegramente bajo la metodología del PBL y por tanto, no se evaluará mediante examen. El resto de temas se imparte mediante clases expositivas participativas de teoría y problemas y es materia que entra en examen.

Objetivos de aprendizaje vinculados al proyecto.

a) Objetivos de aprendizaje de la asignatura “Construcciones Industriales” vinculados al proyecto PBL

Varios de los objetivos de aprendizaje de la asignatura Construcciones Industriales están estrechamente relacionados con el proyecto PBL que desarrollan los alumnos. Estos objetivos se han clasificado en función del temario:

Tema 1. Introducción. Tipología Estructural. Tipos de Cargas

- Seleccionar la tipología de nave industrial adecuada a la tarea productiva a desarrollar.
- Obtener de las autoridades locales o autonómicas (o por Internet) información los requisitos legales del plan general municipal del municipio en el que se va a ubicar la nave.
- Estudiar la normativa sobre cargas en las estructuras (peso propio, cargas de nieve, acción del viento, sismo, etc.). Estudiar la normativa de Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación (CTE), es decir, el documento CTE-DB-SE-AE.
- Calcular las hipótesis de cargas sobre la nave industrial, a mano, considerando la normativa y los datos de localización y uso de la nave.
- Calcular las hipótesis de cargas con un programa de ordenador de cálculo de estructuras. Se usará el Generador de Pórticos de CYPE.
- Obtener las restricciones, que en la normativa (CTE) reciben el nombre de estados límite, a aplicar a las estructuras. Los estados límites constan de valores característicos de las variables del problema (acciones y resistencia) y de coeficientes parciales de seguridad.

Tema 3. Estructuras de Nudos Articulados

- Seleccionar una tipología de celosía, en su caso, adecuada para la cubierta de la nave.
- Diseñar la celosía según la tipología seleccionada.

Luis Celorrio Barragué

- Aplicar este diseño en el programa CYPE- Generador de pórticos.

Tema 4. Estructuras de Nudos Rígidos

- Seleccionar la cubierta a base de dinteles unidos mediante nudos rígidos.
- Diseñar los pórticos centrales de la nave y los pórticos hastiales (delantero y trasero) e introducir el diseño mediante el programa de cálculo de estructuras Generador de pórticos y CYPE3D.
- Determinar la necesidad de construir y diseñar, en su caso, otras instalaciones complementarias: oficinas, servicios vestuarios.

Tema 5. Cálculo Matricial de Estructuras.

- Observar la discretización en elementos realizada por el programa de cálculo.
- Obtener las solicitaciones para una sección determinada y para una hipótesis de carga determinada.
- Describir las envolventes de esfuerzos para las estructuras.
- Interpretación de resultados de esfuerzos internos, tensiones y deformaciones.
- Contrastar los resultados obtenidos mediante el software con los resultados obtenidos a mano o con otras herramientas informáticas, en algún caso sencillo.
- Verificación de los estados límites especificados en la normativa (CTE).
- Rediseñar la estructura y verificar resultados.

Tema 6. Estructuras Metálicas.

- Diseñar naves industriales utilizando perfiles metálicos.
- Leer la normativa española referente a la construcción de estructuras metálicas.
- Describir los principales detalles constructivos a incorporar en un proyecto de una nave industrial.
- Obtener un diseño óptimo en peso que verifique restricciones constructivas y funcionales.
- Manejar los programas de cálculo de estructuras comerciales habituales.

Aplicación práctica del PBL en la asignatura “Construcciones Industriales” del Master Universitario de Ingeniería Industrial

b) Objetivos de aprendizaje de otras asignaturas del área de conocimiento vinculados al proyecto PBL.

Los estudiantes necesitarán repasar algunos contenidos de asignaturas impartidas en los grados que se van a aplicar en el proyecto:

- Complementar los conocimientos sobre pandeo: Piezas sometidas a flexocompresión, pandeo lateral o vuelco en vigas, abolladura del alma.
- Complementar los conocimientos de cálculo de uniones: Uniones soldadas y uniones atornilladas, rigidizadores.
- Iniciación al cálculo de cimentaciones. Calcular las placas de anclaje.

c) Competencias transversales

Además del aprendizaje de los contenidos específicos de la asignatura, con el proyecto de PBL se pretende desarrollar algunas competencias transversales o aplicables a varias asignaturas o diferentes campos de especialización. Estas competencias transversales o genéricas son:

- Descomponer un proyecto en tareas más sencillas interconectadas entre sí.
- Realizar un check-list de comprobación de las tareas a realizar, de forma que llevando a cabo todas las tareas de este listado no se nos olvida ningún aspecto importante del diseño de una nave industrial. Esta técnica del check-list es muy útil en la práctica del día a día: en la realización de tareas de mantenimiento de maquinaria, en la valoración de riesgos laborales de puestos de trabajo, en el montaje y desmontaje de maquinaria, etc.
- Capacidad de síntesis.
- Coordinar el trabajo en grupo. Generalmente suele haber un miembro que hace el papel de líder o representante y que capitanea al resto.

Listado de entregables del proyecto

El desarrollo del trabajo se realiza a través de una serie de entregas a lo largo de las 8 semanas de duración del PBL. Es preciso que el profesor realice un seguimiento continuado de esta actividad para que los resultados de aprendizaje sean óptimos. Existen tanto entregas individuales como entregas de grupo.

Entregable nº 1.

Actividades a desarrollar:

Luis Celorrio Barragué

- Búsqueda y lectura de la normativa urbanística de aplicación.
- Búsqueda del emplazamiento de la nave dentro del municipio de forma que se verifique parcela donde irá ubicada la nave.
- Seleccionar la tipología de nave industrial más adecuada al proceso productivo y al municipio donde está ubicada. Determinar la geometría de la nave.
- Lectura de la normativa de acciones en la edificación y de estructuras metálicas (CTE).

Entrega de grupo.

- Plano con la localización de la parcela en la que se instalará la nave.
- Informe justificando el cumplimiento de la normativa urbanística de aplicación.
- Informe detallando la geometría de la nave (longitud, anchura, altura de cumbrera, altura de paramentos, etc.)

Entregable n° 2:

Actividades a desarrollar:

- Determinación de las acciones y cargas sobre la nave, aplicando la normativa.
- Cálculo de hipótesis de carga a mano
- Determinación de las hipótesis de carga mediante el software CYPE
- Comparación de resultados.
- Diseño de la cubierta.

Entrega individual:

- Calcular, a mano, la hipótesis de carga permanente y una hipótesis de carga de viento y una hipótesis de carga de nieve. Lógicamente las hipótesis de carga de viento y de nieve serán distintas para cada miembro del grupo.

Entrega de grupo

- Informe sobre las hipótesis de carga:
- Resumen del cálculo de hipótesis de carga realizada por todos los componentes del grupo (cálculo a mano). Comparación de las hipótesis de carga calculadas a mano y las hipótesis de carga calculadas por el ordenador.
- Informe con el diseño elegido para la cubierta. Selección del material de cubrición, correas, dinteles o celosía.
- Plano con la geometría de la nave, incluyendo la geometría de la cubierta.

Aplicación práctica del PBL en la asignatura “Construcciones Industriales” del Master Universitario de Ingeniería Industrial

Entregable nº 3

Actividades a desarrollar:

- Cada miembro del grupo diseñará por separado alguna instalación complementaria: oficinas, servicios, vestuarios, etc.
- Predimensionar pilares, dinteles, vigas de forjado, etc.
- Asignar, justificadamente, articulaciones en extremos de las barras.
- Estudiar las restricciones en cuanto de deformaciones y estabilidad (pandeo) existentes en la normativa (CTE).
- Asignar y/o calcular coeficientes de pandeo. Calcular a mano y comparar resultados con los proporcionados con el ordenador.
- Estudiar el pandeo en piezas sometidas a flexocompresión y el pandeo lateral. Asignación de coeficientes adecuados.
- Diseñar el método de arriostramiento para hacer que la estructura se comporte como intraslacional en el plano del pórtico.
- Asignar limitaciones en cuanto a desplazamientos en las barras de la estructura.

Entrega individual:

- Cada componente del grupo debe diseñar una instalación complementaria, justificado la solución propuesta.

Entrega en grupo:

- Informe sobre el predimensionamiento, limitaciones de flecha, coeficientes de pandeo asignados. Cálculo de al menos dos coeficientes de pandeo siguiendo la normativa (CTE).
- Informe sobre el arriostramiento.
- Plano que muestre el predimensionamiento.
- Plano que muestre el arriostramiento.

Entregable nº 4.

Actividades a desarrollar:

- Optimización del diseño mediante el software de cálculo de estructuras (CYPE).
- Cada componente del grupo debe comprobar, a mano, al menos una unión entre barras. Lógicamente, las uniones que comprueben los componentes del grupo tienen que ser distintas.

Entrega Individual:

- Cálculo de al menos una unión soldada o atornillada por cada componente del grupo.

Luis Celorrio Barragué

- Comprobación de la unión/es calculadas a mano.
- Comparación de las uniones calculadas a mano con las calculadas mediante el software (CYPE).

Entrega de grupo

- Informe final del proyecto, que contenga el dimensionamiento final de los elementos de la nave industrial.
- Determinación tensiones y deformaciones extremas.
- Planos de detalles de las uniones analizadas.
- Plano con la estructura de la nave industrial optimizada.
- Conclusiones finales. Síntesis del proyecto.

Actividades a desarrollar en las clases presenciales:

Durante las clases presenciales es necesario guiar al alumno sobre la forma de hacer el proyecto y sobre lo que se espera que hagan. Para ello se dedicarán 8 horas de clase en aula informática y 4 horas de clase en aula convencional a desarrollar actividades enfocados al proyecto PBL.

Semana 1

- Asistencia en la búsqueda de normativa urbanística específica: plan general municipal. Explicación expositiva de principios generales sobre legislación urbanística.
- Búsqueda de la normativa sobre edificación específica al problema a resolver: Código Técnico de la Edificación. Lectura de material recomendado que ayuda a la interpretación de la normativa.
- Formación de los grupos.

Semana 2 a 7

- Intento de resolución de posibles conflictos en la formación de grupos (alumnos que trabajan, alumnos con excusas para todo, jetas, pasotas, etc.) si es que aparecen.
- Explicación del manejo del software de diseño de estructuras metálicas: Generador de Pórticos y CYPE 3D, poniendo especial énfasis en las herramientas necesarias para las entregas.
- Durante las clases de manejo del software se van resolviendo un caso práctico similar al que se pide en el proyecto.
- Manejo de los comandos u opciones de menú para la obtención de resultados.

Aplicación práctica del PBL en la asignatura “Construcciones Industriales” del Master Universitario de Ingeniería Industrial

- Clase expositiva sobre conocimientos de temas específicos (por ejemplo: pandeo lateral, cartelas, rigidizadores, etc.) que no se hayan tratado en las clases de teoría o en asignaturas de cursos anteriores.
- Resolución de dudas sobre el manejo del software. Valoración crítica del software utilizado. Herramientas software alternativas.

Semana 8

- Discusión sobre la experiencia: Nº de horas empleadas en cada actividad. Dificultad relativa de las tareas.

Evaluación del proyecto PBL de la asignatura Construcciones Industriales.

¿Cómo se va a calificar al alumno? Existirán entregas grupales y entregas individuales. Los entregables se deberán de subir en formato electrónico a la página del EVA preparada para ello. El EVA permite fijar fechas límite para las entrega de forma que solo se admiten lo que se ha subido a la página hasta ese instante. El calendario de entregas se muestra en la Tabla 2.

Respeto a la evaluación de asignatura el peso que tiene el proyecto PBL es del 40%. El 60% restante de la calificación final corresponde al examen de la asignatura. Se exige obtener al menos un 4 sobre 10 tanto en el examen como en el proyecto para hacer la media ponderada. Si el promedio ponderado es >5 la asignatura está aprobada.

	Entregas	Fecha límite de entrega
Entregable nº1	Entrega del grupo 10%	Lunes de la Semana 2
Entregable nº2	Entrega individual 15%	Lunes de la Semana 4
	Entrega de grupo 15%	Lunes de la Semana 4
Entregable nº3	Entrega individual 15%	Lunes de la Semana 6
	Entrega de grupo 15%	Lunes de la Semana 6
Entregable nº4	Entrega individual 10%	Lunes de la Semana 8
	Entrega de grupo 20%	Lunes de la Semana 8

Tabla 2. Calendario de entregas del PBL

En la calificación de los entregables se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Presentación del entregable.
- ✓ Capacidad de síntesis en la exposición de resultados. En caso de que no se observe esta regla, se limitará el número de páginas a entregar.

Luis Celorrio Barragué

Criterio	NIVEL DE CALIDAD		
	Notable (3)	Suficiente (2)	Insuficiente (1)
Presentación	El documento está muy bien escrito. Las frases son claras. No hay faltas de ortografía. Se ha incluido índice, títulos de tabla, títulos de figuras, referencias bibliográficas cruzadas.	El documento está escrito en un lenguaje vulgar. Hay algunas faltas de ortografía (faltan algunos acentos). Faltan algunos elementos como títulos de tabla, títulos de figuras, referencias bibliográficas cruzadas.	El documento carece de estructura. Carece de índice. Carece de referencias. El número de faltas de ortografía es deliberadamente alto.
Capacidad de síntesis	El documento tiene un número de páginas adecuado y los resultados se han presentado en forma de tablas, gráficas o esquemas extractando los más interesantes.	El documento tiene un número de páginas excesivo, aunque es posible realizar un seguimiento de los resultados puesto que se resaltan los más significativos.	El número de páginas es excesivo. El documento es un simple "copia y pega" de resultados tal y como los proporciona el programa, sin realizar ningún tipo de tratamiento.
Planteamiento Justificación	Las decisiones de diseño tomadas en los entregables son las más adecuadas a las especificaciones de la nave. Estas decisiones están correctamente justificadas. El diseño introducido en el software es consistente con las decisiones tomadas. Los cálculos realizados a mano se desarrollan siguiendo la normativa y concuerdan con los obtenidos mediante el software.	El diseño elegido es aceptable, pero no es el más adecuado. Admite mejoras. Las decisiones son correctas, pero no están vagamente justificadas. El diseño introducido en el software no es consistente con las decisiones tomadas. Se han realizado cálculos a mano, aunque no concuerdan con los resultados obtenidos con el software.	El diseño elegido es inadecuado. Las decisiones sobre diferentes aspectos son incorrectas, no están justificadas o la justificación es incorrecta. El diseño introducido en el software es incorrecto. Los cálculos realizados a mano son incorrectos.
Dimensionamiento óptimo de la Nave industrial.	El diseño final de la nave industrial es óptimo y se han realizado modificaciones plenamente justificadas por motivos constructivos. Las representaciones gráficas son muy buenas. (buena escala, incluyen detalles de los elementos)	El diseño final de la nave es óptimo, pero no se han tenido en cuenta modificaciones de tipo constructivo. Las representaciones gráficas son correctas, pero los detalles de los elementos son escasos.	El diseño final de la nave es manifiestamente mejorable. Las representaciones gráficas son de baja calidad, carecen de detalles sobre los elementos.

Tabla 3. Rúbrica de evaluación para las entregas grupales e individuales.

Aplicación práctica del PBL en la asignatura “Construcciones Industriales” del Master Universitario de Ingeniería Industrial

- ✓ Validez de las suposiciones y de las justificaciones dadas para las decisiones a tomar durante el proceso de diseño.
- ✓ Dimensionamiento óptimo de la nave: aquí se trata de premiar al grupo que obtenga el diseño más económico posible de la nave.
- ✓ Se valorarán especialmente las conclusiones que se aporten en cada entrega.

La evaluación se realizará en la semana siguiente a las entregas y se entregará a los estudiantes con el fin de que tengan suficiente “feedback” sobre la calidad de su proyecto y su rendimiento académico.

La evaluación del rendimiento académico en un entorno PBL puede constituir un problema para los docentes. En este caso tenemos la ventaja de que se solicitan entregas en grupo y entregas individuales y, por tanto, podemos identificar también las contribuciones individuales. Es muy habitual el uso de rúbricas o matrices de evaluación. La Tabla 3 muestra la rúbrica utilizada para la evaluación de las entregas grupales e individuales del proyecto.

Integración de los ingredientes del aprendizaje cooperativo en el proyecto.

Para que el aprendizaje sea verdaderamente cooperativo es preciso que se den los siguientes ingredientes: interdependencia positiva, exigibilidad individual, interacción cara a cara, habilidades interpersonales y de trabajo en grupo y reflexión sobre el trabajo realizado.

Existe interdependencia positiva cuando todos los miembros del grupo son necesarios para que la tarea pueda realizarse con éxito. Existen tareas individuales que hay que integrarlas en el diseño de la nave. Por ejemplo, cada instalación complementaria (oficina, servicios, vestuarios, sala de visitas, puertas, ventanas, etc.) la diseñará un miembro del grupo y es preciso que se coordinen y que conozcan las dimensiones generales de la nave de forma que las instalaciones encajen.

La exigibilidad individual de las tareas realizadas consiste en que cada uno de los miembros del grupo debe rendir cuentas no sólo de su parte de trabajo sino también del resto del trabajo realizado por sus compañeros. Este aspecto está controlado en el presente proyecto puesto que las tareas individuales son necesarias para el buen fin del proyecto global y también forman parte de la entrega de grupo. La tarea es suficientemente laboriosa como para que requiera el trabajo de todos los miembros del grupo. Además para progresar de una etapa a la siguiente hay que completar la anterior.

La interacción cara a cara se da en las clases presenciales. La toma de determinadas decisiones de diseño es un elemento crítico que se realiza de común acuerdo entre todos los componentes. Para la toma de decisiones los integrantes del grupo se tienen que reunir y debatir hasta llegar a un acuerdo. Es preciso recolocar las mesas y sillas del aula para que

Luis Celorrio Barragué

los miembros puedan debatir cómodamente viendo todos la misma documentación, por ejemplo.

Los alumnos de máster son suficientemente maduros y están acostumbrados a trabajar en grupo y, por tanto, no suelen surgir problemas dentro de los grupos. Más bien al contrario, los estudiantes son capaces de poner sus propias reglas y resolver las posibles discordancias que surjan en el grupo. Generalmente, los miembros del grupo se ofrecen para realizar las tareas en las que se haya dividido el trabajo y colaborar con los compañeros que requieran cierta ayuda en las tareas más complejas.

Un conflicto que suele surgir es el de la carga de trabajo de los alumnos debido a que tienen que realizar tareas para las diferentes asignaturas. Se suele escuchar: “El proyecto que hay que realizar nos lleva mucho tiempo, necesitamos un plazo de entrega más largo”. En el caso de que esta sea la opinión generalizada, habrá que flexibilizar el plazo de entrega o reducir la complejidad del proyecto. Otra solución es la coordinación entre los docentes de las diferentes asignaturas del máster.

Una forma de obtener la opinión de los alumnos para analizar si el PBL ha supuesto una mejora en su proceso de aprendizaje es mediante encuestas. Sin embargo, es mejor ser directos y debatir abiertamente sobre el trabajo realizado, sobre qué actividades han sido más complejas, cómo se han solucionado.

Conclusiones

En este trabajo se ha descrito la aplicación práctica de la metodología docente Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) en una asignatura del MUII. Se ha detallado que parte de los contenidos de la asignatura son exigibles mediante PBL y el cronograma de actividades a desarrollar. Este tipo de metodologías inductivas, en las que el estudiante es el propio gestor de su aprendizaje y en el que el profesor actúa simplemente como un guía se están implantando en los planes de estudios de las nuevas titulaciones surgidas a partir del acuerdo de Bolonia y la nueva estructuración de los estudios universitarios en grados y másteres. Los resultados obtenidos son mejores que con los sistemas de enseñanza tradicional basados en lección magistral en los que el profesor es el centro de atención.

Aplicación práctica del PBL en la asignatura “Construcciones Industriales” del Master Universitario de Ingeniería Industrial

Referencias

Aprendizaje Basado en Proyectos en el Aula. ¿En qué consiste ?
<http://www.theflippedclassroom.es/aprendizaje-basado-en-proyectos-en-el-aula-en-que-consiste/>

Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL). <http://sp.pbl-online.org/>

Josep Font Capafons (2014) Proyectos integrados: metodología PBL global.. Curso de Formación del PDI de la Universidad de La Rioja. Comunicación personal.

Curso MOOC de Aprendizaje Basado en Proyectos, organizado por @educaINTEF. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Edición 2014. <http://mooc.educalab.es>

Grupo ABPmooc de Facebook, complemento del curso MOOC #ABP desarrollado por INTEF. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Edición 2014. <https://www.facebook.com/groups/ABPmooc/>

Aprendizaje orientado a proyectos. Guías rápidas sobre nuevas metodologías. Servicio de Innovación Educativa Universidad Politécnica de Madrid. 2008.

TEMÁTICA 5

DISEÑO

- Diseño, complejidad y crisis
- Eco-diseño
- Gestión del Diseño



DisTecD, una revista para la divulgación del Diseño y la Tecnología para el Desarrollo

María del Mar Recio^a, Manuel Merino, José Antonio Mancebo, María Teresa Hernández

^a Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial, Universidad Politécnica de Madrid, mariadelmar.recio@upm.es, manuel.merino@upm.es, ja.mancebo@upm.es, mariateresa.hernandez@upm.es

Abstract

DisTecD is a scientific journal treating design and technology for human development. Its principal objective is the popularization of topics related to design and industrial and civil engineering that contribute to human development in any sense. Special emphasis is given to social technology.

Every article published in this electronic journal is reviewed by at least two reviewers. The journal is freely accessible via the POLI-RED platform of the Universidad Politécnica de Madrid.

Keywords: *human development, appropriate technology, design for development, human capacity, social innovation, disability*

Resumen

DisTecD es una revista científica sobre Diseño y Tecnología para el Desarrollo Humano, que tiene como principal objetivo la divulgación de temas de Diseño e Ingeniería Industrial y Civil en general que contribuyen al Desarrollo Humano en cualquiera de sus aspectos, dando especial importancia a la tecnología social.

Esta revista electrónica está revisada por pares y se publica gratuitamente en la internet a través de la plataforma POLI-RED de la Universidad Politécnica de Madrid.

Palabras clave: *desarrollo humano, tecnología apropiada, diseño para el desarrollo, capacidades humanas, innovación social, discapacidad*

DisTecD, una revista para la divulgación del Diseño y la Tecnología para el Desarrollo

Introducción

Ante la escasez de revistas especializadas sobre temas de desarrollo humano, de la dificultad general para publicar y conscientes de la necesidad de dar difusión a los trabajos realizados en todos los ámbitos ligados al desarrollo humano, se crea en el año 2012 la revista digital DisTecD, acrónimo de “Diseño y Tecnología para el Desarrollo”, con ISSN: 2386-8546.

La revista DisTecD nace como resultado de un Proyecto de Innovación Educativa de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). El fin subyacente que persigue la revista es el de divulgar los trabajos sobre desarrollo humano realizados por docentes, investigadores, profesionales, estudiantes, ONG, etc. sobre alguno de los temas ligados a los objetivos de la revista, que se detallan a continuación:

- Establecer un canal de comunicación permanente dirigido a los estudiantes/docentes/actores, en el mundo del desarrollo social y la discapacidad.
- Recopilar y actualizar los conocimientos y experiencias relativos a tecnologías relacionadas con la mejora del acceso al agua potable y al saneamiento.
- Conectar las necesidades del desarrollo social y la discapacidad con la investigación y aportar referentes científicos y/o paradigmas para satisfacerlas.
- Promover, difundir y divulgar los conocimientos, las tecnologías, las experiencias y la investigación sobre el desarrollo social y la discapacidad.

DisTecD es una revista digital o electrónica revisada por pares que se publica gratuitamente en internet a través de la plataforma POLI-RED (2015), que actúa como proveedor de datos conforme al protocolo OAI-PMH (Open Archives Initiative-Protocol for Metadata Harvesting) lo que facilita que otros portales, bases de datos y servicios de información en general puedan acceder a los metadatos de los documentos publicados.

Necesidad de una revista divulgativa como DisTecD

Una de las ventajas de trabajar en la Universidad, es la de poder desarrollar y aplicar los conocimientos aprendidos en el mundo de la ingeniería. En la universidad se realizan actividades, producto del trabajo e ingenio de alumnos y profesores, que en ocasiones pueden dar lugar a otros trabajos de investigación¹, que podrían suponer un apreciable impacto y desarrollo en la sociedad. La UPM ofrece la oportunidad de publicar estos documentos en soporte digital en la plataforma denominada Archivo Digital UPM (2015), de acceso libre y gratuito.

¹ Tesis, Proyectos Fin de Carrera, Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Master.

Recio et al

Todos estos trabajos, además de ser publicados deberían dar lugar a uno o varios artículos, no necesariamente publicados en las llamadas “revistas de alto impacto”, por ser muchas de ellas onerosas tanto en la publicación como en su consulta. En el caso de publicar artículos que tratan temáticas sobre cooperación al desarrollo y de reducción de la pobreza, existe una notable contradicción con el elitismo de las citadas publicaciones, que se agrava aún más por la imposibilidad de ser consultados por los destinatarios que más los necesitarían.

Tampoco podemos olvidar que aún cuando uno de estos trabajos permita la publicación en un artículo, existe una gran dificultad de que éste sea publicado en revistas de elevado impacto si el tema del que trata no es de gran relevancia desde el punto de vista de la orientación de la editorial. Esto último es lo que ocurre en la temática del diseño y la tecnología para el desarrollo humano. Muchos de los trabajos tratan de la aplicación de una tecnología de bajo coste, llamada social. Esta tecnología es considerada por algunos autores como “blanda”, es decir, que no tiene nivel para llamarla “tecnología” propiamente dicha. Sin embargo, en entornos de bajo desarrollo tecnológico donde es difícil la obtención de materiales, herramientas y equipos, es la tecnología apropiada que se puede aplicar para que el proyecto tenga proyección de futuro y contribuya a mejorar las condiciones de vida de las personas.

La Tecnología Apropiada demanda menos recursos y es más fácil de mantener, representando un menor coste y un menor impacto sobre el medio ambiente, respecto a otras tecnologías equiparables. Sin embargo, no necesariamente debe ser considerada como tecnología de bajo nivel, sino que a menudo puede incorporar elementos de tecnologías o innovaciones más avanzadas. Obviamente tampoco podemos olvidar los potenciales sociales, educativos, comerciales, de gestión, entre otros, de las tecnologías de la información y de las comunicaciones, Merino (2014).

Actualmente las revistas dedicadas al diseño y a la tecnología para el desarrollo humano, la mayoría anglófonas, son escasas según Merino (2014). Su impacto no se mide por sistemas de citas al uso del resto de revistas científicas, sino por la divulgación y transcendencia de los temas tratados, que se orientan fundamentalmente a la búsqueda del bienestar de los desfavorecidos y a reivindicar su dignidad, potenciando las capacidades que libremente deseen conseguir y que consideren valiosas para su presente y su futuro, como nos recomiendan Sen (1999) o también Nussbaum (2000) y Oosterlaken (2010).

Aunque algunos de los resultados de las actividades reflejadas en estos trabajos pueden llegar a publicarse en revistas de impacto, desgraciadamente la mayoría no se publican y se olvidan. Pueden citarse como causas de que esto ocurra, por ejemplo pensar que el fin último de las tesis son la defensa y finalización de los estudios. Otra causa puede ser la falta de tiempo real del alumno o profesor porque tienen que dedicarse a otra actividad, incluso el escaso acceso a tales publicaciones por parte de los destinatarios que realmente necesitan tal información.

DisTecD, una revista para la divulgación del Diseño y la Tecnología para el Desarrollo

Por tanto, se hace imprescindible la existencia de una revista científica seria y abierta, que permita la divulgación de temas que contribuyan al Desarrollo Humano en cualquiera de sus aspectos, y especialmente en el ámbito del Diseño y de la Ingeniería en general, dando especial importancia a la tecnología y a la innovación social, que promueven funciones de soporte social abandonadas por las instituciones, siendo capaces de abordar problemas complejos al generar formas de innovación ciudadana, Gutiérrez-Rubí y Freire (2013).

El público objetivo destinatario de la revista DisTecD no solamente incluye a docentes, investigadores, estudiantes, sino evidentemente también a los interesados en este tipo de actividades de cooperación, a profesionales del sector, organismos públicos y privados, ONG, usuarios y profesionales tanto del Norte como del Sur.

Antecedentes y origen de la revista DisTecD

Otra de las actividades del Proyecto de Innovación Educativa de la ETSIDI-UPM, fue la organización e implementación de las “Primeras Jornadas Internacionales sobre Bombas Manuales y de Ariete” (2013), como foro para compartir experiencias y opiniones sobre tecnologías relacionadas con el agua y saneamiento y aplicadas en contextos de bajo desarrollo tecnológico. Aunque estaban enmarcadas en un Proyecto de Innovación Educativa, es justo reconocer que pudieron desarrollarse gracias al enorme trabajo y tesón de sus desinteresados organizadores y a la colaboración de estudiantes, profesores, investigadores, cooperantes y profesionales de las siguientes entidades: Universidad Politécnica de Madrid; U. Carlos III de Madrid; Universidad de Alcalá; Universidad San Pablo CEU; Universidad Nacional Agraria la Molina; Dirección de Cooperación de la UPM; Centro itd de la UPM; Cátedra UNESCO de Habitabilidad Básica de la UPM; ONGAWA; Acción Contra el Hambre; SER; Zerca y Lejos; ecolutiona.

Se reunió a expertos de la cooperación internacional, estudiantes y profesores de diversas universidades, procedentes de varios países. Merece especial mención la participación en las Jornadas de Henk Holtslag, uno de los principales impulsores de la Bomba de Mecate en Centroamérica. En el contexto general de falta de acceso a servicios básicos, a menudo coinciden de manera combinada dos carencias fundamentales: la falta de acceso al agua y a la energía. Teniendo presente este reto, durante décadas se han desarrollado numerosas innovaciones en el campo de las impulsiones sostenibles, a menudo resueltas con bombas manuales.

Entre los días 27 y 29 de noviembre de 2013, las Jornadas se articularon en cinco mesas de debate que agrupaban temas afines, como por ejemplo: tecnologías sociales, bombas de émbolo, de mecate, de ariete, etc., en las que se contó con una veintena de comunicaciones presentadas a debate. Cabe destacar el elevado nivel de los ponentes, así como del público asistente, en una temática que implicaba un gran compromiso social y tecnológico. Todo ello ha permitido tener un foro enriquecedor en el que se compartieron numerosas experiencias, innovacio-

Recio et al

nes técnicas y sociales. En la figura 1 se muestran algunos de los momentos vividos en las Jornadas.

Figura 1 Primeras Jornadas Internacionales sobre Bombas Manuales y de Ariete, 2013



Como resultado de estas Jornadas se publicaron resúmenes de las comunicaciones en internet y se difundieron las grabaciones audiovisuales de las mismas a través del Canal UPM YouTube, constatándose la necesidad de revisar y publicar completamente las mismas en formato de artículo de revista y con la consiguiente revisión por pares.

Igualmente, las Jornadas han servido también para dar a conocer las actividades que en este sector se llevan a cabo en la ETSIDI-UPM y que contribuyen a la visibilidad social y tecnológica de la Escuela, a la vez que suponen un valor añadido en la formación, concienciación crítica y acercamiento a la realidad social entre las personas pertenecientes a la comunidad universitaria.

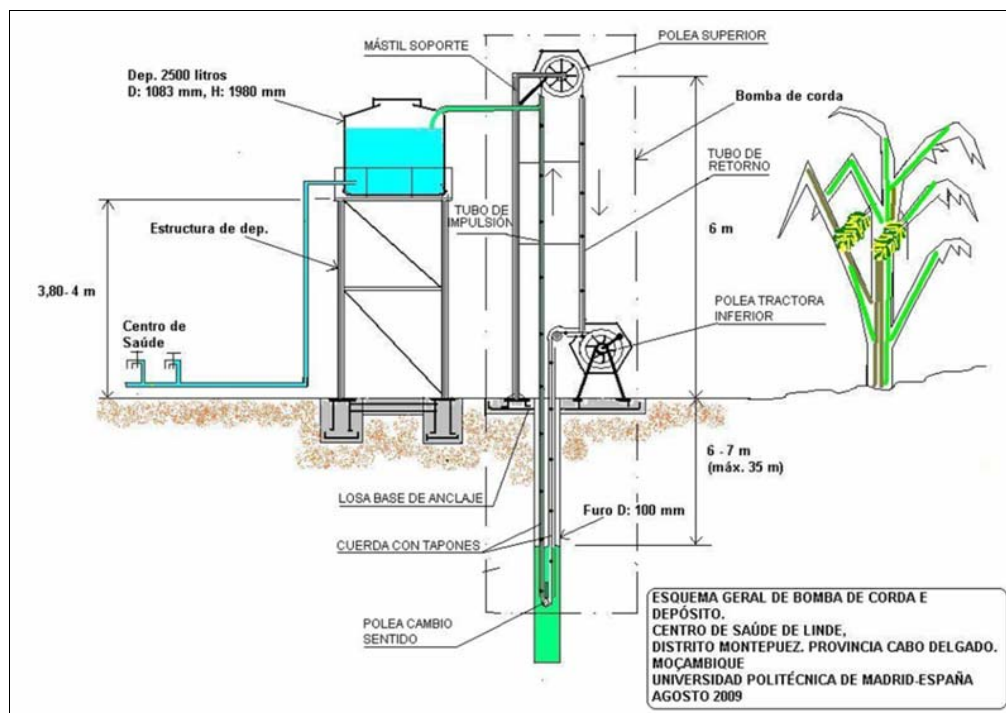
A pesar del marcado recorte económico generalizado en el que nos encontramos sumidos desde hace años, en este sector se sigue trabajando en todos los ámbitos ligados al desarrollo humano. Muchos de estos trabajos son merecedores de una divulgación real que incremente el valor añadido conseguido y, sobre todo, que permita intercambiar opiniones y experiencias. En numerosas ocasiones los órganos de difusión clásicos, orientados a líneas de especialización restringidas, pueden no ser el marco adecuado para la divulgación de los trabajos sobre desarrollo humano en general, y sobre tecnología aplicada en particular.

DisTecD, una revista para la divulgación del Diseño y la Tecnología para el Desarrollo

Como aportación y adaptación a un contexto de pobreza repleto de problemas, ligados a menudo a la falta de acceso a la información entre los más desfavorecidos, surge la presente publicación de difusión digital. Su línea editorial, por lo tanto, se define como una búsqueda de contribuciones en un mundo necesitado de solidaridades como base, pero también de foros en los que se planteen con rigor y carácter práctico y científico, estudios y soluciones de diseño y tecnología aplicados al desarrollo humano.

La publicación DisTecD inició su andadura gracias a la aportación de dos iniciativas vinculadas a la Cooperación. En primer lugar, permitió la publicación de los artículos derivados de las ponencias de las Primeras Jornadas sobre Bombas Manuales y de Ariete. En segundo lugar, la publicación de los trabajos del Grupo de Cooperación Sistemas de Agua y Saneamiento-UPM, que durante varios años se han enfocado al campo de las bombas manuales y sus aplicaciones, tanto al desarrollo de experiencias de laboratorio como a aplicaciones sobre el terreno en Nicaragua, Mozambique (Figura 2) y Camerún principalmente. A estos temas se añadieron también otros artículos relacionados con agua y saneamiento: tecnologías sociales, calidad del agua, creatividad y diseño, lecciones aprendidas, etc.

Figura 2 Proyecto de Bomba de Mecate en Mozambique en 2009



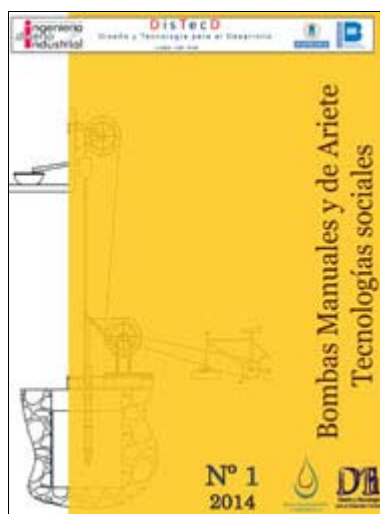
Recio et al

Artículos publicados y líneas actuales. Autores

Cada número de la revista tiene una orientación tecnológica o social.

El primer número de la revista, publicado en enero de 2014 y cuya portada se muestra en la figura 3, es el Libro de Actas de las Primeras Jornadas sobre Bombas Manuales y de Ariete, de ahí su extraordinaria extensión.

Figura 3 Portada Volumen 1 (2014) de la revista DisTecD



Los artículos publicados en este primer número se estructuraron en cuatro bloques de acuerdo a las Jornadas:

- Importancia de las tecnologías sociales y la inclusión de la creatividad en su diseño, puesta a punto y desarrollo
- Aspectos generales de las bombas manuales. Calidad del agua
- Bombas de mecate en sus diversos aspectos de diseño y aplicaciones en terreno
- Bombas de ariete y otras

La relación de artículos de este primer número es la siguiente:

Importancia de las tecnologías sociales:

- *A importância das tecnologias sociais para enfrentar a escassez hídrica e para o desenvolvimento.* Andréa Cardoso Ventura, Luz Fernández García y Carla Guldani
- *Las intervenciones en agua desde la perspectiva de los Derechos Humanos.* Celia Fernández Aller

DisTecD, una revista para la divulgación del Diseño y la Tecnología para el Desarrollo

- *Los límites de la cooperación al desarrollo. Lecciones aprendidas en proyectos de agua y saneamiento.* Josep Lobera Serrano, Alba Martínez del Campo, Tomás López de Bufalá, Andrés Narros Lluch
- *Diseño para el Desarrollo.* Manuel Merino Egea
- *Creatividad y desarrollo.* Francisca Victoria Sánchez Martínez

Aspectos generales de las bombas manuales. Calidad del agua:

- *Análisis estructural de depósitos de agua realizados en escuelas de Brasil.* Juan Manuel Orquín Casas y José Antonio Mancebo Piqueras
- *Bombas de émbolo de PVC tipo Carcará. Aplicación a la extracción de aguas pluviales en cisternas del semiárido brasileño.* Christian Daniel Polo Castaño, Edilson Ramos, Mafalda González Abelleira y José Antonio Mancebo Piqueras
- *Caracterización del esfuerzo humano disponible para bombeo manual.* Ulpiano Ruiz-Rivas Hernando
- *Tratamiento de bajo coste para aguas contaminadas por actividades de minería.* María Teresa Hernández Antolín, Laura Sanz Rodríguez y José Antonio Mancebo Piqueras
- *Factores hidrológicos, hidrogeológicos y ambientales con influencia en la elección y eficiencia en el funcionamiento de las bombas manuales.* Miguel Martín-Loeches y Luis Rebollo

Bombas de mecate:

- *La bomba de mecate en abastecimientos de agua y aplicaciones para la seguridad alimentaria.* José Antonio Pérez González y José Antonio Mancebo Piqueras
- *Bomba manual de cuerda y pistones tipo “mecate, BM-2”. Caracterización de la potencia de accionamiento.* Héctor de Caso Jaráiz y José Antonio Mancebo Piqueras
- *Experiencias con Bombas de Mecate en tres escuelas del Subdepartamento de Bengbis, Provincia del Sur, Camerún.* Helena Burbano, Loreto Rebollo, José Luis Cacho, Pedro Luis Vadillo, Miguel Martínez de Guzmán, Guillermo de la Figuera y Rubén García García
- *Ocho años de experiencia con la bomba de mecate en Casamance, Senegal.* Miguel Cerezales Rotaeché

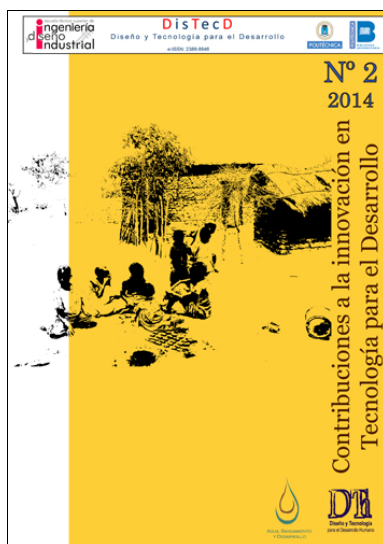
Bombas de ariete y otras

- *Análisis de una bomba de ariete en Togo.* Jesús Serrano Alonso

Recio et al

- *El ariete hidráulico. Proyecto e instalación en Ntongui (Angola).* José María Romero Guerrero y Luis Lorenzo Gutiérrez

Figura 4 Portada Volumen 2 (2014) de la revista DisTecD



Continuando con el trabajo del primer número de la revista, se publica un nuevo número de la misma en julio de 2014 con los mismos principios: divulgar los trabajos de corte tecnológico sobre desarrollo humano y sobre tecnologías aplicadas sostenibles. En la figura 4 se muestra la portada del segundo número de la revista.

Se presentan así siete trabajos sobre calidad de agua, tecnologías sociales y sistemas de abastecimiento, dando respuestas a problemas frecuentes en entornos de subdesarrollo. Por otra parte, se incluye un artículo sobre la aportación universitaria al mundo de la cooperación, desde el Grupo de Cooperación Sistemas de Agua y Saneamiento para el Desarrollo y desde el Proyecto de Innovación Educativa de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid.

En este número los artículos no se estructuran en bloques ya que el número de artículos es menor y resulta más difícil de clasificar.

- *Estudio de la Calidad del Agua aplicado al consumo de comunidades rurales del Subdepartamento de Bengbis, Provincia del Sur, Camerún.* César Hernández, Helena Burbano, Loreto Rebollo, Imma Manresa
- *Ushahidi.* Manuel Merino
- *Un sistema de agua potable inaccesible.* Jesús Serrano

DisTecD, una revista para la divulgación del Diseño y la Tecnología para el Desarrollo

- *Una contribución a la cooperación al desarrollo desde la universidad en agua y saneamiento.* José Antonio Mancebo, María Teresa Hernández, Ricardo García, María del Mar Recio
- *Situación del sector del agua y el saneamiento en la Ecorregión Lachuá, Guatemala.* Esther Marqués Valdés
- *Aerobomba para captación de aguas subterráneas. Aplicación de tecnología social de bajo coste en Mozambique.* Alicia Corcuera Martínez
- *Estudio de un sistema de tratamiento de bajo coste para agua potable en contextos de subdesarrollo. Aplicación a Mtanga, Kigoma Rural, Tanzania.* Jesús Sierra Joven

Futuro de la revista DisTecD

En los siguientes números de la revista se seguirán trabajando las líneas abiertas en los números anteriores, y también en otras líneas de especialización estrechamente ligadas al agua y saneamiento, como por ejemplo, energía, alimentación, hábitat, salud, etc. Sin embargo, dado el amplio espectro de los objetivos de la misma, existen multitud de temáticas que podrían contemplarse para contribuir al desarrollo humano y a su divulgación.

Además, el carácter abierto de la revista permite aportaciones de otras temáticas relacionadas con el desarrollo humano y la cooperación. Temáticas que podrán servir de interés a nuevos autores que se sientan motivados para trabajar y publicar en próximos números de la revista. Estamos seguros de que la consolidación de la revista es posible y de que, si eso ocurre, será gracias a las contribuciones de sus autores.

Durante el año 2015 se publicarán 2 nuevos números de la revista. Concretamente, en el número 3, en fase de corrección de artículos, se va a avanzar en los sistemas hidráulicos en general. Y en el número 4 está previsto publicar artículos sobre ayuda de emergencia y sobre proyectos orientados a poblaciones desfavorecidas en el mundo desarrollado, también denominado 4º Mundo, como es el caso del dedicado al Poblado de la Cañada Real de Madrid, o a la problemática del agua y saneamiento ante el cierre de los aseos en las Estaciones de Cercanías de Madrid.

De cara al futuro se prevé, dada la orientación de la revista, un interés creciente de todos los actores ligados a la Cooperación, tales como ONGs, Agencias de Cooperación como la AECID y sus homólogas territoriales, así como de organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo BID.

Recio et al

Conclusiones

El trabajo que se ha presentado en esta comunicación describe resumidamente la implementación de una revista científica y tecnológica, enfocada a la divulgación de trabajos y experiencias en el ámbito del desarrollo humano.

La publicación DisTecD inició su andadura gracias a la aportación de dos iniciativas vinculadas a la Cooperación, contando con autores de nacionalidad española y brasileña. Hasta el 30 de junio de 2015, ya se han contabilizado 5.684 descargas directas de los artículos publicados en los dos primeros números de la revista, a las que habría que añadir igualmente las descargas directas desde el Archivo Digital de la UPM, que permite a los autores, vinculados a dicha universidad, divulgar individualmente sus propios trabajos publicados en la revista.

Recientemente, hemos podido constatar el creciente interés en la revista de parte de los estudiantes del “Master en Tecnologías para el Desarrollo Humano y la Cooperación de la UPM”, así como de los estudiantes de Grado que están realizando el TFG y que han cursado las asignaturas “Hidráulica Aplicada a Proyectos de Desarrollo” o “Agua y Desarrollo Humano”. La revista DisTecD, cubriendo el vacío que existía antes de su publicación, está contribuyendo a la formación de estos estudiantes.

Actualmente y después de dos números editados con gran esfuerzo, se presenta la revista a todos los actores interesados y se ofrece abiertamente la posibilidad de publicar en ella, como contribución a la mejora del acceso a servicios básicos.

Finalmente aprovechamos la ocasión para solicitar a los organizadores que, en el futuro y dentro de las temáticas del Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, se abra un espacio propio en relación al Diseño orientado al Desarrollo Humano.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Archivo Digital de la Universidad Politécnica de Madrid y en concreto a José Ignacio González González, Responsable de Proyectos Digitales del Servicio de Biblioteca Universitaria de la UPM, por hacer posible la publicación de la revista DisTecD dentro del Catálogo POLI-RED.

También a los autores por su desinteresada aportación.

Referencias

Archivo Digital UPM (2015). Disponible en web: <<http://oa.upm.es/>> [Consulta: 05-06-2015].

DisTecD, una revista para la divulgación del Diseño y la Tecnología para el Desarrollo

- DisTecD (2012). *Diseño y Tecnología para el Desarrollo*. Revista digital publicada en POLI-RED. ISSN: 2386-8546 Disponible en web: <<http://polired.upm.es/index.php/distecd/issue/archive>>. [Consulta: 05-06-2015].
- Gutiérrez-Rubí, A., Freire, J. (2013). *Manifiesto Crowd: La empresa y la inteligencia de las multitudes*. Disponible en web: <<http://www.laboratoriodetendencias.com/mc/>>. [Consulta: 20-11-2013].
- Merino M., (2014). *Diseño para el Desarrollo*. DisTecD, Diseño y Tecnología para el Desarrollo. No 1 (2014). Disponible en web: <<http://polired.upm.es/index.php/distecd/article/view/2500/2656>> [Consulta: 05-06-2015].
- Nussbaum, M. C. (2000). *Women and Human Development; The Capability Approach*. New York: Cambridge University Press.
- Oosterlaken, I. (2010). “*Diseño de tecnología para el desarrollo humano - un enfoque de capacidades*”. En: Tecnología para el Desarrollo Humano, Ayuda Humanitaria y Emergencias. Actas de las jornadas. 7 y 8 de mayo de 2009. Editor: Centro de Cooperación al Desarrollo, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia: Editorial UPV. ISBN: 978-84-8363-536-0. Disponible en web: <http://www.academia.edu/910245/Dise%C3%B1o_de_Tecnolog%C3%ADa_para_el_desarrollo_humano-Un_enfoque_de_capacidades>. [Consulta: 05-06-2015].
- POLI-RED (2015). *Revistas Digitales Politécnicas*. Disponible en web: <<http://polired.upm.es/index.php>>. [Consulta: 05-06-2015].
- Primeras Jornadas Internacionales sobre Bombas Manuales y de Ariete* (2013). Canal UPM. Disponible en web: <https://www.youtube.com/results?search_query=primeras+jornadas+internacionales+de+bombas+de+mecate+y+ariete> [Consulta: 05-06-2015].
- Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. New York: Anchor Books.
- Sistemas de Agua y Saneamiento para el Desarrollo* (2015). Grupo de cooperación de la E.T.S.I.D. Industrial en la Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en web: <<https://sistemasdeaguaysaneamientoparaeldesarrollo.wordpress.com/>> [Consulta: 05-06-2015].

Experiencia de coordinación transversal y aprendizaje basado en proyectos

Andres Conejero-Rodilla^a, Sabina Asensio-Cuesta^b

^a Departamento de Dibujo, Universitat Politècnica de València, ancoro@dib.upv.es, ^b Departamento de Proyectos de Ingeniería, Universitat Politècnica de València, sasensio@dpi.upv.es

Abstract

In the European Higher Education Area (EEES) framework a project-based learning experience has been conducted through an inter-departmental collaborative and coordinated working group. The pilot experience has been performed in the Industrial Design Engineering and Product Development School (Universitat Politècnica de Valencia). The subjects coordinated are 'Workshop on Prototypes and Models' and 'Ergonomics', Assigned to Dept. of Drawing and Dept. of Engineering Projects, respectively. This article first describes the methodology developed, the learning outcomes, and finally the future lines of coordination are marked.

Keywords: Project-based learning, horizontal coordination, prototype design project, assessment of prototypes, transversal

Resumen

En respuesta a la necesidad de coordinación horizontal entre asignaturas marcada por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se ha llevado a cabo una experiencia docente articulada mediante un equipo de trabajo interdepartamental. La experiencia piloto se ha realizado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (Universitat Politècnica de València). Las asignaturas coordinadas han sido "Taller de Modelos y Prototipos" y "Ergonomía", asignadas del Departamento de Dibujo y del Departamento de Proyectos de Ingeniería, respectivamente. En este artículo se describe en primer lugar la metodología desarrollada, los resultados de aprendizaje obtenidos, y por último se marcan las líneas futuras de la coordinación.

Palabras Aprendizaje basado en proyecto-coordinación horizontal, proyecto de diseño, evaluación con prototipos, transversal

Experiencia de coordinación transversal y aprendizaje basado en proyectos

Introducción

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) pone de relieve la necesidad de llevar a cabo un mecanismo de coordinación en la enseñanza para mejorar su calidad. En línea con dicho requerimiento del EEES, actualmente profesores y escuelas participan en programas de acreditación y reacreditación de los títulos bajo el “Documento Marco: Evaluación para la renovación de la acreditación de títulos oficiales de Grado, Máster y Doctorado” del programa ACREDITA. En dicho documento marco se define la Directriz 1.3 que evalúa que los títulos cuenten con mecanismos de coordinación docente, articulación horizontal y vertical entre las diferentes materias/asignaturas, que permitan tanto una adecuada asignación de la carga de trabajo de los estudiantes como una adecuada planificación temporal, para asegurar la adquisición de los resultados de aprendizaje.

El Sistema de reacreditaciones del EEES tiene como objetivo asegurar que los programas de los títulos se ha ejecutado en conformidad con la descripción inicial del proyecto. Un informe negativo dará lugar a la cancelación de la medida (ANECA, 2015). Este entorno de exigencia ha promovido cambios y plantea el desarrollo de nuevas estrategias de enseñanza (Asensio-Cuesta et. al, 2011).

La Implementación de una coordinación horizontal y vertical entre las diferentes asignaturas es un requisito que se incluye en los Criterios y Directrices para la Garantía de la Calidad en el EEES. En este entorno educativo, el aprendizaje basado en proyectos incorpora un enfoque complejo a la solución de problemas reales y el trabajo cooperativo. En este sentido, es importante mencionar que un profesional experto tiene que ser capaz de integrar conceptos de diferentes campos del conocimiento y cooperar e interactuar con colegas de diferentes bagajes, ya que una sola disciplina no es capaz de resolver un problema real de ingeniería (Munshi et. al, 2006).

La investigación educativa confirma que el aprendizaje basado en proyectos es una herramienta eficaz para la integración de los conocimientos de diferentes disciplinas a la hora de desarrollar las competencias de aprendizaje requeridos. Por otro lado, es sabido que la mayor parte de los proyectos de diseño de productos necesitan enfoques multidisciplinarios y requieren de una serie de habilidades. El diseñador de este tipo de proyectos debe ser capaz de definir y llevar a cabo los objetivos de cada disciplina. Por lo tanto los proyectos de diseño de productos deben tener un enfoque desde múltiples puntos de vista. Esto implica la integración tanto de las diferentes aproximaciones de un problema y la información proveniente de diversas áreas. La complejidad de los problemas requiere integrar el conocimiento de diferentes disciplinas para obtener soluciones de éxito. De hecho, los proyectos de diseño de productos reales necesitan la integración de equipos multidisciplinarios de trabajo para lograr un objetivo común.

Andres Conejero-Rodilla, Sabina Asensio-Cuesta

En el diseño de productos la ergonomía contribuye a desarrollar productos más seguros , confortables y eficientes . Incluyendo la antropometría , biomecánica y anatomía estática y dinámica en el proceso de diseño permite un mejor ajuste y la comprensión de las necesidades del usuario (Cacha, 1999). Por otro lado la evaluación es fundamental con el fin de garantizar que un concepto cumple con los requisitos finales. En este sentido los modelos y prototipos físicos permiten de una manera rápida y eficiente probar los conceptos de diseño , proporcionando una retroalimentación instantánea del diseño. También permite una iteración rápida y proporciona una experiencia física que permite, en primer término, la solución de un problema formal; ayuda en el proceso de transformación de un dibujo 2D en un concepto final 3D evaluando las inconsistencia formales, y en segundo, posibilita la realización de una evaluación ergonómica y estética real ayudando en en proceso de definición de un diseño (Nathan-Roberts & Yili, 2012) .

En el siguiente trabajo se presenta un proyecto de diseño de mando de videoconsola a través de la evaluación mediante modelos físicos de la estética y ergonomía. Para lograr este objetivo ha sido creado un grupo interdisciplinario cuyos miembros son profesores de diferentes asignaturas y pertenecen a distintos departamentos de la Universitat Politècnica València.El proyecto de coordinación fue llevado a cabo en el Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Productos (ETSID/UPV) . Las asignaturas coordinadas fueron “ Taller de modelos y prototipos" y "Ergonomía", asignados a los Departamentos de Dibujo y Departamento de Proyectos de Ingeniería , respectivamente.

Objetivo del proyecto

El proyecto de coordinación multidisciplinar integra varios objetivos:

- Contribuir al enfoque de competencias en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior a través de una formación integral en disciplinas complementarias.
- Promover el intercambio de conocimientos entre profesores de diferentes áreas con un enfoque coordinado y colaborativo de enseñanza creando una red interdisciplinaria de los profesores.
- Fomentar la adquisición de competencias de gran importancia para el futuro profesional de los estudiantes, tales como asumir responsabilidades sobre sus decisiones y su impacto en el proyecto común, el desarrollo de proyectos de ingeniería de aplicación de práctica
- Desarrollar una nueva metodología de trabajo cooperativo en las áreas de 'Prototipado "y" Ergonomía. Además, la metodología sentará las bases para una mayor integración de otras materias y áreas de conocimiento.

Experiencia de coordinación transversal y aprendizaje basado en proyectos

- Desarrollar una metodología para ayudar a los diseñadores en la fase de diseño de concepto a través de criterios para el desarrollo formal a través de técnicas de prototipado, criterios estéticos y ergonómicos en el marco del proyecto común.
- Aplicar una metodología de generación de modelos que permita el modelado de espuma basado en dibujos 2D, principios del desarrollo geométrico teniendo en cuenta las dimensiones antropométricas y recomendaciones ergonómicas. Y la realización de acabados finales sobre las maquetas previas.
- Establecer protocolos y criterios para la evaluación de la ergonomía y estética de nuevos conceptos de diseño.

Contexto

Taller de Modelos y Prototipos

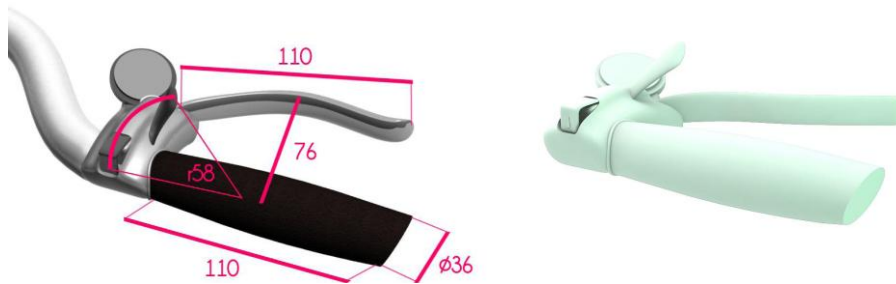
La experiencia previa propuesta en la asignatura “Taller de Modelos y Prototipos” no tuvo en cuenta criterios ergonómicos. En cursos anteriores, el proyecto fue planteado como un ejercicio de desarrollo formal. En el que el objetivo era enseñar a los estudiantes a obtener un modelo 3D físico de información 2D, bocetos y dibujos. La manera de obtener estos modelos fue mediante técnicas para generar modelos de poliestireno en espuma mediante el uso de una herramienta de corte de hilo caliente. Esta técnica permite la producción de un modelo 3D a partir de los cortes cruzados de las proyecciones de la planta y el perfil de la geometría propuesta. La técnica es relativamente simple y permite acabar el modelo mediante cúter y papel de lija. Es un método rápido y controlado de creación de conceptos a partir de plantillas de cartón 2d generadas Programas de Diseño Asistido por Ordenador. El método permite variaciones sistemáticas generadas sobre un mismo concepto formal para llegar a una solución definitiva aplicando técnicas de acabado superficial con el fin de construir una maqueta de presentación. En este proceso fue identificada la necesidad de integrar criterios ergonómicos que ayudaran a los estudiantes a definir las dimensiones del producto y sus elementos (joystick, trackpad y botones), tales como las distancias mínimas entre ellos. Antes de la coordinación los estudiante obtenían las dimensiones basándose en productos similares disponibles en el mercado actual y el uso de las medidas de su mano. En este sentido la demanda dió origen al planteamiento de un proyecto coordinado con la asignatura de ergonomía.

Ergonomía

Antes de llevar a cabo la coordinación en la asignatura de Ergonomía era planteado el diseño de un cambio de marcha de bicicleta bajo criterios ergonómicos. Los estudiantes debían aplicar criterios antropométricos para establecer el tamaño del producto. Luego los estudiantes debían obtener una maqueta del diseño previamente planteado. Por último, las ma-

Andres Conejero-Rodilla, Sabina Asensio-Cuesta

quetas ergonómicas se evaluaban para estudiar la posición de la mano a través de ángulos de confort. Sin embargo las especificaciones y guía sobre cómo abordar la construcción de maquetas no fue proporcionada a los estudiantes. Como se obtuvieron resultados heterogéneos se decidió realizar un proyecto coordinado con la asignatura de Taller de Modelos y Prototipos



Metodología de coordinación

La metodología empleada paso por el planteamiento de un proyecto común de diseño de un mando de videoconsola para su posterior evaluación a través de un modelo físico.

1. Generación de conceptos- (Taller de Modelos)

En la asignatura de Taller de modelos se trabajaron los conceptos formales teniendo en cuenta principios geométricos y estéticos mientras que en la asignatura de Ergonomía se adecuaron esos conceptos a una serie de requisitos dimensionales en base a datos antropométricos de la población:

Figura 1. Ejemplo de conceptos de mando de video consola



Experiencia de coordinación transversal y aprendizaje basado en proyectos

2. Identificación de las Medidas antropométricas- Medidas del producto- (Ergonomía)

Determinación de la población destino. Para la realización de los cálculos se tomó como límite el percentil 5 de mujeres y el 95 de hombres (criterio de diseño de mínimos y máximos). De ahí se eligió un margen intermedio para el posicionamiento de los botones según fuera el caso.

Figura 2. Ejemplo de cálculo realizado para el posicionamiento del botón “Star” según percentil.

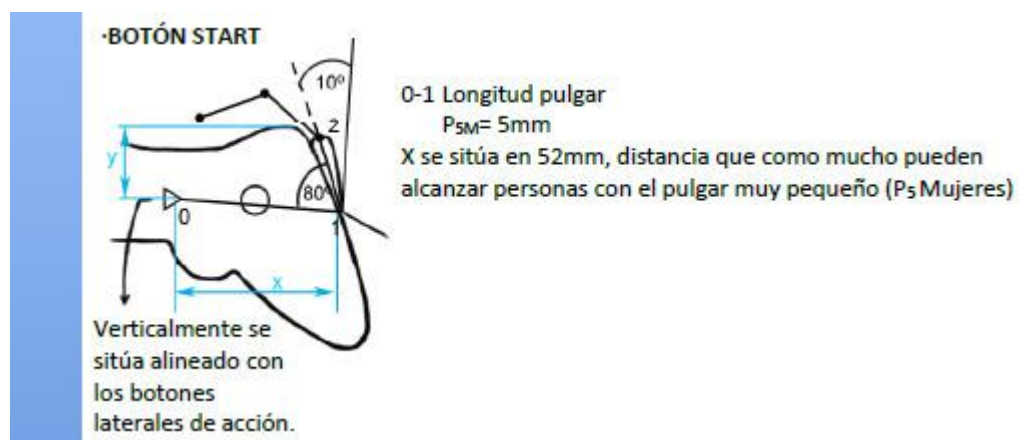
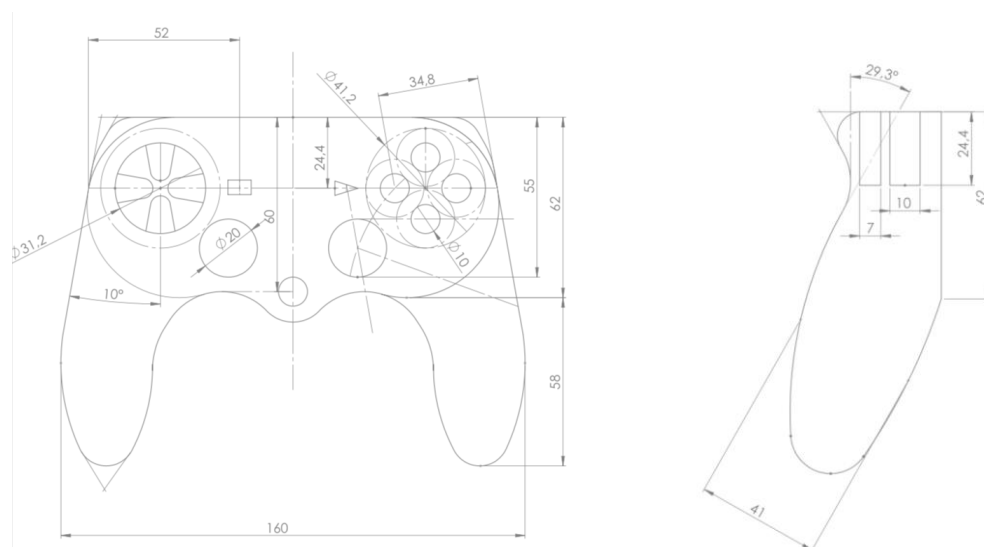


Figura 3. Dimensionamiento del prototipo mediante estudio antropométrico.



Andres Conejero-Rodilla, Sabina Asensio-Cuesta

3. Desarrollo formal a través de la construcción de modelos

Esta primera etapa fue llevada a cabo en la asignatura de Taller de Modelos. Tal y como hemos descrito anteriormente el proceso de construcción del modelo se llevó a cabo mediante técnicas de corte y desbaste en espuma partiendo de plantillas generadas a partir de los dibujos dimensionados en la asignatura de Ergonomía

Figura 4. Proceso de corte y desbaste para la obtención del primer modelo en espuma



4. Antropometría funcional: Evaluación de la postura

Esta prueba se realizó con uno de los componentes del grupo que más se adecuaba al rango de percentiles entre los que se diseñó el mando. Para evaluar cuál sería el sujeto más adecuado, fueron revisados los respectivos percentiles conjuntos de las dimensiones de la mano:

Tabla 1. Selección del sujeto para la prueba de evaluación

Dimensión: ESTATURA	Dimensión: ANCHURA DE LA MANO SIN PULGAR	Dimensión: LARGO DE LA MANO
8.85%	4.75%	9.18%
22.7%	30.85%	9.18%
16.6%	4.75%	4.75%

Experiencia de coordinación transversal y aprendizaje basado en proyectos

Figura 5. Medidas de la mano

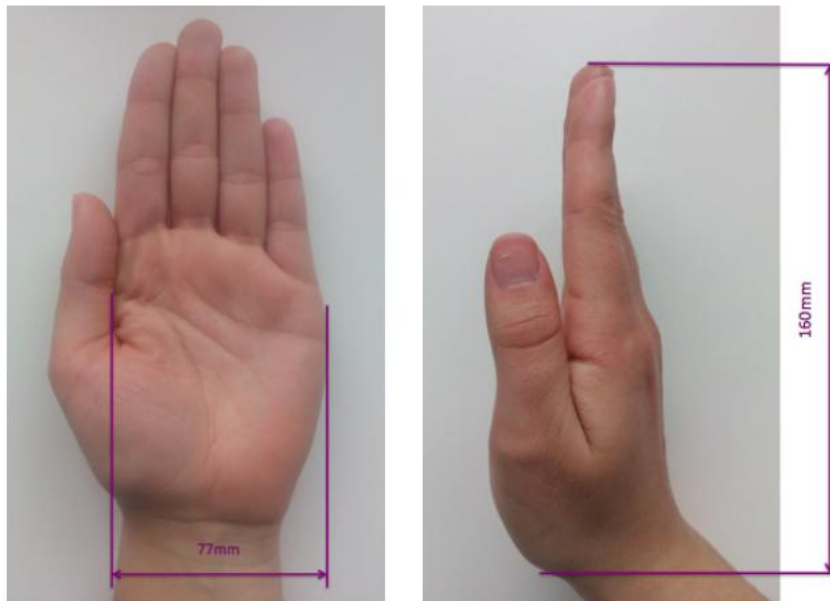
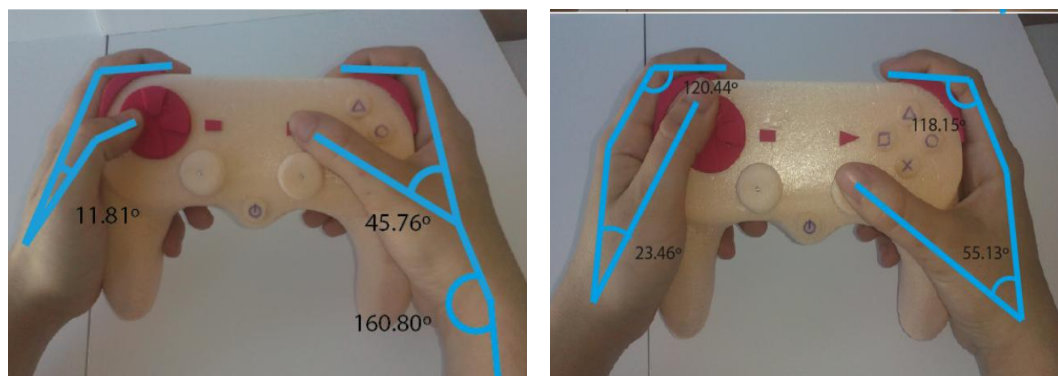


Figura 6. Ángulos medidos sobre la postura



Andres Conejero-Rodilla, Sabina Asensio-Cuesta

Figura 7. Ángulos medidos sobre la postura 2

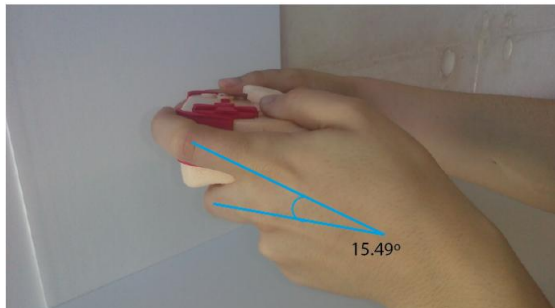


Figura 8. Ángulos medidos sobre la postura 3

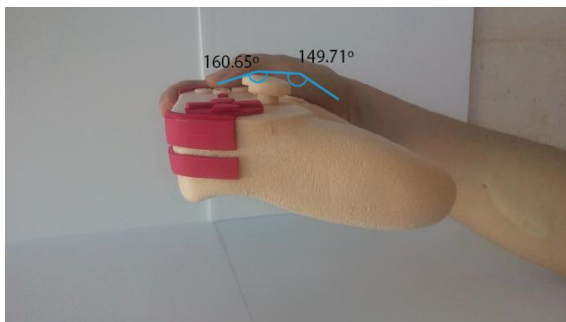


Tabla 2. Comparación ángulos postura

	Ángulo límite según la ASSH	Ángulo Alumna	
Junta Interfalangeal proximal	$0 < x < 100^\circ$	59,56-61,85°	■
Junta Carpometacarpiana (pulgares)	$0 < x < 60-70^\circ$	11,81-55,13°	■
Muñeca (Extensión/Flexión)	$-45 < x < 45^\circ$	19,2°	■
Junta Interfalangeal (Hiperextensión/Flexión)	$-15 < x < 80^\circ$	19,35°	■
Junta Metacarpofalangeal Pulgar (Hiperextensión/Flexión)	$10 < x < 55^\circ$	30,29°	■
Abducción de la mano	$0 < x < 20-30^\circ$	15,49°	■

Experiencia de coordinación transversal y aprendizaje basado en proyectos

5. Aplicación de acabados y refinamiento de la apariencia estética

En una última fase de desarrollo del diseño, fue planteada la aplicación de una serie de técnicas de acabado y depuración formal y de la apariencia en la asignatura de Taller de Modelos y Prototipos. En este sentido fueron tenidos en cuenta los acabados superficiales a través de materiales y acabados superficiales que dieran al modelo una sensación de realismo cercano al del producto final.

Figura 9. Masillado del cuerpo principal y realización de pulsadores y joysticks mediante el corte en espuma rígida de pvc



Figura 10. Proceso pintado a pistola del cuerpo principal del mando de videoconsola



Andres Conejero-Rodilla, Sabina Asensio-Cuesta

Figura 11. Imágenes de un modelo con acabados finales.



6. Prueba de evaluación estética y ergonómica de grupo

Para esta última evaluación fue seleccionado uno de los diseños planteados. En el test participaron un total de 35 alumnos. Para este último test fue evaluado uno de los diseños a través de un modelo inicial y el modelo final con la apariencia refinada a través de diferentes acabados para la evaluación de la ergonómica y estética.

Las preguntas que se realizaron en este test giraban entorno al confort percibido y atractivo del diseño y de un manera más concreta sobre la posición de los diferentes elementos de control del mando (joystick, crucetas, botones L y R).

Según los resultados obtenidos en el test podemos concluir que en el apartado de la evaluación ergonómica no existen apenas diferencias entre los datos obtenidos en ambos modelos sin embargo en términos del atractivo percibido si que existe una diferencia en los resultados de las evaluaciones de los dos modelos

Experiencia de coordinación transversal y aprendizaje basado en proyectos

Figura 12. Izqda: Modelo con acabados finales y previo. Drch: Test de evaluación llevado a cabo

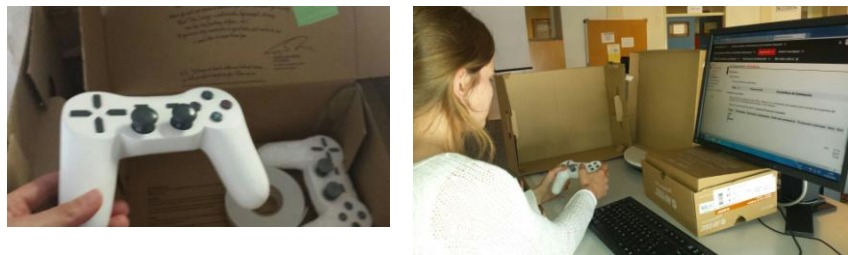


Figura 13. Resultados de la prueba de evaluación sobre el confort y el atractivo percibido del modelo inicial

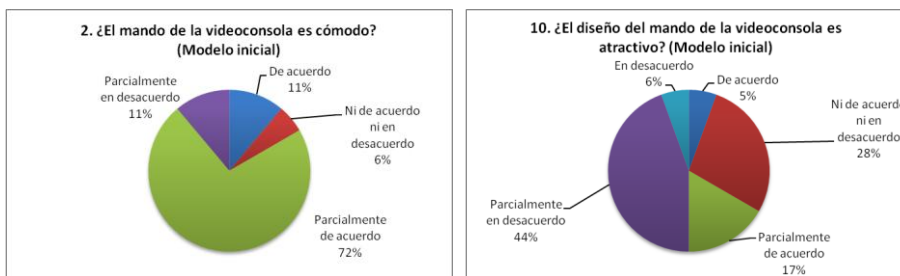
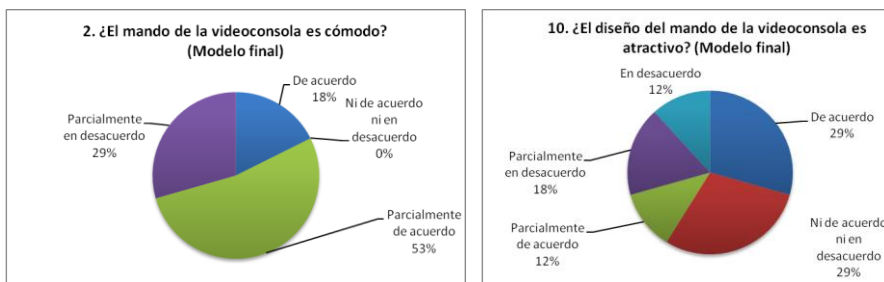


Figura 14. Resultados de la prueba de evaluación sobre el confort y el atractivo del modelo final



CONCLUSIONES

La contribución fundamental del proyecto coordinado desarrollado se ha percibido en la mejora del proceso de diseño. En el cual los estudiantes han aplicado el uso de los modelos físicos no solo para desarrollar sus conceptos iniciales sino para la evaluación y validación

Andres Conejero-Rodilla, Sabina Asensio-Cuesta

del diseño desde el punto de vista ergonómico y estético. A través de esta metodología los alumnos han podido experimentar el modo transversal en el que debe ser planteado un diseño, tal y como se produce en el desarrollo y diseño de los proyectos en los que hay que tener en cuenta factores de diferentes disciplinas. Así, el beneficio es que los estudiantes pueden enfrentarse a un problema a través de un punto de vista interdisciplinar y trabajar la capacidad de lograr una solución de diseño teniendo en cuenta la ergonomía y los criterios formales (aspectos geométricos, productivos y perceptivos). Este estudio de caso apoya la observación de que la creación de modelos y prototipos es una forma de evaluar el diseño y aplicar la modificación y cambio en base a resultados extraídos de estas evaluaciones (Kamath & Liker, 1994; Samuel et. al., 2002)

Por otro lado de coordinación entre los sujetos ha contribuido no sólo a mejorar el proceso de conocimiento de los estudiantes, sino también la creación de un marco de trabajo para la investigación colaborativa en el área de diseño ergonómico.

Referencias

- ANECA. (2015). <http://www.aneca.es/eng/Programmes/ACREDITA>.
- Asensio-Cuesta, Esteve-Sendra, M.C., Vargas, M. (2011). *A new learning and teaching methodology: Development of an interdisciplinary project in an engineering context*. INTED 2011. 5th edition.
- Munshi, R., Coalson, R.D., Ermentrout, G.B., Mardura, J.D., Stiles, J.R., Bahar, I. (2006). *An introduction to stimulation and visualization of biological systems at multiple scales: a summer training program for interdisciplinary research*. Biotechnol. Prog, 22: 179-185
- Cacha, C.A. (1999). *Ergonomics and Safety in Hand Tool Design*. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Nathan-Roberts D., Yili L. (2012). *Integrating Aesthetic and Usability Factors in the Design of Mobile Phones*. Proceedings of The Human Factors and Ergonomics Society 56th Annual Meeting. Pages 1962-1966
- Kamath, R.K. and Liker, J.K. (1994). *A Second Look at Japanese Product Development*. Harvard Business Review, Vol. 72 No. 6, pp. 154-158.
- Samuel, M. Lopez, P. Wright, K. (2002). *The role of rapid prototyping in the product development process: A case study on the ergonomic factors of handheld video game*. Rapid Prototyping Journal, Vol. 8 Iss 2 pp. 116 - 125

Metodología “Emotion Research LAB” en diseño de objeto para resguardar de la lluvia a usuarios en silla de ruedas

M^aDolors Puig Martí^a, Adelina Bolta Escolano^b

^aUPV, mapuimar@epsg.upv.es, ^bUPV, abolta@dpi.upv.es

Abstract

The object of the study is to know the opinión of users, as their subconscious, of the most important features of a product to satisfy more to them.

When it rains, the wheelchair’s management is difficult and the users need both hands freedom to propel itself, so there is a need to design an object that protects from to these users.

A survey was conducted 89 wheelchair users at the national level with the assistance of organisations of disabled people. The results showed the characteristics requested by users and three different designs were made to give freedom of choice to the user.

Of the participants in the survey they were selected nine users, which were a representative sample by sex and age, to participate in the methodology “Emotion Research LAB”, a facial recognition technology that allows identifying emotions from facial microexpressions, without wires or sensors.

With the results obtained by this methodology helped to choose which was the best design and adapted to the demands of the user.

The study started on February 2012 and it lasted two year and five months.

Keywords: *Emotion Research Lab; wheelchair; disability; rain; ergonomics*

Resumen

El objeto del estudio es saber la opinión de los usuarios, según su subconsciente, de las características más importantes de un producto para satisfacerlos más.

Cuando llueve el manejo de la silla de ruedas se dificulta y los usuarios necesitan tener libertad de manos para autopropulsarse, por tanto existe una necesidad de diseñar un objeto para resguardar de la lluvia a éstos.

Metodología “Emotion Reserch LAB” en diseño de objeto para resguardar de la lluvia a usuarios en silla de ruedas

Para ello se realizó una encuesta entre 89 usuarios a nivel nacional, con la ayuda de organizaciones de discapacitados. Los resultados obtenidos mostraron las características deseadas por los usuarios y así se realizaron tres diseños diferentes para poder dar libertad de elección al usuario.

De los participantes en la encuesta se seleccionaron a 9 usuarios, muestra representativa por sexo y edad, para participar en la metodología “Emotion Research LAB”, una tecnología de reconocimiento facial de emociones que permite identificarlas a partir de las microexpresiones faciales, sin necesidad de cables o sensores.

Con los resultados obtenidos de esta metodología se obtuvo cuál era el diseño que gustaba más y se adaptaba mejor a las exigencias del usuario.

El estudio empezó en febrero del 2012 y su duró dos año y cinco meses.

Palabras clave: *Emotion Research Lab; silla de ruedas; Discapacidad; lluvia; ergonomía.*

1- Introducción

El objeto principal del diseño es satisfacer las necesidades de las personas, pero se tiene que tener en cuenta el carácter emocional, diseñando productos prácticos, que se disfruten, reporten placer y hasta diversión. Esto se logra cuando las personas interactúan con los objetos, consiguiendo mejorar la calidad de vida de las personas.

La tecnología de reconocimiento facial de emociones de Emotion Research LAB identifica, mediante una webcam, las emociones básicas a partir de las expresiones faciales.

Una gran mayoría de usuarios de silla de ruedas, se auto-propulsa, y, si llueve, el manejo de la silla de ruedas se dificulta, ya que al estar mojados los aros se vuelven resbaladizos y las ruedas pierden adherencia a consecuencia del agua, por lo que deben tener las dos manos libres para poder maniobrar. Por ello, surge la necesidad de diseñar un objeto que resguarde de la lluvia a estos usuarios, dejando libres sus brazos y manos.

2- Objeto

El objeto del estudio es la redacción de un listado de especificaciones técnicas para mejorar el diseño de un objeto que resguarde de la lluvia a usuarios de silla de ruedas. Para ello, se cree realiza una investigación con el propósito de saber cuál es la opinión de los usuarios, y cuál es su percepción acerca de las características más importantes del producto, así como el grado de conformidad y aceptación de cada uno de los usuarios encuestados.

*M^a Dolors Puig Martí
Adelina Bolta Escolano*

3- Metodología

Para llevar a cabo la investigación, además del estudio de mercado, es necesario la creación de un cuestionario para conocer la opinión de los usuarios, cuyos resultados determinan los factores en los que se puede actuar para mejorar el producto.

Lo que se pretende en este estudio es, en primer lugar, la recogida de información individual sobre el producto para poder adaptarlo al usuario. Con los resultados obtenidos se realiza el diseño óptimo adaptado al mayor número de usuarios.

La segunda fase, consiste en la aplicación del software de reconocimiento facial de emociones de la empresa Emotion Research LAB, que combinado con la metodología Kansei, permite diseñar ergonómicamente productos orientados al consumidor. Con el uso de esta metodología se pretende que el usuario muestre su opinión real sobre el diseño y estética del objeto y sus características, atendiendo a su subconsciente.

En cuanto al procedimiento para la aplicación del software, se le muestra al usuario un video, el cual no se acompañará con música o elementos que puedan provocar distracciones para no influenciar la decisión del sujeto.

Emotion Research LAB es una empresa tecnológica dedicada al análisis del comportamiento humano empleando el software de reconocimiento facial de emociones, que permite visualizar respuestas emocionales inconscientes a través de estímulos visuales.

La tecnología de reconocimiento facial de emociones de Emotion Research LAB utiliza la visión artificial para el reconocimiento facial, esto se consigue sobreponiendo virtualmente una máscara que localiza los 400 puntos del óvalo facial capaz de registrar los movimientos de los 128 músculos del rostro humano, obteniendo las microexpresiones, las cuales están universalmente testadas por Paul Ekman, que es un sociólogo y psicólogo británico que después de un gran estudio, descubrió que existían seis emocionales universales básicas.

Las emociones básicas que se identifican, mientras los participantes se someten al estímulo, son: felicidad, sorpresa, enfado, desagrado, miedo y tristeza, a lo que el software añade la neutralidad, traducible a la falta de microexpresión facial.

La aplicación permite la evaluación emocional en tiempo real o grabar la experiencia para visualizar y analizarla más tarde.

La aplicación se basa en la grabación del rostro del sujeto entrevistado mientras se somete a un estímulo, en formato de video que se integra en la aplicación. Se debe capturar la imagen del rostro de forma nítida y de buena calidad, para ello el rostro debe ocupar 1/3 de la pantalla del software y debe situarse a 60 cm de la pantalla aproximadamente.

La aplicación puede hacer test individuales de los sujetos o testar a un colectivo, por grupos de como máximo 15 personas.

Los resultados se representan mediante una gráfica emocional para cada individuo estudiado o mediante una gráfica emocional agregada del total de la muestra. Se puede analizar individualmente cada emoción, de un mismo estímulo de un individuo o se puede realizar una comparación de una emoción de un estímulo con los diferentes individuos.

Metodología "Emotion Reserch LAB" en diseño de objeto para resguardar de la lluvia a usuarios en silla de ruedas

4- Caso de estudio

Aclarados los aspectos anteriores, se procede a explicar el caso que nos ocupa:

La primera fase de la metodología, consiste en la creación de un cuestionario, para obtener la información necesaria y encontrar la solución más eficaz y eficiente según las opiniones y necesidades del usuario. Para ello se tiene que tener en cuenta las características que afectan a la calidad y ergonomía del producto.

El cuestionario realizado se estructura en cuatro partes:

- Parte 1, datos personales: Permite establecer las variables de sexo, edad actual, edad a la que el usuario empezó a usar silla de ruedas, la dependencia de una tercera persona en las actividades cotidianas, el tipo y origen de diversidad funcional.
- Parte 2, datos técnicos: Permite establecer las variables del tipo de silla de ruedas, así mismo como si posee handbike acoplable, y si la silla de ruedas posee ciertas características como si es de tipo ligera, plegable, posee reposapiés, asidero o reposacabezas.
- Parte 3, datos específicos de su comportamiento: Permite saber si el usuario encuestado sale a la calle cuando llueve. Y si sale a la calle se quiere saber cómo se resguarda de la lluvia. Así cómo si se le ocurre alguna forma de mejorar su forma de resguardarse.
- Parte 4, datos técnicos específicos para el diseño: Permite establecer aspectos que se valorarían al comprar un objeto para resguardarse de la lluvia, en una escala del 1 al 5, dónde 1 es muy poco y 5 mucho. Se valoran características como ligereza, calidad, precio, facilidad de montar, desmontar o transportar, resistencia o color del objeto.

El número total de usuarios participantes en la realización de la encuesta, en papel o vía email, fue de 89.

Los usuarios que realizaron el cuestionario en papel impreso, se obtuvieron de usuarios que paseaban por la playa, usuarios proporcionados a través de un centro de día o una ortopedia. Paralelamente, a través de email se contactó con una mutua de accidentes y distintas asociaciones de discapacitados a nivel nacional, a las que se les enviaron los cuestionarios para que los entregaran a sus miembros, y una vez cumplimentados se me remitieran.

Con la ayuda de las encuestas realizadas, se pensaron tres diseños diferentes para resguardar de la lluvia a un usuario de silla de ruedas.

Los tres diseños que se hicieron fueron:

- Solución 1: Tejido impermeable: Chubasquero tipo capa, ajustable, que cubre el usuario completamente, y a la silla. También lleva capucha para proteger la cabeza de la lluvia.

Figura 1 Tejido impermeable



*M^a Dolors Puig Martí
Adelina Bolta Escolano*

- Solución 2: Soporte para paraguas: Enganche regulable que se ajusta al asidero de la silla de ruedas que permite llevar cualquier tipo de paraguas. Dando gran libertad al usuario de autopropulsión.

Figura 2 Soporte para paraguas



- Solución 3: Capota transparente: Techo para la silla de ruedas que permite autopropulsión sin ningún problema. El usuario puede ir cubierto totalmente, ya que los laterales, son enrollables, así decide en cada momento si se protege o no por los lados

Figura 3 Capota transparente



Se produjo un vídeo con los tres diseños, para identificar la respuesta emocional que produce cada diseño a cada usuario, con el software de reconocimiento facial de emociones.

Debido a recursos económicos limitados, se tiene un número reducido de licencias de uso del software, por tanto esta segunda fase del estudio se centra en una muestra de 9 usuarios.

La muestra estaba compuesta por cuatro hombres y cinco mujeres. Dos de los cuales tenían entre 18 y 24 años, uno 25 a 34 años, tres de entre 35 y 44 años y tres entre 55 y 64 años, así se tenía una muestra variada respecto a sexo y edad.

5- Resultados

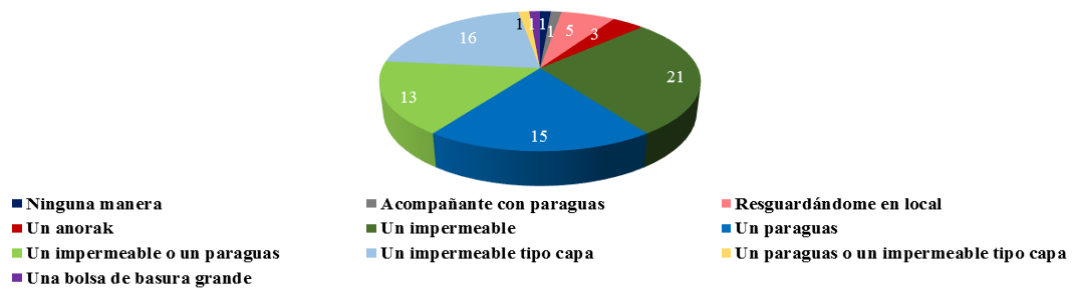
Con el análisis de los resultados de las encuestas y apoyándose en el estudio de mercado realizado, se detectan las características del objeto diseñado susceptibles a mejorarse.

Metodología "Emotion Reserch LAB" en diseño de objeto para resguardar de la lluvia a usuarios en silla de ruedas

5.1- Resultados en las encuestas

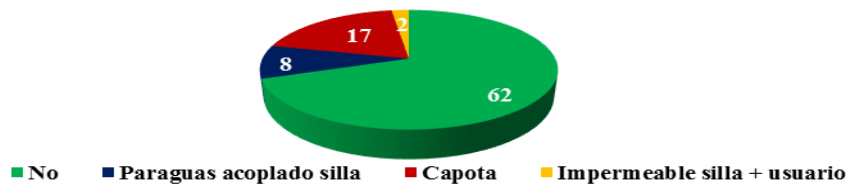
De los 89 encuestados, 75 usuarios salían a la calle un día lluviosos, mientras que los 14 restantes se quedaban en casa.

Figura 4 Forma de resguardarse de la lluvia



Aproximadamente una cuarta parte de los 75 encuestados que salían de casa cuando llovía utilizaban un impermeable, 14 usuarios solían utilizar paraguas, 16 usuarios un impermeable tipo capa, 12 usuarios podían resguardarse indistintamente con un paraguas o un impermeable. 1 no se resguardaba de ninguna manera, 5 se resguardaban entrando en algún local, 3 con un anorak, 2 con un impermeable tipo capa o paraguas dependiendo del día, 1 con el paraguas que lleva su acompañante y el último con una bolsa de basura grande.

Figura 5 Mejoras que se les ocurre a los usuarios



Se les preguntó a todos los encuestados si se les ocurría alguna forma para resguardarse de la lluvia o mejora de la que utilizaban habitualmente, en lo que la gran mayoría, 62 usuarios, no se les ocurría nada, a 17 usuarios les gustaría una especie de capota similar a la de los carritos de bebé para resguardarse, 8 usuarios un paraguas acoplado a la silla de ruedas y 2 usuarios un impermeable que cubriera tanto la silla como al mismo usuarios.

5.2- Resultados de los videos

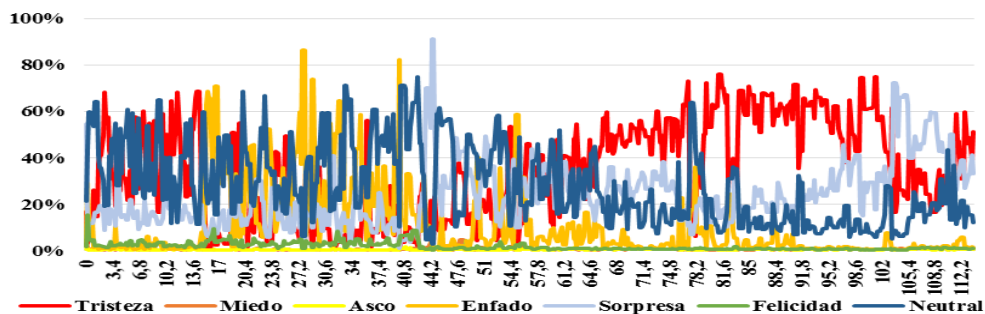
El video duraba dos minutos, se dividió en tres etapas coincidiendo con los tres diseños realizados. El primer diseño, estaba en el rango de 10 a 35 segundos aproximadamente, el diseño del soporte para paraguas se encontraba entre 43 a 70 segundos y finalmente, el tercer diseño, el de la capota transparente comprendía de 78 a 104 segundos.

Para entender mejor la obtención de los resultados de los vídeos visualizados se tomará como ejemplo un usuario, elegido al azar, de los nueve, exactamente uno que sí sale a la

M^a Dolors Puig Martí
Adelina Bolta Escolano

calle los días lluviosos, el cual utiliza para resguardarse de la lluvia *un chubasquero* y la mejora que le gustaría encontrar en el mercado es *una capota fácil de guardar*.

Figura 6 Emociones expresadas por el usuario seleccionado al ver el vídeo completo



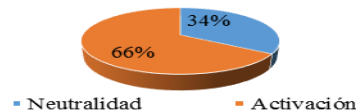
En la figura 6, se observan las emociones que ha percibido el usuario mientras visualizaba el vídeo completo. Se observa que el patrón emocional cambia, estableciéndose un predominio de las emociones tristeza y sorpresa.

5.2.1- Primera solución propuesta: Tejido impermeable

Como se ha comentado anteriormente, la propuesta es un chubasquero tipo capa, ajustable.

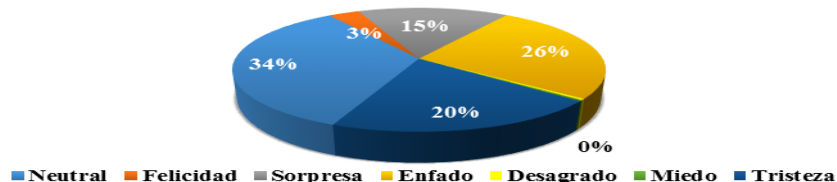
Según el cuestionario rellenado por el usuario, éste se resguarda de la lluvia con un impermeable, por tanto, esta solución se asemeja mucho a su forma de resguardarse.

Figura 7 Activación emocional del usuario seleccionado en el Tejido Impermeable



Esta solución provoca en este usuario un 66% de activación emocional, frente al 34% de neutralidad, lo que indica que este usuario no es indiferente al primer diseño propuesto.

Figura 8 Emociones medias expresadas por el usuario seleccionado en el Tejido Impermeable

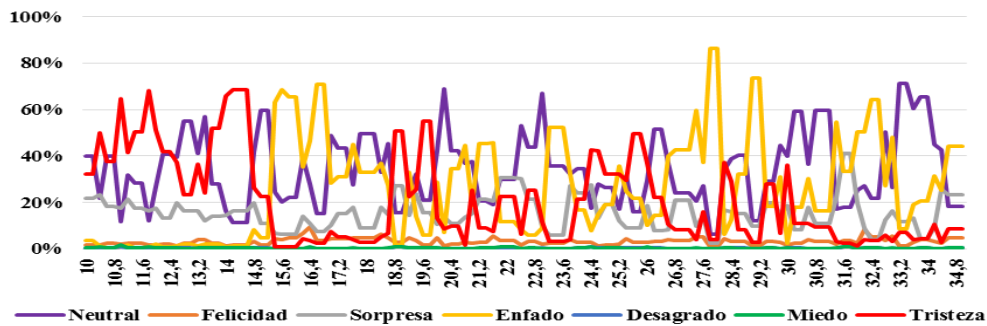


El usuario siente un 26% de enfado y un 20% de tristeza ante la visualización del primer diseño. Esta solución también le sorprende, con una probabilidad del 15%. Se entiende que la solución de impermeable, al ser el método que utiliza el usuario para protegerse de la

Metodología “Emotion Reserch LAB” en diseño de objeto para resguardar de la lluvia a usuarios en silla de ruedas

lluvia, le provoca estas emociones al no ser algo nuevo para él y conocer perfectamente las ventajas y limitaciones de esta solución.

Figura 9 Emociones expresadas por el usuario seleccionado en el Diseño Impermeable

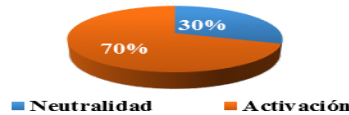


Durante la visualización de este diseño el usuario experimenta una combinación de emociones en la que no existe un patrón emocional claro que nos permita determinar que el presente diseño le satisface o no le satisface.

5.2.2- Segunda solución propuesta: Tejido impermeable

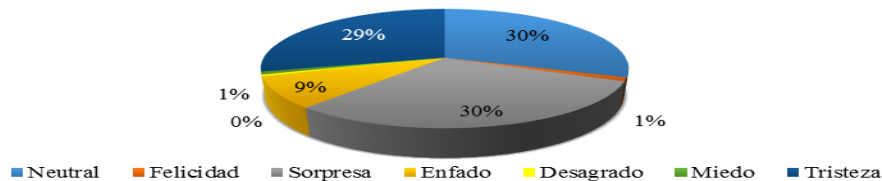
Esta solución es un enganche regulable, universal, con el que el paraguas quedaría acoplado a la silla de ruedas.

Figura 10 Activación emocional del usuario seleccionado en el Soporte Paraguas



El usuario registra un 70% de activación emocional, lo que indica, que este usuario no siente indiferencia frente a la solución propuesta.

Figura 11 Emociones expresadas por el usuario seleccionado en el Soporte Paraguas

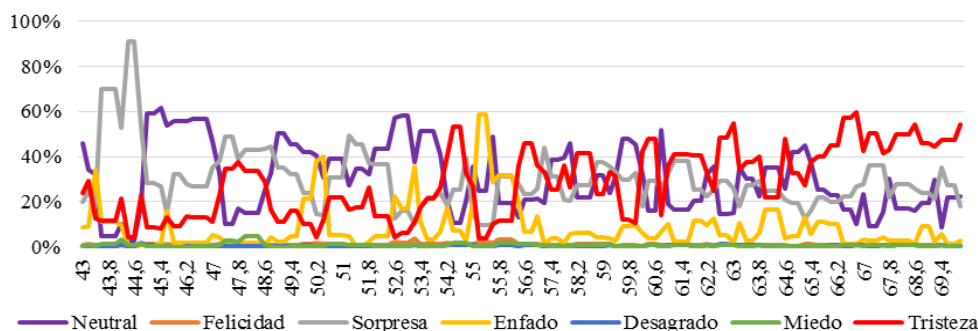


La activación del Soporte Paraguas en el usuario viene determinada por la sorpresa (30%) combinada con tristeza (29%). La sorpresa conlleva a interpretar que es una solución en la

M^a Dolors Puig Martí
Adelina Bolta Escolano

que podía no haber pensado y le sorprende; sin embargo, esta emoción junto con un alto porcentaje medio de tristeza hace pensar que probablemente, no sea su solución ideal.

Figura 12 Emociones expresadas por el usuario en el Soporte Paraguas

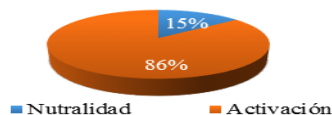


La principal emoción percibida es la sorpresa combinada con tristeza., que junto al bajo nivel de felicidad percibido impide concluir que el diseño satisfaga los deseos del usuario.

5.2.3- Tercera solución propuesta: Capota transparente

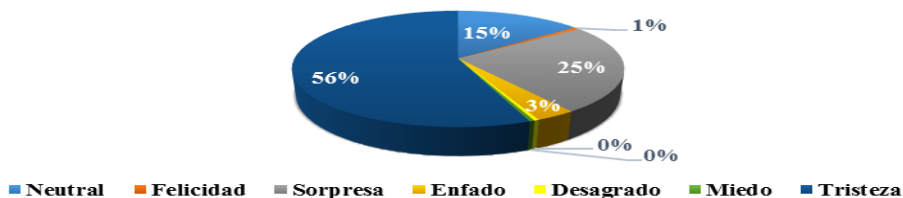
La tercera solución propuesta, consiste en el diseño de un techo para la silla con el cual el usuario queda cubierto totalmente, es similar a la que el usuario verbalizó en el cuestionario como mejor método para resguardarse de la lluvia.

Figura 13 Activación emocional del usuario seleccionado en el Capota Transparente



Esta solución provoca en el usuario una mayor activación emocional en comparación con el resto de soluciones.

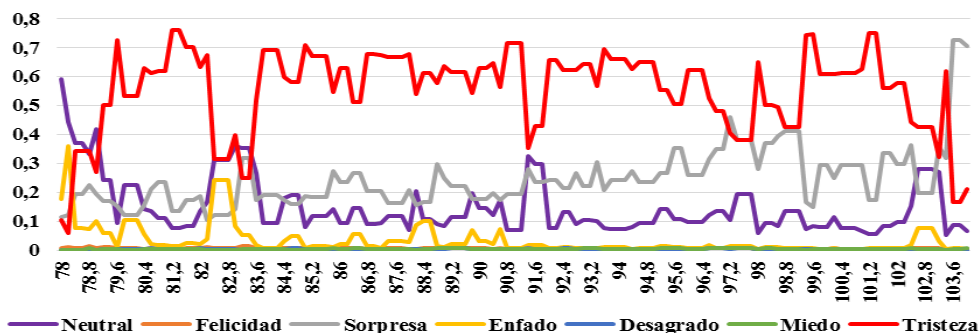
Figura 14 Emociones expresadas por el usuario seleccionado en la Capota Transparente



La activación emocional del usuario al visualizar esta solución vino determinada por el predominio de la tristeza (56%), combinada con un 25% de sorpresa.

Metodología “Emotion Reserch LAB” en diseño de objeto para resguardar de la lluvia a usuarios en silla de ruedas

Figura 15 Emocines expresadas del usuario en la Capota Transparente



Como se observa en la figura 15, el usuario percibe un predominio de niveles elevados de tristeza, probablemente debido a que aunque, es la solución que el usuario cree que es la mejor opción para resguardarse de la lluvia, el diseño no es exactamente de su agrado, por lo que debería hacerse alguna modificación en éste.

6- Analisis de los datos

Previamente al análisis de los datos, se debe explicar que esta metodología ha sido creada de forma que permite ser aplicada a un solo individuo, y así poder adaptar el producto a esa persona en concreto, como a varios usuarios individualmente y así poder mejorar el producto para toda la población en general.

6.1-Encuestas

Hay bastantes usuarios en silla de ruedas que cuando llueve no sale de casa, porque no ha encontrado una forma de resguardarse de su agrado, por tanto, hay una necesidad de diseñar y crear un objeto para resguardarlos de la lluvia. De hecho, aunque el usuario seleccionado, cuando llueve sale con un chubasquero, le gustaría tener un resguardo tipo capota, descapotable, fácil de guardar.

6.2-Videos

Analizando los resultados obtenidos por el usuario elegido, se observa que en el patrón emocional predominan tristeza y sorpresa, en toda la duración del vídeo, por lo que se deberían de revisar las características de los diseños para provocarle más emociones positivas.

El análisis de cada diseño es el siguiente:

- *Diseño de tejido impermeable:* el usuario tiene la percepción dominante de tristeza y enfado, indicando que al ser el método que utiliza para resguardarse de la lluvia, le provoca emociones negativas al conocer las limitaciones de este diseño.

*M^a Dolors Puig Martí
Adelina Bolta Escolano*

- *Diseño de paraguas acoplable:* el usuario presenta sorpresa combinada con tristeza y un bajo nivel de felicidad, interpretándose como que este diseño es un método en el que el usuario podría no haber pensado pero éste no le satisface totalmente.
- *Diseño de capota transparente:* aunque este diseño se asemeja al ideal para resguardarse de la lluvia del usuario, el diseño le provoca tristeza combinada con sorpresa, indicando que no es del todo de su agrado, así que debería rediseñarse.

7. Conclusiones

7.1- Conclusiones de las encuestas realizadas

7.1.1- Datos personales

La muestra participante en esta fase del estudio era variada en cuanto a sexo y edad.

También era variada en cuanto a la edad de comienzo de utilización de la silla de ruedas.

En el estudio todos los usuarios participantes son usuarios de silla de ruedas, teniendo diferentes tipos de diversidad funcional, con diferente origen esta diversidad funcional.

Había usuarios que necesitaban ayuda de una tercera persona, otros que no, otros que la necesitaban la mayoría de las veces y otros algunas veces.

7.1.2- Datos técnicos

Aproximadamente la mitad de los usuarios participantes en el estudio tenía una silla de ruedas manual y de tipo ligera, indicando que el objeto ha de ser lo más ligero posible.

Pocos usuarios que participaron en el estudio tenían handbike acoplable a su silla de ruedas, por lo que el objeto a diseñar debería situarse hacia la parte trasera de la silla.

Aproximadamente la mitad de usuarios tenía una silla plegable, indicando que el objeto deba ser fácil de montar y desmontar.

La mayoría de usuarios poseían reposapiés y asidero en la silla de ruedas, que son dos puntos de agarre para la colocación del objeto diseñado.

7.1.2- Datos específicos del comportamiento

Casi un 13% de los usuarios participantes en el estudio se quedaba en casa un día de lluvia, por tanto hay una necesidad de diseñar y crear un objeto para resguardarlos de la lluvia.

Los usuarios encuestados que sí salían a la calle un día lluvioso, tenían diferentes formas de resguardarse, en las que predominan el impermeable y el paraguas.

Aunque a una gran mayoría de los encuestados no se les ocurre una mejora para resguardarse, aproximadamente un 20% les atraía la idea de las capotas que tienen los carritos de bebé, un 9% les gustaría un objeto que fuera un paraguas acoplable a la silla de ruedas y un 2% prefería un impermeable que cubriera tanto a la silla como al usuario.

Metodología "Emotion Reserch LAB" en diseño de objeto para resguardar de la lluvia a usuarios en silla de ruedas

7.1.3- Datos técnicos específicos para el diseño

El 61'8% de los usuarios participantes en el estudio valoraba mucho que el objeto diseñado fuera ligero, lo que significa que el objeto debe ser lo menos pesado posible.

El 60'7% de los usuarios valoraba mucho que el objeto diseñado fuera de buena calidad y casi la mitad que fuera económico, indicando que se tiene que realizar el objeto con una relación calidad-precio lo mejor posible.

Aproximadamente un 60% de los usuarios que participaron en el estudio valoraba poco o muy poco que el objeto estuviera fijado a la silla de ruedas y más o menos un 70% valoraba mucho o bastante que el objeto se adaptara fácilmente a cualquier silla de ruedas, lo que indica que el usuario quiere un objeto universal para cualquier silla.

Sobre un 90% de los participantes en el estudio, valoraba mucho o bastante que el objeto no produjera ninguna incomodidad una vez montado, indicando que es muy importante que el usuario esté cómodo cuando coloque el objeto en su silla.

Más del 90% de los usuarios valoraba mucho o bastante que el objeto fuera fácil de montar, desmontar y transportar, indicando que el objeto debe cumplir estas características, ya que una gran parte de usuarios en silla de ruedas no depende de ayuda de una tercera persona.

El material a realizar el objeto debía ser resistente ya que aproximadamente un 90% de los usuarios encuestados valoraba mucho o bastante esta característica, además casi un 80% de éstos coincidía en que este material debía ser fácil de lavar.

En cuanto al color del objeto había opiniones diferentes, por lo que sería interesante diseñar el objeto de un material que se pueda encontrar en diferentes colores, así el usuario podría elegir el color que es más de su agrado y así le satisfaga más.

7.2- Conclusiones de los videos mostrados

Los usuarios que salen a la calle cuando llueve perciben un nivel alto de tristeza y de enfado en los tres diseños. Mientras que los usuarios que se quedan en casa perciben un nivel alto de tristeza. Por tanto, ninguno de los tres diseños es totalmente del agrado de los usuarios seleccionados, por lo que deberían someterse a un rediseño y así satisfacerlos más.

7.2.1- Diseño de tejido impermeable

Tanto los usuarios que salían a la calle como los que se quedaban en casa cuando llueve, perciben un alto nivel de enfado y de tristeza, indicando que este diseño no es de su agrado.

Los usuarios que utilizan este método para resguardarse de la lluvia tienen la percepción dominante de emociones negativas, como tristeza, enfado o desagrado, indicando que este diseño no les termina de gustar ya que conocen las limitaciones e inconvenientes de éste.

El resto de usuarios percibe un promedio de tristeza y de enfado elevados junto con un nivel muy bajo de felicidad, indicando que este diseño no es del todo de su agrado, debido a que hay alguna característica que no les gusta.

*M^a Dolors Puig Martí
Adelina Bolta Escolano*

Por tanto, este diseño provoca, en los nueve usuarios seleccionados, un nivel elevado de emociones negativas, indicando que no es del todo de su agrado.

7.2.2- Diseño de paraguas acoplable

Los usuarios que salían a la calle un día lluvioso perciben un elevado nivel de tristeza y enfado, indicando que este diseño no cumple las expectativas de estos usuarios. Mientras que los usuarios que no salen de casa, perciben un alto nivel de tristeza, lo que indica que tampoco les gusta mucho.

Uno de los usuarios utilizaba a veces un paraguas para resguardarse de la lluvia y al visualizar este diseño percibió tristeza, debido a conocer las desventajas de este diseño.

A dos usuarios les gustaría resguardarse de esta forma de la lluvia, pero la tristeza ligada a enfado que perciben indica que el diseño no tiene las características que el usuario esperaba, por lo que se tendrían que revisar algunas de ellas.

El resto de usuarios seleccionados perciben un nivel elevado de tristeza, enfado y desagrado, indicando que este diseño no cumple las expectativas de los usuarios, por lo que se debería de modificar alguna de las características de éste.

Por tanto, los usuarios seleccionados, perciben un alto nivel de emociones negativas, lo que indica que este diseño no es exactamente lo que esperaban.

7.2.3- Diseño de capote transparente

El nivel alto de tristeza, junto a los niveles bajos de felicidad percibidos por los usuarios que salían a la calle cuando llovía, indican que este diseño no es de su agrado. Mientras que los usuarios que se quedaban en casa cuando llueve percibían niveles medios de tristeza, indicando que se debería de rediseñar las características de este diseño.

Para seis usuarios este diseño se asemeja bastante a la forma ideal de resguardarse de la lluvia, pero no satisface sus expectativas ya que perciben niveles altos de enfado, desagrado y de tristeza al visualizar este diseño, así que debería rediseñarse.

El resto de usuarios perciben niveles altos de enfado y tristeza, indicando que el diseño no les acaba de gustar, así que este diseño debería rediseñarse para agradar más a los usuarios.

El elevado nivel de tristeza unido a un nivel bajo de felicidad provocado a los usuarios, indica que este diseño no cumple las expectativas de los usuarios seleccionados.

7.3- Conclusiones generales

Hay una parte de la población de usuarios en silla de ruedas que cuando llueve no sale de casa, debido a que no ha encontrado una forma de resguardarse de su agrado, por tanto, surge el objetivo de este estudio, diseñar y crear un objeto para resguardarlos de la lluvia.

Metodología "Emotion Reserch LAB" en diseño de objeto para resguardar de la lluvia a usuarios en silla de ruedas

Se realiza una investigación para saber la opinión de los usuarios y que características consideran más importantes para que el product les produzca mayor satisfacción, por lo que, se crea un modelo de cuestionario, con la información recogida en éstos se pretende encontrar la solución más eficaz y eficiente según las opiniones y necesidades de los usuarios.

En esta fase del estudio participaron 89 usuarios, de los cuales los que salían a la calle un día lluvioso, tienen diferentes formas de resguardarse de la lluvia, predominando el impermeable y el paraguas.

Aunque la mayoría de los encuestados no se les ocurría una mejora para resguardarse, a los que si se les ocurría algo, coinciden en la idea de las capotas que tienen los carritos de bebé, el paraguas acoplado a la silla de ruedas y un impermeable que cubriera tanto a la silla como al usuario.

Con los resultados de las encuestas realizadas, se han detectado las características del objeto a diseñar que cumple las expectativas del usuario, realizándose tres diseños diferentes.

La segunda fase del estudio, consiste en la aplicación del software de reconocimiento facial de emociones, con la que se pretende percibir la opinión real del usuario.

La emoción predominante percibida en el software de reconocimiento facial es la tristeza, posiblemente debido a que, aunque los diseños estaban inspirados en la demanda de los usuarios encuestados, el diseño no era exactamente como esperaban.

La emoción de sorpresa también se percibe bastante, lo cual se debe a que los usuarios no esperaban encontrarse con los diseños mostrados.

En general, los tres diseños despiertan una activación emocional de aproximadamente un 70% en los usuarios, lo que significa que, aunque se tengan que revisar las características de éstos, ningún diseño le es indiferente a los usuarios.

En el diseño de tejido impermeable, predominan las emociones negativas.

En el segundo diseño, el del soporte para paraguas, se aprecian tramos en los que es mayor el predominio de emociones positivas y tramos en los que sucede lo contrario, lo cual indica que este diseño agrada más que el diseño del tejido impermeable.

En el tercer diseño, el de capota transparente, se aprecia una discontinuidad en el predominio de emociones positivas frente las negativas, indicando que este diseño agrada a los usuarios pero se tiene que modificar alguna característica del diseño, siempre teniendo en cuenta la opinión del usuario.

En resumen, ninguno de los tres diseños propuestos satisface a los usuarios participantes en la segunda fase de la investigación, por lo que se debería de rediseñar las características de todos.

Una vez realizados los datos se procede a su interpretación para detectar los problemas que les hayan surgido a los usuarios y, así, proponer una mejora. Finalmente, se obtiene un objeto tanto ergonómico como estético que cumpla las propiedades que los usuarios necesitan.

*M^a Dolors Puig Martí
Adelina Bolta Escolano*

Referencias

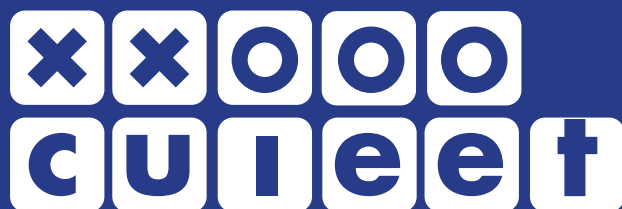
- Adolphs, R. (2002). Recognizing emotion from facial expressions: Psychological and neurological mechanisms. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*, *1*, 21-62.
- Damáso, A. (2010). *El cerebro creo al hombre*.
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition and emotion*, *6*, 169-200.
- Ekman, P. (1994, Marzo). Strong evidence for universals in facial expressions: A reply to Russell's mistaken critique. *Psychological bulletin*, *115*, 268-287
- Ekman, P. (1996). *Por qué no descubrimos a los mentirosos*.
- Ekman, P. (2003, Diciembre). Darwin, deception and facial expressions. *Annals New York academy of science*, *1000*, 205-221.
- España. Ley 11/86, de 20 de marzo, de patentes. *Boletín Oficial del Estado*, 26 de marzo de 1986, núm. 73, pp. 11188-11208.
- España. Ley 11/2003, de 10 de abril, de la Generalitat, sobre el Estatuto de las personas con discapacidad. *Boletín Oficial del Estado*, 22 de mayo de 2003, núm. 122, pp. 19503-19518.
- Keltner, D. (2007). *Evolutionary approaches to emotion*. California: UC Berkeley.
- Morecraft, R. J., Avramov, K., Schroder, C. M., Stilwell-Morecraft, K. S., & Van Hoesen, G. W. (1998). Amygdala connections with the cingulate motor cortex: Preferential innervation of the face representation of M3 (area 24c) in the rhesus monkey. *Society for neuroscience abstract*, *24*, 653.
- Morecraft R. J., Louie J. L., Herrick J. L. and Stilwell-Morecraft K. S. (2001). Cortical innervation of the facial nucleus in the nonhuman primate: A new interpretation of the effects of stroke and related subtotal trauma on the muscles of facial expression. *Brain*, *124*, 176-208.
- Rinn W.E. (1984). The neuropsychology of facial expression: A review of the neurological and psychological mechanism for producing facial expressions. *Psychological bulletin*, *95*, 52-77.

TEMÁTICA 6

INNOVACIÓN

EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS

- Equipos de Innovación y Calidad Educativa (EICE)
- Formación multidisciplinar
- Gestión del proceso de enseñanza-aprendizaje
- Metodologías activas
- Proceso de enseñanza-aprendizaje basado en proyectos
- Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (PIME)



Fomento De La Habilidad De Búsqueda Bibliográfica De Los Alumnos A Traves De Un Proyecto De Innovación Docente.

María del Carmen Mata Montes^a, Demetrio Fuentes Ferrera^b

^aEscuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Universidad de Castilla La Mancha. Maria-Carmen.Mata@uclm.es, ^bEscuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Universidad de Castilla La Mancha. Demetrio.Fuentes@uclm.es.

Abstract

The development of the competences related to the search of information and interpretation of them are difficult at the subjects of study of the Degrees of Engineering. At the School of Mining and Industrial Engineering of Almadén we have designed a Project of Teaching Innovation. It will help the students to improve their abilities to acquire this competence with use of the Castilla La Mancha library resources available and other free resources on Internet. In this Project of Teaching Innovation will participate professors from different areas, staff of the library in the Faculty and a group of students from Mechanical Engineering Degree. The acquisition of the competences will be evaluated by means of the public presentation of a homework. The students who follow the whole the program will be able to get one credit ECTS.

Keywords: *Data base, Search on Internet, get documented.*

Resumen

El desarrollo de la competencias relativas a la búsqueda de información e interpretación de la misma son, a veces, de difícil desarrollo en algunas de las asignaturas de los Grados de Ingeniería. En la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén se ha diseñado un Proyecto de Innovación Docente que permita ayudar a los alumnos a mejorar la capacidad para adquirir esta competencia haciendo uso de los recursos propios de la biblioteca de la Universidad de Castilla la Mancha y otros recursos disponibles de forma gratuita en la red. En este Proyecto de Innovación Docente participan: profesores de distintas áreas, personal de biblioteca y un grupo de alumnos del Grado de Ingeniería Mecánica de dicho centro. La adquisición de la competencia se evaluará mediante la presentación pública de un trabajo y los alumnos que sigan todo el programa podrán conseguir un crédito ECTS.

Fomento de la habilidad de búsqueda bibliográfica de los alumnos a través de un proyecto de innovación docente

Palabras clave: Bases de Datos, Búsqueda en Internet, documentación.

Introducción

Durante su estancia en los centros de secundaria, el estudiante tiene como únicas referencias bibliográficas al profesor de la materia y al libro de texto oficial. Este panorama cambia totalmente al acceder a la Educación Universitaria, donde el alumno debe hacer frente a la búsqueda de información complementaria de forma autónoma que le ayuden a comprender y superar las materias que cursa.

Estas consultas se producen desde el primer año de ingreso en la Universidad, buscando información adicional para preparar los trabajos y exposiciones de las materias y se va incrementando a medida que se van alcanzando los cursos superiores, hasta llegar al último curso en el que la realización del Trabajo Fin de Grado les va a exigir el uso intenso de múltiples fuentes de consulta e información.

En la Memoria Verifica del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Castilla la Mancha (ANECA, 2010) (en adelante, UCLM), se recogen 22 competencias generales. Algunas de ellas, como la CB3, «Tener capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética», son de difícil desarrollo en las asignaturas de la titulación. Para el correcto desarrollo de esta competencia, independientemente de la titulación, es necesario que: en primer lugar, los alumnos aprendan a buscar documentación específica, y en segundo lugar sean capaces de extraer ideas, reflexiones y conclusiones sobre un determinado tema de búsqueda (Guerra Martín, Lima Serrano, Zambrano Domínguez, & Fernández Rodríguez, 2013).

La búsqueda bibliográfica es una de las capacidades más complejas de desarrollar para los alumnos. Las dificultades que encuentran para llegar a la información que buscan, no es debido a que los alumnos tengan pocas herramientas para realizar búsquedas bibliográficas o documentación investigadora, si no al desconocimiento de estas herramientas (Matus, Menay, Loyola, & Cordero, 2009). Esto les lleva, por ejemplo, a que cuando tienen que abordar un trabajo de investigación en una asignatura (relacionado, o no, con la docencia de dicha asignatura) utilizan cualquier buscador masivo que les proporciona fuentes bibliográficas de dudosa procedencia, que además, incluyen en el trabajo y que pueden inducir a confusiones si, posteriormente, estos trabajos son presentados en el aula a los otros alumnos.

María del Carmen Mata Montes, Demetrio Fuentes Ferrera

Una herramienta interesante para la búsqueda de contenidos científicos específicos son las bases de datos (*Web of Knowledge, TESEO, Dialnet, EBSCO, IEEE, etc.*) (Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, s.f.). El conocimiento de estas bases por parte los alumnos puede, por un lado, ayudar a mejorar la búsqueda de información de fuentes fiables y contrastadas; y por otro lado a introducir a los alumnos en labores investigadoras, con el fin de despertar el interés hacia el descubrimiento de temáticas investigadoras que no saben que se desarrollan en su Escuela o en la Universidad (Talja & Maula, 2003); (Vilar & Zumer, 2005).

Desde la UCLM, y otras universidades se ha tomado conciencia de la necesidad que tienen los alumnos en el manejo de estas herramientas y se están fomentando cursos para la adquisición de dichas habilidades (Ministerio de Educación, Foro RED Alfabetización. Buenas Prácticas., s.f.) (Universidad de Castilla La Mancha, s.f.) (UNED, s.f.) (Martínez, 2013). También están proliferando los cursos online gratuitos como el impartido por la Universitat de Girona (Miriadax, s.f.) dentro de la plataforma Miradax.net en formato MOOC (massive open online course), donde los alumnos aprenden cómo comunicar y divulgar ciencia mediante distintas herramientas, más orientado hacia profesores e investigadores.

Los agentes mejor capacitados para explicar cómo buscar información en un tema determinado son profesores - investigadores de la propia Escuela que pueden proponer trabajos y ejercicios de búsquedas sobre líneas de investigación que ellos conocen o en las que participan.

Por tanto, este Proyecto de Innovación Docente pretende aunar los conocimientos sobre búsqueda de documentación de cada profesor en su área investigadora y/o conocimiento junto con la disposición gratuita de las distintas bases de datos que posee la Biblioteca de la Universidad de Castilla la Mancha, para conseguir alumnos que sean capaces de reunir e interpretar documentos sobre un tema concreto y además que estas destrezas puedan ser utilizadas en el caso de emprender estudios de postgrado (como pueden ser estudios de Máster y Doctorado) en lo que se exige un alto grado de autonomía.

Contexto

La experiencia se pretende desarrollar de forma simultáneamente en los cuatro cursos que componen el Grado de Ingeniería Mecánica en la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de la UCLM (en adelante, EIMIA). Tendrá una duración previsible de nueve meses y formará parte del Proyecto de Innovación Docente. Durante este periodo de tiempo, los alumnos deben realizar diferentes actividades de búsqueda de información relacionadas con con

Fomento de la habilidad de búsqueda bibliográfica de los alumnos a través de un proyecto de innovación docente

cada una de las asignaturas y sus correspondientes tareas, enmarcada cada una de ellas en la asignatura donde se ubica cada actividad.

La experiencia completa se realizará a lo largo del curso 2015/2016, si bien algunas de las actividades que se van a proponer ya se han desarrollado a modo piloto en algunas en alguna de las asignaturas de tercer curso del Grado en Ingeniería Mecánica durante los cursos 2013/2014 y 2014/2015.

Objetivos.

Los objetivos que se pretenden lograr con esta experiencia son:

1. Los estudiantes aprenderán a utilizar diferentes herramientas para búsquedas bibliográficas que les proporciona la biblioteca de la UCLM para realizar labores de investigación y desarrollo de trabajos.
2. Los estudiantes aprenderán a elaborar presentaciones en grupo sobre cada una de las temáticas investigadoras en las que trabajan los profesores participantes del proyecto.
3. Desarrollar unas Jornadas de Aprendizaje donde se pongan en común los trabajos realizados por cada grupo de alumnos y profesor, de tal forma que pueda producirse una retroalimentación hacia alumnos y profesores que enriquezca a todos los agentes involucrados en el proyecto.
4. Fomentar en el desarrollo de las siguientes competencias transversales recogidas en la memoria de verificación del título de grado:
 - CB1. Poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia del campo de estudio.
 - CB3. Tener capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro del área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
 - A5. Haber desarrollado habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
 - A7. Conocimientos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

María del Carmen Mata Montes, Demetrio Fuentes Ferrera

Desarrollo de la experiencia.

Organización e Información a profesores y alumnos

Se programará una reunión inicial con todo el profesorado involucrado en el proyecto en la que se presentará y ajustará la estructura del curso y sobre la que cada profesor participante deberá desarrollar su experiencia. Se contará para ello con la plataforma Moodle de la UCLM como herramienta de apoyo.

Cada profesor añadirá en su asignatura virtualizada en Moodle, un módulo específico que tendrá la misma estructura en todas las asignaturas y en el que se recogerá toda la información que los alumnos matriculados van a necesitar los alumnos para el desarrollo de la experiencia.

Este módulo de Moodle, que se será el mismo para todos los cursos y todos los profesores y en el se recogerán:

- Descripción de la experiencia. En qué consiste, por qué, objetivos, logros que se pueden alcanzar, ventajas futuras, que pueden conseguir, etc.
- Actividades para entrega del trabajo grupal.
- Test online de grado de adquisición de los conocimientos
- Test online de satisfacción con la experiencia.

Uno paso muy importante es que el profesorado integrado en el proyecto tenga total conocimiento de las bases de datos a la que se puede acceder desde el servicio de biblioteca de la UCLM, para lo que se mantendrá una charla informativa con los participantes en las que se expondrán estas herramientas.

Fomento de la habilidad de búsqueda bibliográfica de los alumnos a través de un proyecto de innovación docente

Figura 1 Página del servicio de base datos de la UCLM

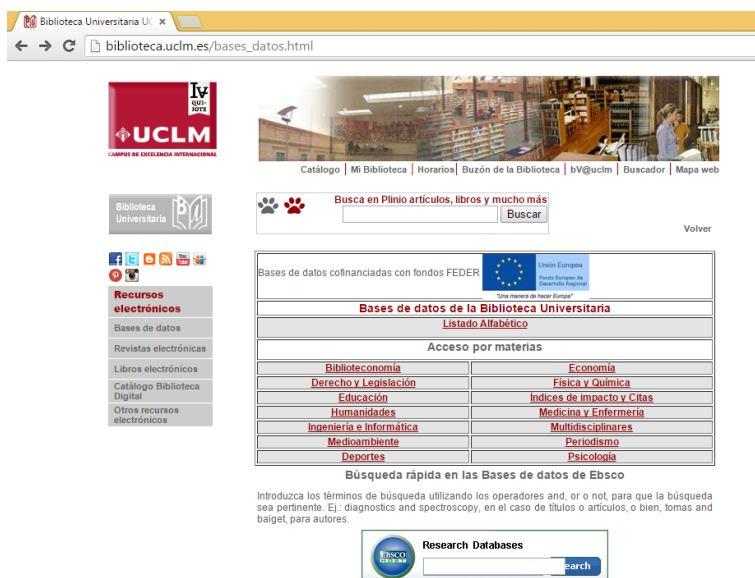
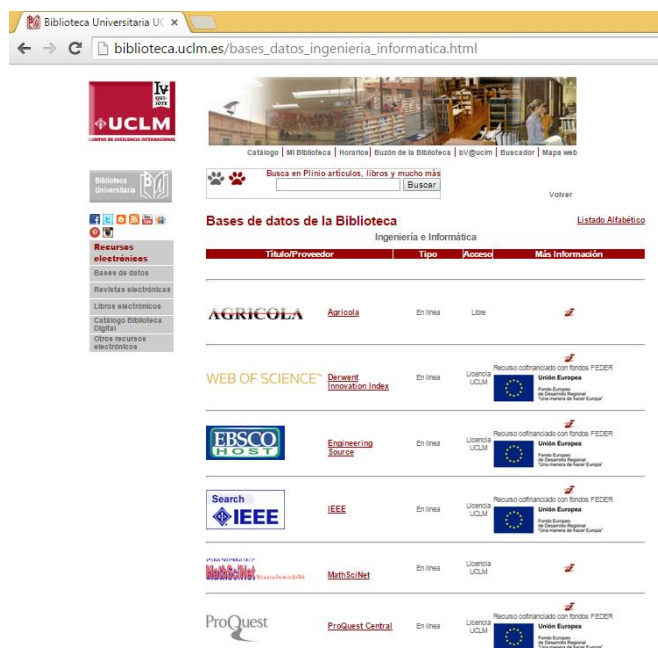


Figura 2 Pagina de base datos en Ingeniería en la biblioteca de la UCLM



María del Carmen Mata Montes, Demetrio Fuentes Ferrera

Información al alumnado:

Una vez que los profesores participantes conocen el plan de trabajo y las actividades planificadas y como se va a interactuar, se debe informar a los alumnos de la titulación sobre la experiencia que se va a desarrollar.

Uno de los riesgos a los que puede enfrentarse en desarrollo del proyecto es la participación de los alumnos. Una forma de incentivar su participación, ya que está no aparece recogida como actividad obligatoria dentro de la Guía Docente, es otorgar un crédito de libre configuración a aquellos alumnos que completen la experiencia de forma satisfactoria.

La actual Normativa para reconocimiento de créditos en estudios de Grado en la UCLM, permite que por participación en actividades universitarias (Anexo 1, apartado 1ª) el estudiante podrá reconocer hasta un crédito por cada 25 horas de actividad. Bajo esta premisa se ha elaborado el plan de trabajo con las correspondientes horas de dedicación para alcanzar este objetivo. editativo de 1 crédito (Universidad de Castilla La Mancha, 2011). En el apartado 4.4. aparecen la distribución de las horas de dedicación del alumno en cada una de las actividades.

Desarrollo del proyecto

Una vez que se ha desarrollado la primera charla informativa a los alumnos presentando el proyecto, se presentarán las actividades a realizar y cada uno de los profesores impartirá una clase teórico-práctica sobre búsqueda en base de datos en cada uno de los cuatro cursos del Grado.

Tras ésta actividad se propondrá en cada grupo, la realización de varios trabajos de búsqueda de información relacionada con la asignatura, empleando los conocimientos adquiridos durante la charla inicial y la clase teórico-práctica. Los alumnos deberán entregar los trabajos via Moodle y posteriormente deberán rellenar los dos test propuestos para poder ser evaluados.

De los alumnos y grupos de alumnos se realizará una selección de aquellos que hayan obtenido mejores resultados y con su colaboración desarrollar una Jornada de Aprendizaje. Esta jornada consistirá en la realización, por parte de cada grupo de trabajo, de una tarea basada en el estudio de artículos de investigación recogidos en una prestigiosa revista para que estudien en grupos de cuatro alumnos, la repercusión del dicho artículo en la comunidad científica y la importancia de los autores dentro de dicha comunidad. Los trabajos realizados serán presentados por los grupos de alumnos al resto de sus compañeros mediante presentación oral.

Fomento de la habilidad de búsqueda bibliográfica de los alumnos a través de un proyecto de innovación docente

Actividades a desarrollar

El proyecto de innovación docente se divide en 9 actividades. De estas, los alumnos deben participar de las actividades 3 a 8.

- Actividad 1. Reunión inicial con el profesorado involucrado para organizar la distribución exacta de las tareas a lo largo del proyecto y definir exactamente los contenidos que se le van proporcionar a los alumnos. Definición de fecha para la Jornada de Aprendizaje
- Actividad 2. Charla explicativa del Servicio de Biblioteca de la UCLM, para explicar a los profesores todas las posibilidades de búsqueda con las bases de datos disponibles en la biblioteca.
- Actividad 3. Charla informativa a los alumnos de toda la titulación sobre el proyecto y la forma de conseguir el crédito de libre configuración.
- Actividad 4. Segundo cuatrimestre. Impartición de clase-teórico práctica .
- Actividad 5. Propuestas de trabajos a los alumnos a través de la plataforma Moodle. Desarrollo de los mismos y entrega. Información via Moodle.
- Actividad 6. Evaluación de resultados. Incluye: evaluación de los trabajos realizados por los alumnos y evaluación del aprendizaje mediante test.
- Actividad 7. Reunión para la formación y selección de grupos de trabajo con alumnos interesados en participar en las Jornadas de Aprendizaje.
- Actividad 8. Organización y desarrollo de la Jornada de Aprendizaje.
- Actividad 9. Elaboración de Memoria Final

Calendario de actividades

Las actividades anteriores se distribuyen según el siguiente calendario desde el mes de Diciembre de 2015 hasta el mes de Junio de 2016, recogido en la Tabla 1. Dentro de cada cuadro definido de color naranja aparece el número de horas que va a dedicar el alumno a dicha actividad.

María del Carmen Mata Montes, Demetrio Fuentes Ferrera

Tabla 1. Cronograma de actividades

Mes	Semana	Actividad								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diciembre	1									
	2	P								
	3									
	4									
Enero	1									
	2		P							
	3									
	4			P/A 2						
Febrero	1				P/A 2					
	2				P/A 2					
	3									
	4					A/2				
Marzo	1					A/2				
	2					A/4				
	3						P			
	4									
Abril	1									
	2						P			
	3							P/A 1		
	4									
Mayo	1								A/4	
	2								A/6	
	3						P			
	4						P			
Junio	1									P
	2									P
	3									P
	4									P

P = profesores; A = alumnos; tiempo expresado en horas de alumno

Fuente: Elaboración propia

Resultados y conclusiones

Algunas de las actividades que se proponen ya han sido desarrolladas de forma aislada en alguna asignatura. Por ejemplo, las actividades 2, 4, 6 y 8 se han desarrollado dentro de la asignatura de Sistemas y Máquinas de Fluidos de tercer curso del Grado en Ingeniería Mecánica durante los cursos 2013/2014 y 2014/2015.

La acogida de esta experiencia parcial durante estos cursos permite decir que los alumnos se implican la actividad (un 80% de los alumnos matriculados en la asignatura participan) y están interesados por su desarrollo (al menos un 60% realizaron las 4 actividades). En los

Fomento de la habilidad de búsqueda bibliográfica de los alumnos a través de un proyecto de innovación docente

resultados de los test sobre el grado de adquisición de los conocimientos se observa un claro incremento en los conocimientos, respecto a los que ellos reconocían inicialmente. Por otro lado, en los test sobre satisfacción con la experiencia, la gran mayoría afirma que la experiencia ha sido útil y que pondrán utilizar las herramientas aprendidas en un futuro.

Durante estos dos cursos de realización de la experiencia parcial se han realizado 6 Jornadas de Aprendizaje (3 en cada curso), donde los alumnos han expuesto públicamente el trabajo realizado, al resto de compañeros. En estas jornadas se han estudiado un total de 100 artículos relacionados con los contenidos de la asignatura con gran acogida e interés por parte de los alumnos, y también ha servido como pequeño laboratorio para evaluar la repercusión de dicha actividad en los alumnos.

Por todos estos motivos, se espera que al realizar un proyecto de innovación docente donde se puedan incluir a más cursos, más alumnos y más materias, se consiga una mayor repercusión posible.

Referencias

- ANECA. (2010). *Memoria de Verificación Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Castilla La Mancha*. Madrid: ANECA.
- Guerra Martín, M., Lima Serrano, M., Zambrano Domínguez, E., & Fernández Rodríguez, V. (2013). *Evaluación de una intervención sobre búsquedas de información científica para estudiantes de enfermería*. Texto Contexto.
- Martínez, L. (2013). *Cómo buscar y usar información científica: Guía para Estudiantes Universitarios*. Santander: Universidad de Cantabria.
- Matus, G., Menay, P., Loyola, E., & Cordero, I. (2009). XIV Conferencia Internaional de Bibliotecología. *Las bases de Datos van a Clases*. Santiago de Chile.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deportes. (2015). *Foro RED Alfabetización. Buenas Prácticas*. Recuperado el 11 de 05 de 2015, de http://www.alfared.org/ficha_buenas_practicas_bu/1225
- Ministerio de Educación, Cultura y Deportes. (s.f.). *Bases de Datos*. Recuperado el 11 de 05 de 2015, de <http://www.mecd.gob.es/biblioteca-central/recursos-electronicos/bases-datos.html>
- Miriadax. (s.f.). *Curso Investigación científica 2.0.1: procesos clave en una sociedad digital*. Recuperado el 11 de 05 de 2015, de https://www.miriadax.net/web/sociedad_digital
- Talja, S., & Maula, H. (2003). Reasons for the use and non-use of electronic journals and databases: a domain analytic study in four scholarly disciplines. *Journal of Documentation*, 59(6), 673-691.
- UNED. (s.f.). *Curso Recursos para la enseñanza-aprendizaje, búsqueda, catalogación, interpretación y usos*. Recuperado el 11 de 05 de 2015, de <http://extension.uned.es/actividad/4870>
- Universidad de Castilla La Mancha. (5 de Octubre de 2011). Normativa para el reconocimiento de créditos en estudios de grado por la participación en actividades universitarias, culturales,

María del Carmen Mata Montes, Demetrio Fuentes Ferrera

deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación en la Universidad de Castilla La Mancha. Consejo de Gobierno UCLM.

Universidad de Castilla La Mancha. (s.f.). *Curso en línea de Biblioteca: Aprendizaje en la búsqueda y el uso de información*. Recuperado el 11 de 05 de 2015, de http://www.uclm.es/actividades/evento.aspx?id_evento=5589

Vilar, P., & Zumer, M. (2005). Comparison and evaluation of the user interfaces of e-journals. *Journal of Documentation*(61), 203-227.

Uso de Matlab para resolución de problemas, orientado al fomento del aprendizaje reflexivo en la Enseñanza de la Ingeniería

J. L. Vicéns Moltó^a, B. Zamora Parra^b, D. Ojados González^c

E.T.S. Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica de Cartagena

Doctor Fleming s/n, 30202 Cartagena

^a agricol@msn.com, ^b blas.zamora@upct.es, ^c lola.ojados@sait.upct.es

Abstract

This paper presents a teaching use of Matlab for solving engineering problems, which produces three effects on the student. First, the searching of a concrete solution is changed by the modeling of the problem. Second, a reflection on their theoretical knowledge is encouraged. Third, the motivation for an autonomous learning of Matlab is increased, taking into account the clear interest of this tool in the teaching-learning process in Engineering.

Keywords: *Matlab, Engineering Teaching, Reflexive Learning, Problem Solving*

Este trabajo presenta una actuación docente en la que el uso de Matlab para la resolución de problemas ingenieriles produce tres efectos en el alumno. Uno, muta la búsqueda de una solución concreta por la modelización del problema. Dos, propicia la reflexión sobre sus conocimientos teóricos. Tres, fomenta la motivación para el aprendizaje autónomo de Matlab, de innegable interés en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Ingeniería.

Palabras clave: *Matlab, Enseñanza de la Ingeniería, Aprendizaje Reflexivo, Resolución de Problemas*

1. Introducción

Este trabajo explica el desarrollo y las conclusiones más relevantes de unas *Jornadas* impartidas en el Servicio de Apoyo a la Investigación Tecnológica (SAIT) de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), con el título “*Uso de Matlab para resolución de problemas como fomento del aprendizaje reflexivo en la Enseñanza de la Ingeniería*”. Estas *Jor-*

Uso de Matlab para resolución de problemas, orientado al fomento del aprendizaje reflexivo en la Enseñanza de la Ingeniería

nadas se dirigen a alumnos de Grado y Posgrado con un perfil industrial, no tienen carácter curricular por sus contenidos, y por tanto no ofrecen convalidación de créditos.

1.1. Motivación

1. El manejo de un lenguaje computacional o de programación es conveniente, e incluso necesario para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Ingeniería. Esta necesidad se acentúa al centrarse el progreso académico en el entorno cognitivo, en el que el manejo de las ecuaciones diferenciales, ordinarias y en derivadas parciales, resulta indispensable para un aprendizaje significativo.

2. El ejercicio de esta habilidad competencial puede aumentar el grado de homogeneidad de nuestros alumnos en comparación con otros de Universidades y Escuelas de Ingeniería europeas y norteamericanas, propiciando la permeabilidad de contenidos.

3. Se han registrado diversos intentos fallidos de aprendizaje de Matlab en materias curriculares, probablemente como consecuencia de errores metodológicos. La razón última puede consistir en no anclar la motivación de este aprendizaje en conocimientos significativos ya detentados por los alumnos, introduciendo Matlab como un ente autónomo puramente instrumental y, por lo tanto vacío y consumidor de tiempo crediticio sin rendimiento.

4. La observación del hecho de que en los exámenes y en las prácticas de resolución de problemas la mayor parte del tiempo se invierte en cálculos aritméticos irrecuperables utilizando calculadoras manuales, hace que estas actuaciones sean volátiles. En efecto, se suele asignar una exigua porción del tiempo al razonamiento teórico, sin sustanciar soportes proclives al conocimiento reflexivo.

5. En este sentido merece la pena analizar la prohibición expresa del uso de calculadoras programables en los exámenes, desincentivando su utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje, al quedar excluidas en el proceso evaluador.

6. La exclusividad del cálculo aritmético, que en muchas ocasiones intenta dar una respuesta puntual al caso puntual en un problema concreto, orienta al alumno hacia el concretismo limitado en lugar de hacia una visión metacognitiva.

1.2. Objetivos

Los objetivos se resumen en los siguientes puntos:

Ofrecer un acercamiento amistoso al alumno respecto del uso y la utilidad de Matlab, que facilite un proceso de enseñanza-aprendizaje eficiente, así como fomentar en el alumno la motivación para aprender a utilizar esta herramienta, con un carácter autónomo (Vicéns, 2014; Vicéns y Zamora, 2012; Vicéns et al. 2012).

J. L. Vicéns Moltó, B. Zamora Parra, D. Ojados González

Transmitir al alumno la diferencia entre caso y problema, orientándolo a considerar un problema como un caso particular de un modelo, en el que radica el contenido conceptual (Schoenfeld, 2006).

Propiciar la actitud metacognitiva mediante la reflexión sobre la ubicación del problema en el ámbito de definición del modelo (Polya, 1945; Schoenfeld, 2006).

Facilitar el hábito de la utilización de procedimientos numéricos con vistas a su aplicación en el tratamiento de las ecuaciones diferenciales.

1.3. ¿Por qué Matlab?

MATLAB ('MATrix LABoratory', The MathWorks, Inc, 2014) es un lenguaje de programación de cuarta generación con un entorno computacional numérico multi-paradigma, capaz de interconectarse con programas escritos en otro lenguaje, como C, C++, Java, Fortran y Phyton.

MATLAB tiene varias ventajas relevantes:

- Su elemento básico de datos es la matriz, de modo que las operaciones matemáticas que trabajan con matrices están incorporadas de un modo natural al entorno Matlab.
- Efectúa operaciones vectorizadas, consiguiendo un gran ahorro de comandos.
- La salida gráfica está optimizada para una interacción continua entre los cálculos y la representación.
- La sintaxis de muchos comandos es constructivista y admite una verbalización conceptual.
- La incorporación de cajas de herramientas, que son conjuntos de funciones específicas que proporcionan una funcionalidad especializada, es constante.
- Está disponible para los alumnos en muchas Universidades; en este caso, en los ordenadores de salas de estudio de la UPCT.
- Tiene una amplia implantación en Universidades y Escuelas de Ingeniería de todo el mundo. De hecho, la palabra *Matlab* devuelve unos 66.400.000 resultados en el buscador Google en 2015/03/22 (0,47 segundos).
- Existe una amplia red de colaboración e intercambios de conocimientos. La expresión *Matlab discussion* devuelve unos 26.400.000 resultados (0,46 segundos).

También presenta inconvenientes, siendo los más significativos la utilización de una gran cantidad de memoria, dificultando su uso en procesadores lentos. Como muchas otras aplicaciones, opera intermediado por Windows, lo que limita la libre disposición de la CPU.

Uso de Matlab para resolución de problemas, orientado al fomento del aprendizaje reflexivo en la Enseñanza de la Ingeniería

2. Materiales

2.1. Material soporte y material docente

El soporte de la actividad es el Aula de I+D+i del SAIT (UPCT), dotada de proyector de imágenes, ordenadores de sobremesa con el sistema operativo Windows 7, y Matlab versión 2014a, incluyendo las opciones básicas del programa. En cuanto al material docente, no se facilita material previo. Se reparte al alumno al llegar a cada sesión, para que sea descubierto por todos los estudiantes de forma simultánea. Para cada sesión se dispone previamente en el escritorio de cada puesto de trabajo una carpeta con tres subcarpetas. La primera contiene las *rutinitas* (se explica en qué consisten a continuación). La segunda, determinados comandos de resolución. La tercera, los *scripts* mudos.

2.2 Rutinitas

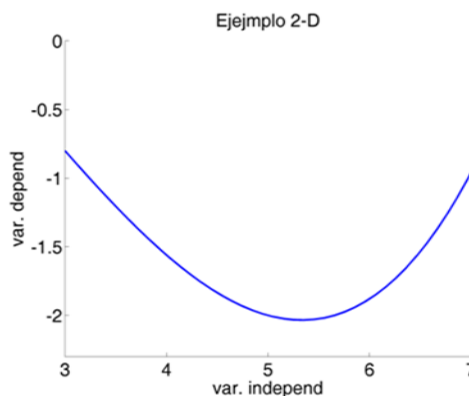
Una rutina es generalmente una serie de instrucciones para un programa de ordenador con la finalidad de llevar a cabo una tarea. En este caso las *rutinitas* son instrucciones para ejecutar una acción unitaria concreta, preferentemente de presentación gráfica de resultados. Las denominamos así para significar su contenido puntual y reducido.

La filosofía de estas rutinitas es la de configurarlas con un aspecto analítico que permita conocer las acciones elementales y visualizar cómo modificarlas, evitando la formulación sintética, apta para expertos pero inadecuada para principiantes por su cercanía metodológica a la caja negra. Esta filosofía pretende facilitar la iniciativa del alumno en la elaboración de respuestas a sus necesidades en la forma de su propia colección de rutinitas, derivada del impulso de aprendizaje autónomo. Véase como ejemplo la Figura 1.

Figura 1. a) Rutinita tipo que configura la gráfica de una función. b) Aplicación de la rutina de todas las instrucciones que la constituyen.

```
figure(1)
set(gcf,'color','white');axis off; axes('fontsize',18)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Representación gráfica función 2-D
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
h1=plot(x,y)
% set(h1,'LineStyle','-')
% set(h1,'Color','b')
% set(h1,'LineWidth',1.5)
% xlim([xx,xx]);
% ylim([ yy,yy]);
% xlabel('xxxxx'); ylabel('yyyyy');
% title('xxxxxxxxx');
% box off
% grid off
```

a)



b)

J. L. Vicéns Moltó, B. Zamora Parra, D. Ojados González

Las rutinitas tienen como misión:

- Acotar y ordenar actuaciones para un aprendizaje secuencial.
- Reducir el tecleo innecesario, ya que alcanzar en cada ocasión un teclado completo y correcto de todos los alumnos puede suponer un consumo excesivo de tiempo.
- Facilitar elementos sencillos para su aplicación y combinación por parte del alumno en el aula.
- Fomentar y sugerir al alumno la creación de una biblioteca propia a partir de las rutinitas facilitadas.

El alumno encuentra en el escritorio de su ordenador una carpeta con las rutinitas a emplear. Vienen presentadas como ficheros de texto *.txt*, de modo que con la acción de copiar y pegar, se pueden insertar en cualquier punto del editor de un script. Son editables tanto en el archivo *.txt*, como en el editor del script. El alumno debe adaptar cada vez la rutina a los datos de su problema concreto.

2.3 Comandos de resolución

Los comandos de resolución son rutinitas de carácter especial. Pretenden facilitar el cálculo (de tipo numérico) de algunas operaciones para la resolución de un problema, especialmente cuando el alumno se encuentra al final con expresiones no lineales y de especial complejidad. Previamente, se muestra la creación de una función anónima a partir de una expresión algebraica, siendo sobre esta función sobre la que se aplican las herramientas de solución. En concreto, estas herramientas facilitan el cálculo de las raíces de una ecuación de dos variables, sea lineal o no lineal. Como consecuencia de lo anterior, es posible abordar la solución de un sistema de dos ecuaciones sean éstas lineales o no lineales. Igualmente permiten la determinación de los valores numéricos de una derivada, las coordenadas de un máximo o mínimo en un intervalo de una función, o el valor numérico de la integral de una función en un intervalo definido.

La filosofía de esta actuación se acompaña con enseñar el mínimo número de comandos de resolución. Se trata de que sea el alumno el que más adelante decida seguir avanzando en el aprendizaje de Matlab con carácter autónomo cuando advierta su utilidad, que puede llegar a ser necesidad, concluyendo en motivación para perseverar en ese avance. Los comandos no se introducen hasta que las habilidades previas están plenamente asumidas.

2.4 Script mudo

Un script mudo es un script que desarrolla minuciosamente la aplicación de Matlab a un problema particular, de manera detallada y con abundante explicación intercalada. Su pecu-

Uso de Matlab para resolución de problemas, orientado al fomento del aprendizaje reflexivo en la Enseñanza de la Ingeniería

liaridad de mudez radica en que todas sus líneas están precedidas con el signo %, de modo que son inertes. El alumno abre el script, y va confiriendo actividad a partes del script, borrando ese signo al principio de algunas líneas. Este borrado es dirigido por el profesor, que indica qué líneas convertir en operativas. La acción no es ejecutada por el profesor en el proyector para no distraer al alumno. El profesor pasea entre los ordenadores verificando el buen hacer de los alumnos, respondiendo las dudas e indicando precisiones. Cada bloque de borrado se acompaña de una lectura de las líneas liberadas, una verbalización de la instrucción y una afirmación de la comprensión del concepto que implica. Entonces, y sólo entonces, el alumno ejecuta el script y observa el resultado. Una vez comprendido, se libera otra u otras líneas, y se repite el proceso en pasos unitarios pero completos. Los beneficios de este procedimiento para el alumno son:

- Internaliza la filosofía secuencial de los scripts y su carácter modular y estructurado.
- Conceptualiza y verbaliza las actuaciones puntuales de Matlab.
- Internaliza la línea argumental del script, que equivale a una conceptualización del desarrollo global.

3 Procedimiento. Puesta en práctica

Un principio esencial del proyecto radica en que cada día el alumno debe abandonar el aula con la convicción de que ha aprendido (sabe hacer) algo nuevo y útil que desconocía al iniciar la clase. Si el objetivo se ha cubierto, el alumno acudirá a la siguiente sesión motivado para progresar. En este procedimiento, se hace especial hincapié en la verbalización, orientada a la capacidad de visualización y comprensión de los comandos que integran la actividad con Matlab.

3.1. Componente magistral en la pantalla de proyección

El proyector de imagen se utiliza en continuo exclusivamente para el componente magistral. Este componente, inicial y de mínima duración, tiene como objetivo homogeneizar el nivel conceptual de los alumnos para evitar la excesiva variabilidad de velocidades de aprendizaje, y expone el mínimo de contenidos necesarios.

En el resto del tiempo, jamás se simultanea la proyección con la actividad individual del alumno con su ordenador. Esto tiene una doble finalidad. La primera es soslayar la pérdida de atención del alumno de su propia actuación. La segunda es evitar el síndrome del *ratón enloquecido*, que consiste en que el experto opera en la pantalla de proyección, desplazando su ratón a toda velocidad aplicando un programa, en tanto que el aprendiz forcejea a ciegas intentando seguir la carrera con su propio ratón y pretendiendo mirar al unísono la pantalla de proyección y la pantalla de su ordenador.

J. L. Vicéns Moltó, B. Zamora Parra, D. Ojados González

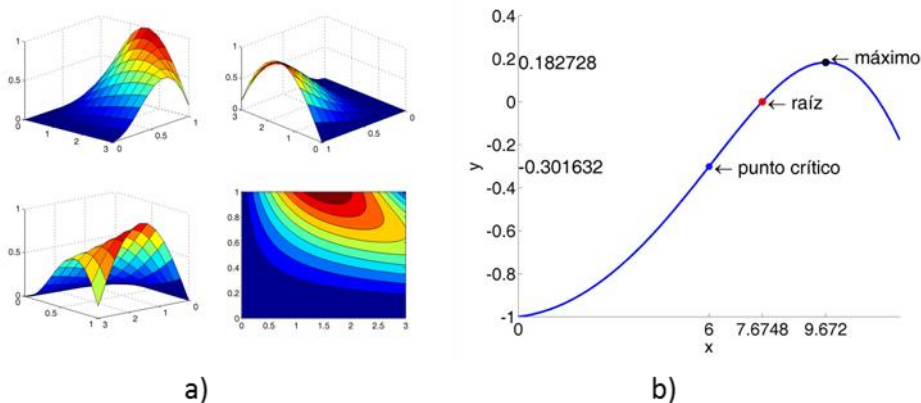
El contenido magistral versa sobre:

- La finalidad de la Jornada no es el aprendizaje de problemas concretos ni el aprendizaje de Matlab como lenguaje computacional.
- La distinción entre caso y problema genérico o modelo.
- El carácter numérico de la habilidad que se pretende transmitir.
- La razón de la exclusión del modo simbólico.
- La exposición de la interface general de Matlab, y de sus ventanas principales, así como la creación de carpeta personal de trabajo.
- Los signos operadores y sintácticos.
- El significado del concepto elemento por elemento o vectorización.
- El énfasis del script respecto del programa.

3.2. Componente activo en pantalla personal

La mayor parte del tiempo transcurre estando el alumno pendiente de la pantalla de su ordenador, estableciendo un vínculo personal con los contenidos. La condición de los alumnos, prácticamente nativos digitales, con agilidad en teclado y en el manejo de ficheros, facilita extraordinariamente la tarea. El componente activo de las Jornadas se ha dividido en cinco unidades de una hora de duración.

Figura 2. a) Manejo tridimensional. b) Complementos de gráficas.



Uso de Matlab para resolución de problemas, orientado al fomento del aprendizaje reflexivo en la Enseñanza de la Ingeniería

Rutinitas iniciales

Son aquellas que disponen las condiciones iniciales de la ventana de comandos y la iconografía del script. Abarcan el encabezamiento, y procuran la limpieza de pantalla, de memoria y el cierre de figuras previas. Permiten los cálculos de algoritmos previamente formulados, y la representación gráfica de funciones en dos dimensiones.

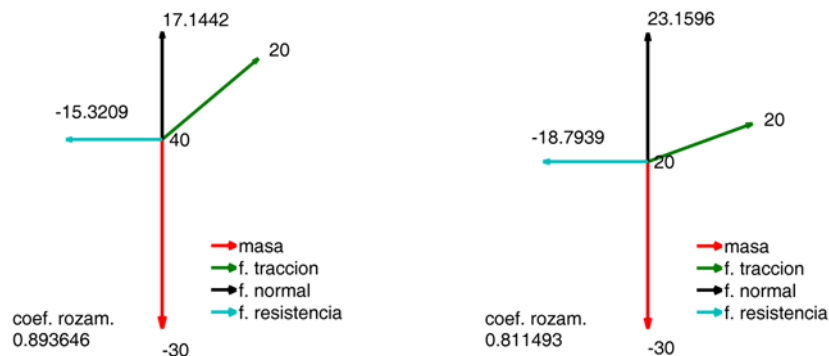
Manejo tridimensional. Complementos de gráficas

Resulta de especial interés para el manejo de algoritmos multivariable, y para convertir una gráfica en una imagen auto explicada susceptible de transmitir mucha información en breve espacio (véase como ejemplo la Figura 2).

Vectores. Importación de imágenes

El tratamiento de vectores y su representación es de interés para multitud de problemas relacionados con el flujo de cualquier magnitud física en la que se manejen entidades vectoriales (Figura 3).

Figura 3. El script de este problema de vectores admite todos los valores iniciales.



Instrucciones de resolución

Como ejemplo de instrucción de resolución, se muestra a continuación la rutina correspondiente a la solución de la integral de una función no lineal.

```
% se define el grado de discretización
n=1000
% se discretiza la variable independiente
x=linspace(0,10,n);
% se escribe la función vectorizada
y=sind(x).*((30.*x.^2).*(exp(-0.3.*x.^2)))-0.5;
% se asocia la función anónima correspondiente: y_anonima=@(x) f(x)
y_anonima = @(x) sind(x).*((30.*x.^2).*(exp(-0.3.*x.^2)))-0.5;
% y se utiliza la instrucción: integral(y_anonima,a,b)
```

J. L. Vicéns Moltó, B. Zamora Parra, D. Ojados González

```
% en donde a y b son los límites de integración, ejemplo 1 y 4
valor_integral=integral(y_anonima,1,4)
%
```

4. Problemas tipo realizados

Los criterios de selección de los problemas a formalizar con Matlab, como último capítulo de las Jornadas, han sido:

- Tipología amplia, con variedad y diversidad, para eludir el obstáculo epistemológico del exceso de reglas.
- Problemas que admitan extensión o generalización con vistas al aprendizaje meta-cognitivo.
- Problemas que resulten familiares para la diversidad de titulación de los alumnos. No tiene sentido implementar una herramienta en un proceso que no esté asumido conceptualmente por todos los alumnos.
- Que permitan elaborar una presentación gráfica atractiva para fomentar la motivación intrínseca en el alumno.
- Que utilicen las rutinitas presentadas de diversas maneras.

El mecanismo es el explicado arriba en los scripts mudos. Y en cada escalón de *liberación* de líneas se producen las correspondientes verbalización y conceptualización antes de proseguir con el paso siguiente. En lo posible, se procura que los escalones de liberación se correspondan con una unidad conceptual identificable en el desarrollo del proceso.

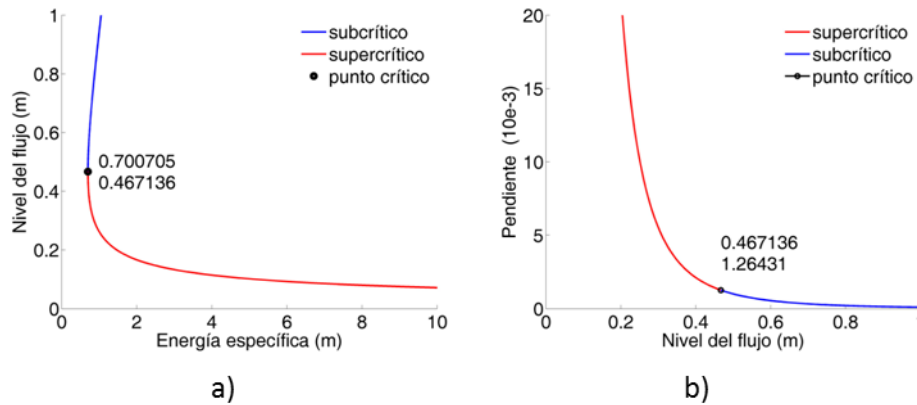
4.1. Flujo en canal abierto

Es un problema frecuente en las Ingenierías Agronómica, Industrial y de Caminos. El enunciado y la resolución se han extraído de un libro de consulta habitual de estas titulaciones, como es *Mecánica de Fluidos*, de Crespo (2006). Refuerza la dualidad de caso y problema. La presentación gráfica de la solución, que se presenta en la Figura 4, posee una carga conceptual triple. En primer lugar, exige diferenciar y caracterizar dos rangos diferentes de una misma magnitud. En segundo lugar, debe enfatizarse un punto específico de dicha magnitud, que separa ambos rangos. Se inserta además un texto numérico en una ubicación automatizada, además de los títulos de los ejes y de una leyenda sin caja.

En último término, el alumno debe ir configurando el contenido gráfico en un ejercicio de reflexión sobre la relevancia y jerarquía de los resultados numéricos obtenidos. Son sus conocimientos teóricos los que van a guiar su presentación. El diseño del gráfico es la expresión de la bondad de la comprensión conceptual del alumno.

Uso de Matlab para resolución de problemas, orientado al fomento del aprendizaje reflexivo en la Enseñanza de la Ingeniería

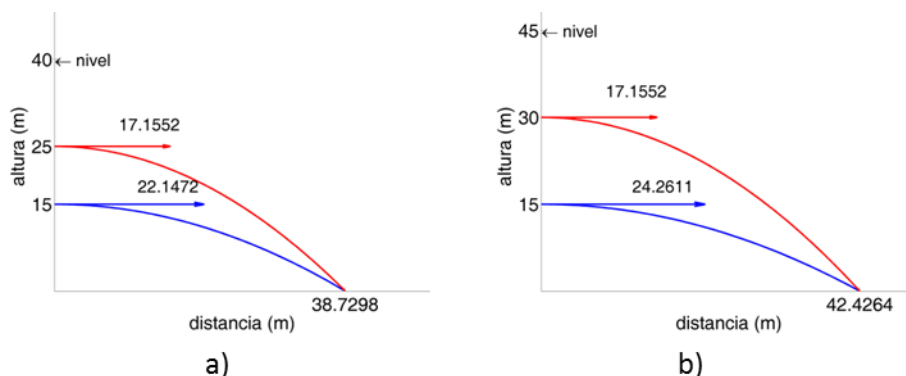
Figura 4. Iconografía del problema relativo al flujo en un canal abierto. a) Nivel del flujo respecto a la energía. b) Relación entre pendiente y nivel del flujo.



4.2. Depósito con dos orificios laterales

Se trata de un problema afín a casi todas las titulaciones. El enunciado es un clásico de Volkenshtein (1976). Enfatiza el carácter de programa abierto del script, propiciando el tanteo y la verificación del comportamiento del modelo por parte del alumno, que comprueba que mantener una proporción constante entre los valores de las alturas de los orificios y los niveles de la superficie libre del fluido, produce que el alcance de los dos chorros sea idéntico en todos los casos (Figura 5).

Figura 5. Iconografía del problema del depósito a nivel constante con dos orificios laterales. a) y b) presentan alturas diferentes de nivel y orificios



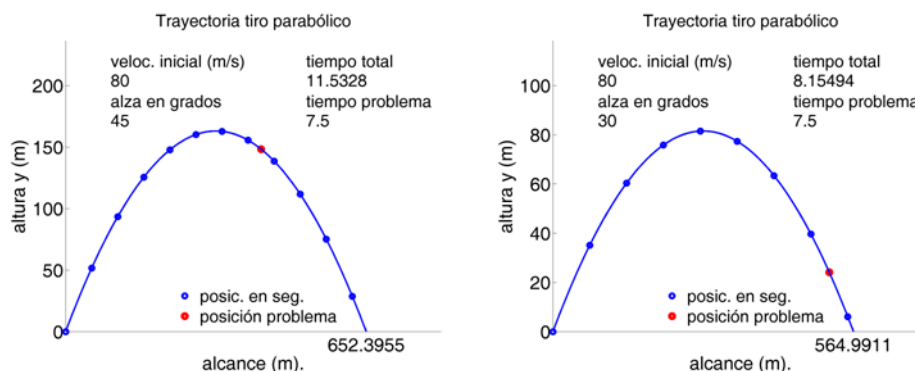
J. L. Vicéns Moltó, B. Zamora Parra, D. Ojados González

La presentación gráfica de la solución del problema requiere la representación vectorial acompañando a las magnitudes vectoriales, fomentando en el alumno la actitud expectante ante la coexistencia de magnitudes escalares y vectoriales en un proceso. Igualmente, se hace precisa la inserción de un texto numérico acompañando al extremo de cada vector, y la *flecha izquierda* como opción de énfasis de un punto. Finalmente, se lleva a cabo la personalización de los valores visibles en los ejes para enfatizar los valores significativos del problema, tanto de los datos como de la solución.

4.3. Tiro parabólico

Es un problema común en Física General de todas las titulaciones (Serway y Jewett, 2008), siendo un ejemplo típico de problema con ecuaciones paramétricas. El graficado de este problema implica utilizar casi todas las instrucciones de grafismo en dos dimensiones, tanto de puntos geométricos, como de opciones de texto y leyenda (Figura 6). En este caso, el propósito es sintetizar en la imagen toda la información tanto de los datos iniciales, como de las diversas soluciones (posición en un momento dado, discretización por intervalos de tiempo, alcance), de modo que la imagen supla la entrega tradicional de la solución del problema. Admite múltiples variaciones para que el alumno plasme su idea gráfica personal.

Figura 6 Iconografía del problema del proyectil con trayectoria parabólica.



4.4. Calentamiento de una placa

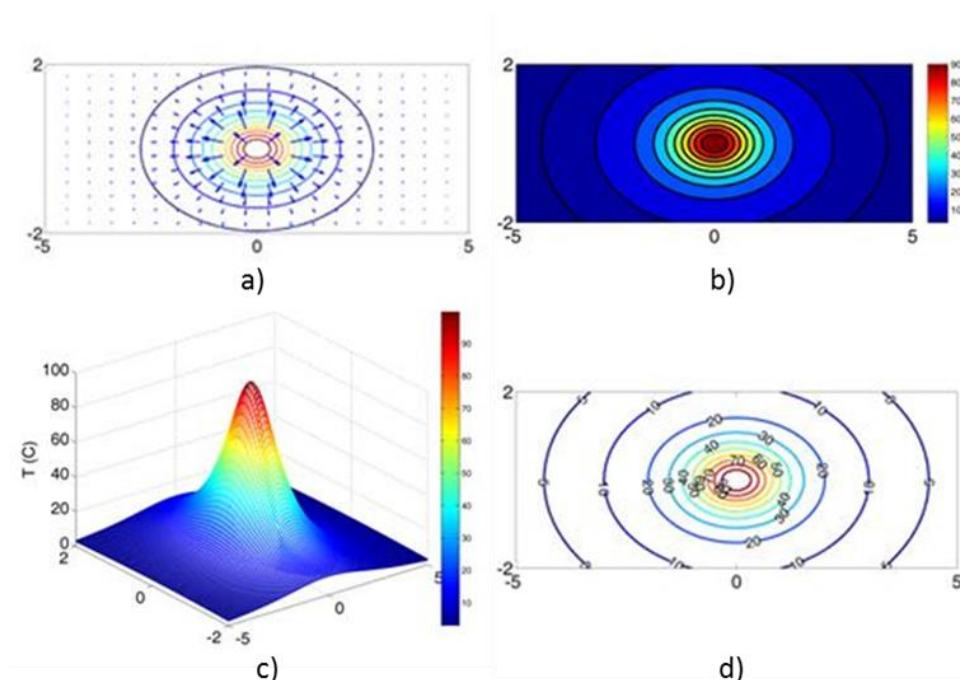
Es un problema de cierta complejidad conceptual (no necesariamente instrumental), ya que implica manejar la representación bidimensional y la representación tridimensional correspondientes a un mismo fenómeno (Figura 7, que corresponde al enunciado extraído de Stewart, 2002).

Uso de Matlab para resolución de problemas, orientado al fomento del aprendizaje reflexivo en la Enseñanza de la Ingeniería

Por un lado, el alumno asume el grafismo en dos dimensiones asociado al tridimensional, como es el caso de la correspondencia entre las curvas de nivel descriptivas de una función escalar de tres variables, respecto a la representación de la propia función. Y por otro, advierte la correspondencia de ese grafismo bidimensional de las curvas de nivel (escalares) con la naturaleza del gradiente (vectorial) que se corresponde con dichas curvas de nivel. El alumno visualiza la correspondencia entre un campo escalar y un campo vectorial. Maneja así diversas ideas conceptuales centradas en un mismo suceso.

El problema se completa con la representación tridimensional (plot3, mesh o surf, a elección del criterio del alumno), así como con el cálculo del gradiente y la representación de una función vectorial. Se recomienda el uso de *contour* (curvas de nivel) con diversas opciones, así como el etiquetado numérico de las curvas según su criterio.

Figura 7. Iconografía del problema del calentamiento de una placa por el centro. a) Curvas de nivel térmico y vectores del gradiente térmico. b) Curvas de nivel por colores. c) Grafismo tridimensional de la temperatura. d) Curvas de nivel con etiquetas de valores.



Conclusiones

En la actuación docente que se presenta, se produce un acercamiento amistoso a Matlab mediante el *uso y disfrute* de sus ventajas sin el preliminar farragoso que suele acompañar su aprendizaje.

J. L. Vicéns Moltó, B. Zamora Parra, D. Ojados González

Se ha verificado que los alumnos incorporan de inmediato el uso de Matlab a sus necesidades habituales (proyectos, prácticas de laboratorio, presentación de problemas, etc.), incluso a partir del primer día de la actividad propuesta.

La introducción de Matlab como respuesta a necesidades reales del alumno, fomenta el aprendizaje autónomo de esta herramienta, sin consumir créditos curriculares.

La asimilación, tanto de lo que es el modelo, como de lo que constituye la resolución de un problema, así como de la conexión entre ambos, conduce a la revisión mental de la teoría que genera el modelo, en un ejercicio de reflexión sobre los conocimientos de la *teoría*, de indudable interés formativo.

En resumen, los autores creen que la actuación docente que se presenta puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Ingeniería de manera significativa.

Referencias

- Crespo, A., (2006). *Mecánica de Fluidos*. Paraninfo-Thompson. 728 pp.
- Polya, G. (1945). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton University Press. 288 pp.
- Schoenfeld, A. H. (2006). *Method*, in Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. MacMillan. 1324 pp.
- Serway, R. A., Jewett, J.W. (2008). *Física*, Vol. I, McGraw-Hill, 640 pp.
- Stewart, J. (2002). *Cálculo Multivariable*. Thomson-Learning, 595 pp.
- The MathWorks, Inc. *MATLAB®*. (2014). *Primer*. March 2014. Revised for Version 8.3 (Release 2014a).
- The MathWorks, Inc. *MATLAB®*. (2014). *Graphic*. March 2014. Revised for Version 8.3 (Release 2014a).
- The MathWorks, Inc. *MATLAB®*. (2014). *3-D. Visualization*. March 2014. Revised for Version 8.3 (Release 2014a).
- Vicéns, J. L. (2014). *Propuesta docente de un método gráfico de simulación de reactores de pistón, usando Matlab, asistido por el Tutor Facilitador y la Verbalización*. II Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química. Valencia (España).
- Vicéns, J. L., Zamora, B. (2012). *A Teaching-Learning Method Based on CFD Assisted With Matlab Programming for Hydraulic Machinery Courses*, Computer Applications in Engineering Education, Vol. 22, pp. 630-638.
- Vicéns J. L., Zamora, B, Kaiser, A.S. (2012). *Procedimiento didáctico para el análisis de los difusores en las turbinas hidráulicas, mediante la utilización de Matlab y de herramientas CFD*. XIX Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica. Castellón (España).
- Volkenshtein, V.S. (1976). *Problemas de física general*. Mir. 409 pp.

Estudios previos sobre doble titulación en Ingeniería Mecánica y Administración de Empresas

Inmaculada Guaita Pradas^a, Bernabé Marí Soucase^b y Enrique Ballester Sarrias^c

^aDepartamento de Economía y Ciencias Sociales, Universitat Politècnica de València, (iguaita@upvnet.upv.es), ^bDepartamento de Física Aplicada - Instituto de Diseño para la Fabricación y Producción Automatizada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València (bmari@fis.upv.es) e ^cInstituto de Diseño para la Fabricación y Producción Automatizada - Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València, (eballest@isa.upv.es).

Abstract

Companies require to workers more competences to deal with the global market. The university must train its graduates to meet these demands. Within this laboral framework it is proposed a double degree in Mechanical Engineering and Business Administration, so students, that reaches this academic qualification, will receive technical competences in Mechanical Engineering and economic competences in Business Administration. Our study is based on demand of skills and capabilities that companies make to recruited professionals.

Keywords: *Doble degree, Mechanical Engineering, Business Administration, professional competence.*

Resumen

Las empresas exigen a los trabajadores mas competencias que permitan afrontar la globalidad de los mercados. La universidad debe de formar a sus egresados para satisfacer esta demanda. En este marco laboral se propone en este trabajo un doble grado en Ingeniería Mecánica y Administración y Dirección de Empresas, de forma que los alumnos que alcancen esta titulación academica tengan las competecias técnicas que proporciona el grado en Ingeniería Mecánica y las competencias económicas del grado en Administración y Dirección de Empresas. Nuestro estudio se basa en la demanda de competencias y capacidades que las empresas hacen a los profesionales contratados.

Estudios previos sobre doble titulación en Ingeniería Mecánica y Administración de Empresas

Palabras clave: *Doble titulación, Ingeniería Mecánica, Administración y Dirección de Empresas, Competencias.*

Introducción

La educación universitaria debe garantizar una oferta de trabajadores bien preparados para responder a la demanda del mercado de trabajo. En este sentido, la reforma de los planes de estudio del Espacio Europeo de Educación (EEES) Superior o el Plan Bolonia apuntan al logro de esos objetivos. Así, las Universidades a través de sus Escuelas y Facultades también tienen su cometido y un rol imprescindible para potenciar el conocimiento y las habilidades de sus egresados, y para aumentar su empleabilidad y su inserción laboral.

Para cumplir este objetivo, un elemento clave es saber las condiciones y aptitudes que las empresas demandan a los titulados universitarios. Heije, Meng y Ris (2003) en su estudio concluyen que las empresas demandan conocimientos teóricos y prácticos adecuados a su campo; acompañados de habilidades y competencias para el desarrollo de las actividades laborales. Los autores también muestran que la velocidad a la que los graduados y egresados aprenden a desarrollar su trabajo depende del nivel y tipo de competencias adquiridas en la educación universitaria.

Martín del Peso (2013) en su estudio realizado para la Comunidad de Madrid destaca la demanda de las cualificaciones de las empresas respecto a las herramientas informáticas en el área de los egresados y las capacidades para adquirir nuevos conocimientos o para trabajar en equipo. Estos resultados también se ajustan a los estudios de “Careers After Higher Education Graduation, a European Research Study” (CHEERS)¹ o ANECA (2009) donde se añaden cualificaciones profesionales que se exigen a los egresados relacionadas con la capacidad de usar el tiempo de forma eficiente o de rendir bajo presión, y la habilidad para encontrar nuevas ideas y soluciones.

Las universidades deben diseñar sus planes de estudio adaptándose a las condiciones y aptitudes que las empresas demandan a los titulados universitarios; así, los mencionados planes deben tener en cuenta no solo todo el acervo del conocimiento propuesto por los académicos, sino también las cualidades profesionales que proponen los empleadores.

Los estudios de Ingeniería son muy demandados por los estudiantes, entre otros por la salidas profesionales que ofrecen. En un mercado con mayor competitividad, la adquisición de nuevas competencias profesionales mejoran la empleabilidad de los egresados. Las competencias adicionales más demandadas para los ingenieros son las relacionadas con la dirección y gestión de sus proyectos. Es así que nuestra propuesta se fundamenta en una doble titulación para el grado de Ingeniería Mecánica con el grado en Administración y

¹ http://www.uni-kassel.de/wz1/TSEREGS/goals_e.htm

Autores

Dirección de Empresas (ADE). Las competencias adicionales que proporciona el grado en ADE están relacionadas con la colocación y/o aplicación de los proyectos diseñados por los graduados en Ingeniería Mecánica en los mercados, la venta de los proyectos, la producción de los diseños y las líneas de producción. Con la doble titulación los egresados en Ingeniería Mecánica y ADE puede desenvolverse en su actividad laboral conjugando la vertiente técnica y la económica, de forma que las decisiones que adopten ayuden a mejorar la eficiencia de la empresa.

Competencias demandas por las empresas a los graduados

Martinez del Peso, (2006) señala que las competencias, capacidades y habilidades que las empresas demandan a los egresados destacan la capacidad para usar el tiempo de forma eficiente, la capacidad de rendir bajo presión y la habilidad para encontrar nuevas ideas y soluciones. Las competencias vienen dadas por cada una de las titulaciones

A todas las ingenierías (excepto a la Ingeniería Informática) se les pide tener competencias en el diseño, ejecución y dirección de proyectos. Según Hernández March (2009) los egresados no alcanzan las expectativas que las empresas les demandan en todas las áreas, y destacan un déficit en los conocimientos prácticos y un superávit en los teóricos; así como una falta de capacidad para negociar de forma eficaz y de liderazgo.

Al graduado ideal se le piden conocimientos sólidos y básicos de su titulación y conocimientos adquiridos en la práctica de la titulación. No se debe olvidar la demanda de idiomas para los egresados, sobre todo la lengua inglesa. Aunque un valor inherente para los empleadores es la motivación y la capacidad de aprendizaje.

Los debates sobre el sistema formativo se centran sobre todo en la utilización de nuevas tecnologías y nuevas metodologías. Hannan y Silver (2005) destacan de la innovación en la universidad la transferencia del conocimiento y la transformación del sistema educativo; aunque subrayan que la universidad también debe formar personas para generar cambios.

Martín del Peso (2013) en su estudio respecto al “titulado ideal” destaca el alto nivel de demanda de las empresas para los egresados contratados de conocimientos a nivel medio y avanzado de inglés, junto con la realización de prácticas, y la motivación personal.

Se dan algunos efectos negativos del desempleo en los graduados que en profesiones con menor cualificación profesional no se dan (Schmelzer, 2011); como es la pérdida o devaluación de las habilidades y talentos adquiridos en los estudios de graduación. La consecuencia es que muchos graduados están dispuestos a aceptar trabajos para los que están sobrecualificados, el resultado es un impacto negativo tanto en las futuras rentas de los graduados como en sus desarrollo profesional futuro. Estos factores, indican la importancia de que los graduados desarrollen adecuadamente sus competencias profesionales y reviertan a la sociedad la inversión que se ha realizado en su formación.

Estudios previos sobre doble titulación en Ingeniería Mecánica y Administración de Empresas

Un aspecto que destacan los estudios sobre las competencias de los egresados son las habilidades y conocimientos relacionados con el análisis de la rentabilidad y la eficiencia económica de proyectos e inversiones que se proyectan en los estudios de ingeniería, así como la comprensión y conocimiento de los mercados. Estas capacidades proporcionan a los egresados aptitudes y conocimientos adicionales que mejoren su empleabilidad al tiempo que las empresas puedan obtener mejoras en la eficiencia de sus empleados.

La universidad también tiene un rol para el fomento del empleo de sus egresados en trabajos adecuados a su formación, y realizando una oferta formativa que atienda la demanda de las empresas.

Estudios de doble grado en la universidad española

En la actualidad existen multitud de dobles grados en las universidades españolas. Todas las dobles titulaciones de grado se pueden encontrar en la web del Ministerio de Educación Cultura y Deporte² (consultado el 25/05/2015). El grado de Administración y dirección de empresas aparece como doble titulación con grados de prácticamente todas las especialidades, los más frecuentes son con el grado en Derecho se puede estudiar en 8 universidades, y con el grado en ingeniería informática en 6. Pero a excepción de los grados en educación e infantil (con todas sus variantes) y los grados relacionados con el estudio de las lenguas o la historia, el grado en ADE se puede estudiar con la mayor parte de grados: Publicidad, Turismo, Marketing, Matemáticas, Economía, Relaciones laborales y con muchas Ingenierías. En particular el grado de ADE aparece como doble titulación asociado a la Ingeniería de Sistemas Audiovisuales, Ingeniería de Sistemas de Información, Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación, Ingeniería de Electrónica Industrial y Automática, Ingeniería Informática, Ingeniería Telecomática e Ingeniería en Construcciones Civiles. Sin embargo no existe ninguna doble titulación con Ingeniería Mecánica ni con Ingeniería en Tecnologías Aeroespaciales.

Solo la Universidad Europea de Madrid propone un doble grado de Ingeniería Mecánica con dirección y creación de empresas con una duración de 6 cursos. Esta es una universidad privada. En este contexto pensamos que la universidad pública debe apostar por presentar su oferta formativa.

Ya es un hecho en la Universitat Poliècnica de València la formación de dobles grados; a destacar es que de los tres dobles titulaciones ofrecidas, todas ellas tienen en común la formación de ADE, y dos son con ingenierías: informática, tecnologías y servicios de telecomunicación y una con turismo. La puesta en marcha de otros dobles grados, puede proporcionar a la universidad la formación de egresados que faciliten a las empresas una for-

² <https://www.educacion.gob.es/notasdecorte/compBdDo;jsessionid=4421EE6998F78E0F6CC1161C78C9859C>

Autores

mación integral, y a los futuros egresados una oferta académica que les mejore su posición en el mercado de trabajo, dotándole de competencias y cualificaciones que les hagan mas competitivo.

Propuesta doble grado en Ingeniería Mecánica y ADE

La propuesta de plan de estudios para la doble titulación Ingeniería Mecánica y Administración y Dirección de Empresas se hace en cinco cursos académicos. El número mínimo de créditos necesario para albergar la doble titulación es de 300 créditos ECTS, y repartidos a razón de 60 créditos por curso académico. La relación entre las asignaturas de formación básica, obligatorias y optativas es la que existe actualmente para el grado de Ingeniería Mecánica. La materias relacionadas con Administración y Dirección de Empresas se empiezan a cursar desde el primer curso y van aumentando su presencia a medida la titulación avanza. La formación en inglés se considera imprescindible y se incluye una asignatura de inglés con carácter obligatorio durante los cuatro primeros cursos cuyo nivel va aumentando cada curso. Con esta distribución se pretende que la formación de los egresados realicen una formación académica paralela, en ambas titulaciones, y se adquieran conocimientos y competencias de forma progresiva.

En la Tabla 1 se muestra las asignaturas del primer curso. Para las dos titulaciones se hace necesario una formación en matemáticas (Matemáticas I), aunque imprescindible se deben cursar unas matemáticas específicas para la formación de ADE en finanzas, las Matemáticas Financieras. La formación económica se complementa con una asignatura con una carga docente de 9 créditos en Contabilidad Financiera, asignatura con amplio contenido que sirve de base a materias de cursos mas elevados. El primer curso también incluye idioma inglés, y nuestra propuesta justificada en el nivel que demandan las empresas es impartirlo a nivel B2. El resto de formación del primer curso es formación básica para la Ingeniería Mecánica: Física, Expresión Gráfica, Informática y Química.

Tabla 1. Propuesta de plan de estudios para la doble titulación Ingeniería Mecánica y ADE. 1º curso

Asignatura	Tipo	Curso	ECTS
Matemáticas I	Formación Básica	1	9
Física	Formación Básica	1	9
Expresión Gráfica	Formación Básica	1	6
Informática	Formación Básica	1	6
Química	Formación Básica	1	6

Estudios previos sobre doble titulación en Ingeniería Mecánica y Administración de Empresas

Matemáticas Financieras	Formación Básica	1	6
Contabilidad Financiera	Formación Básica	1	9
Expresión Gráfica II	Obligatorio	1	4,5
Inglés B2	Obligatorio	1	4,5

Fuente: Elaboración propia

El segundo curso en materia de Ingeniería Mecánica, sigue con formación básica (Física de Especialidad y Matemáticas II); se añade Estadística que tiene contenidos tanto para ADE como para Ingeniería Mecánica. La formación en la Ingeniería Mecánica en este curso se cierra con formación específica en Ciencia de Materiales, Termodinámica Técnica y en Máquinas y Mecanismos. Las asignaturas de segundo curso de la parte reservada a ADE comienzan con el estudio de los agentes económicos a nivel individual en la Microeconomía, el estudio del marco legal en Derecho de la Empresa, y el análisis de inversiones y de financiación en Finanzas corporativas. Los idiomas para el segundo curso estarían orientados a alcanzar el nivel C1 de Inglés.

Tabla 2. Propuesta de plan de estudios para la doble titulación Ingeniería Mecánica y ADE. 2º curso

Asignatura	Tipo	Curso	ECTS
Física de Especialidad	Formación Básica	2	6
Matemáticas II	Formación Básica	2	6
Estadística	Formación Básica	2	6
Microeconomía	Formación Básica	2	6
Derecho de la Empresa	Formación Básica	2	6
Finanzas Corporativas	Formación Básica	2	6

Autores

Ciencia de Materiales	Obligatorio	2	6
Máquinas y Mecanismos	Obligatorio	2	7,5
Termodinámica Técnica	Obligatorio	2	6
Inglés C1	Obligatorio	2	4,5

Fuente: Elaboración propia

En el tercer curso del doble grado (Tabla 3), se profundiza en los Sistemas de Producción Industrial y los Sistemas y Procesos de Fabricación. Se comienza con la Ingeniería de Fluidos y se introducen las asignaturas de Diseño de Máquinas e Ingeniería Técnica como extensión de los conocimientos adquiridos en segundo curso de Máquinas y Mecanismos y Termodinámica, respectivamente. La asignatura Elasticidad y Resistencia de Materiales se puede considerar una ampliación de la Ciencia de Materiales pero se hace más énfasis en sus aplicaciones en el diseño de máquinas. Para el grado en ADE la formación que se realiza es el estudio de la Macroeconomía con el objetivo de que el estudiante sea capaz de entender e interpretar el entorno económico donde la empresa se desenvuelve. También se estudia la Contabilidad donde las empresas registran sistemáticamente su actividad económica y la Dirección y organización tanto de procesos productivos como de recursos humanos (RRHH). Por último la asignatura de Inglés se orienta hacia la especialización técnica relacionada con la Ingeniería Mecánica.

Tabla 3. Propuesta de plan de estudios para la doble titulación Ingeniería Mecánica y ADE. 3º curso

Asignatura	Tipo	Curso	ECTS
Sistemas de Producción Industrial	Obligatorio	3	4,5
Diseño de Máquinas	Obligatorio	3	4,5
Ingeniería de Fluidos	Obligatorio	3	4,5
Elasticidad y Resistencia de Materiales	Obligatorio	3	9
Sistemas y Procesos de Fabricación	Obligatorio	3	4,5
Ingeniería Térmica	Obligatorio	3	4,5
Macroeconomía	Obligatorio	3	9
Contabilidad de Sociedades	Obligatorio	3	6

Estudios previos sobre doble titulación en Ingeniería Mecánica y Administración de Empresas

Dirección y Organización de Producción y Recursos Humanos	Obligatorio	3	9
Inglés Técnico	Obligatorio	3	4,5

Fuente: Elaboración propia

En cuarto curso la carga lectiva de los estudios en ADE aumenta respecto a cursos anteriores, que han tenido mayor carga de Ingeniería Mecánica. Se cursan cinco asignaturas relacionadas con la gestión empresarial: la Gestión Fiscal de la empresa, la Dirección e Innovación Comercial, Econometría, Análisis y Consolidación Contable y Contabilidad de Costes y Auditoría. Con las asignaturas que se cursan en el cuarto curso de Estructuras y Construcciones Industriales, Vibraciones Mecánicas y Máquinas Térmicas se completa la formación básica en Ingeniería Mecánica. En este curso el inglés se especializa en su aspecto relacionado con las finanzas y negocios.

Tabla 4. Propuesta de plan de estudios para la doble titulación Ingeniería Mecánica y ADE. 4º curso

Asignatura	Tipo	Curso	ECTS
Estructuras y Construcciones Industriales	Obligatorio	4	9
Vibraciones Mecánicas	Obligatorio	4	4,5
Máquinas Térmicas	Obligatorio	4	4,5
Dirección e Investigación Comercial	Obligatorio	4	9
Econometría	Obligatorio	4	7,5
Análisis y consolidación contable	Obligatorio	4	6
Contabilidad de costes y auditoría	Obligatorio	4	6
Gestión Fiscal de la Empresa	Obligatorio	4	4,5
Business english	Obligatorio	4	4,5

Fuente: Elaboración propia

En el quinto y último curso del doble grado propuesto se analiza detalladamente la parte técnica de la realización de proyectos en la asignatura de Oficina Técnica, las asignaturas de ADE relacionadas con la parte financiera de la empresa y la comercial, tanto en la parte referida a investigación comercial como a la Economía Internacional. El segundo cuatrimestre del quinto curso se propone que se dedique a la realización del Trabajo Final

Autores

de Grado junto con la realización de Prácticas en Empresa. El objetivo de hacer las prácticas en empresas obligatorias es atender la demanda de las empresas para la práctica profesional y adquirir experiencia en el funcionamiento de una empresa.

Tabla 5. Propuesta de plan de estudios para la doble titulación Ingeniería Mecánica y ADE. 5º curso

Asignatura	Tipo	Curso	ECTS
Oficina Técnica	Obligatorio	5	6
Dirección financiera	Obligatorio	5	6
Economía financiera	Obligatorio	5	6
Dirección e investigación comercial	Obligatorio	5	6
Economía internacional	Obligatorio	5	6
Trabajo final de grado	Obligatorio	5	12
Prácticas en empresa	Obligatorio	5	18

Fuente: Elaboración propia

La distribución entre los créditos dedicados a asignaturas básicas y transversales, los créditos dedicados a las asignaturas propias de Administración y Dirección de Empresas, así como los dedicados a la formación en idiomas y prácticas en empresa ha sido elegido con esmero y debería respetarse. No obstante, el Plan de Estudios que se propone constituye una primera aproximación a las necesidades de una doble titulación en Ingeniería Mecánica y ADE y consideramos que podría adaptarse a los recursos disponibles en cada universidad.

Conclusiones

Este trabajo presenta una propuesta para la implantación de una doble titulación de Ingeniería Mecánica y Administración y Dirección de Empresas en el ámbito del espacio europeo de educación superior y el particular en la universidad española.

La propuesta de doble titulación se basa en un plan de estudios de 300 créditos distribuidos en 5 cursos académicos. La distribución de créditos entre las materias propias de la ingeniería y de ADE incluye más formación en ingeniería en los primeros años y va incrementado la formación en ADE a medida que se avanza por el grado. Las asignaturas estudiadas son créditos obligatorios con formación básica tanto en economía como en fundamentos técnicos de la ingeniería mecánica. Además los estudios se complementan con la formación en idiomas que se desarrollan a lo largo de los cuatro primeros cursos abarcando el nivel B2, nivel C1, inglés técnico e inglés para negocios. En el último curso se completa la formación práctica en Oficina técnica y en finanzas durante el noveno

Estudios previos sobre doble titulación en Ingeniería Mecánica y Administración de Empresas

cuatrimestre y se deja último cuatrimestre para la realización de prácticas en empresas (que se considera obligatoria) y para la realización del trabajo fin de grado, el cual podría realizarse tanto en la universidad como en la empresa.

La propuesta de esta doble titulación atiende a la demanda del mercado de trabajo de titulados multidisciplinares que se desenvuelvan en situaciones reales con formación técnica y formación económica y financiera para colocar en el mercado sus productos y servicios y esta basada en competencias y directrices del espacio europeo de educación superior y en el plan Bolonia.

Referencias

- Heije H., Meng C., Ris C. (2003). *Fitting to the job: the role of generic and vocational competencies in adjustment and performance*. Labour Economics 10 (2) pp 215-229.
- Martín-del-peso, M., Rabadán Gómez, A., Hernández-March J. (2013). *Desajustes entre formación y empleo en el ámbito de las Enseñanzas Técnicas Universitarias: la visión de los empleadores de la comunidad de Madrid*. Revista de Educación, 360.
- Martín-del-peso, M., Hernández-March J., Leguey Galán S. (2006). *An approach to the adjustment of Higher Education Graduates to labour market Requirements*. 1º Internacional Conference on European Labour Market for Academic Graduates. Maastricht University.
- Alonso, L. E; Fernández Rodríguez, C. J; Nyssen, J. Mª. (2009), El debate sobre competencias. Una investigación cualitativa en torno a la educación superior y el mercado de trabajo en España, ANECA, Madrid.
- Hernández-March, Julio, Mónica Martín del Peso, and Santiago Leguey. (2009). *Graduates' skills and higher education: The employers' perspective*. Tertiary Education and Management 15.1: 1-16.
- Hannan, A., y Silver, H. (2005). La innovación en la enseñanza superior: enseñanza, aprendizaje y culturas institucionales. Narcea Ediciones.
- Scherer, S. (2004). *Stepping-stones or traps? The consequences of labour market entry positions on future careers in West Germany, Great Britain and Italy*. Work, Employment & Society, 18(2), 369-394.

Como trabajar de forma interdisciplinar : una experiencia práctica

Rosa Pardo Coy^a, Mar Montoro Martín^b y Miquel A. Oltra Albiach^c

^aUniversitat de València (rosa.pardo@uv.es) ^bUniversidad Católica de Valencia (mar.montoro@ucv.es) y ^cUniversitat de València (miquel.oltra@uv.es)

Abstract

The University's main educational challenge the formation of students to be good professionals and citizens and therefore, will have to introduce many and varied environments so that they can apply knowledge and skills depending on different situations. As an example we present an interdisciplinary experience of three subjects of the Degree in Elementary Education Teaching performed during 2014-2015 based on cooperative learning and teaching programs.

Keywords: *teaching, teaching sequence, primary education, cooperative learning, writing process.*

Resumen

La Universidad tiene como principal reto educativo la formación de estudiantes para que sean buenos profesionales y ciudadanos y por ello, tendrá que presentarles entornos diversos y variados para que puedan aplicar conocimientos y habilidades dependiendo de diferentes situaciones. Como ejemplo presentamos una experiencia interdisciplinar entre tres asignaturas del Grado de Magisterio especialidad de Educación Primaria llevada a cabo en el curso 2014-2015 basada en el aprendizaje cooperativo y las secuencias didácticas.

Palabras clave: *didáctica, secuencia didáctica, educación primaria, aprendizaje cooperativo, proceso de escritura.*

Introducción

En el siglo XXI estamos asistiendo a un cambio en la mayoría de las sociedades, un cambio que pasa de la industrialización a la llamada sociedad del conocimiento. En el ámbito de la

Como trabajar de forma interdisciplinar: una experiencia práctica

enseñanza superior y concretamente en los estudios universitarios, la tendencia, aunque no es nueva, es la de dirigir esta educación al plano profesional. Se exige que los estudiantes sean capaces de trabajar y de aportar a un mundo nuevo y en constante movimiento. Hablamos, por tanto también de la sociedad del aprendizaje. Esta idea está íntimamente ligada a la comprensión de toda educación en un contexto más amplio: **el aprendizaje a lo largo de toda la vida**, aprender a aprender, donde el sujeto precisa ser capaz de manipular el conocimiento, de ponerlo al día, de seleccionar lo que es apropiado para un contexto específico, de aprender permanentemente, de entender lo que se aprende y, todo ello de tal forma que pueda adaptarlo a nuevas situaciones que se transforman rápidamente.

Según De Miguel (2009), uno de los hallazgos más consistentes en relación con el aprendizaje es que se trata de un proceso de construcción individual y social, que el estudiante debe regular y del que tiene que responsabilizarse. Pero ¿cómo se enseña a aprender de forma independiente y autónoma? La única forma de conseguir de los estudiantes un aprendizaje de calidad es enfrentándoles a situaciones en las que tienen que utilizar estrategias de búsqueda de información, aplicar los nuevos conocimientos para la solución de problemas realistas, tomar decisiones y trabajar de forma autónoma, reflexiva y crítica. Y estos procesos se deben dar de una u otra manera en todas las situaciones de aprendizaje.

En el Grado de Magisterio y, específicamente desde el ámbito de la didáctica es habitual encontrar la aplicación de diversos y diferentes métodos de enseñanza-aprendizaje con la finalidad de enfrentar a los estudiantes a situaciones variadas. El objetivo sería lógicamente una preparación adecuada y lo más eficaz posible para su futuro. Además, también es habitual que dentro de una misma asignatura se utilicen diferentes métodos dependiendo del objetivo que se quiera conseguir. Un ejemplo de diversos métodos que se aplican sería:

Tabla 1.1: Métodos de aprendizaje-enseñanza: descripción y finalidad.

MÉTODOS DE APRENDIZAJE-ENSEÑANZA: DESCRIPCIÓN Y FINALIDAD	
MÉTODOS DE ENSEÑANZA	
Método	Finalidad
Método expositivo/lección magistral	Transmisión de conocimientos y activación de procesos cognitivos en el estudiante
Estudio de casos	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados
Resolución de ejercicios y problemas	Ejercicio, ensayo y puesta en práctica de los conocimientos previos
Aprendizaje basado en problemas	Desarrollo de aprendizajes activos a través de

Rosa Pardo Coy, Mar MontoroMartín y Miquel A. Oltra Albiach

(ABP)	la resolución de problemas
Aprendizaje orientado a proyectos	Comprensión de problemas y aplicación de conocimientos para su resolución
Aprendizaje cooperativo	Desarrollo de aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa
Contrato de aprendizaje	Desarrollo del aprendizaje autónomo

Fuente: De Miguel (2009)

Experiencia interdisciplinar

A continuación pasaremos a comentar las características, metodología y resultados de nuestra experiencia.

La metodología utilizada está basada principalmente en el aprendizaje cooperativo, ya que se pretende un desarrollo del trabajo donde todos los estudiantes sean responsables de su aprendizaje así como también del de los compañeros y las compañeras. Todo ello presupone un contacto directo e interactivo entre los/las estudiantes y el /la docente y, al mismo tiempo exige que este/a ponga en práctica una serie de estrategias tanto como modelo, como facilitador y como refuerzo y evaluador.

Se ha realizado un trabajo interdisciplinar con tareas distribuidas y coordinadas entre tres asignaturas diferentes de tercer curso del Grado de Maestro en Educación Primaria en la Universidad Católica de Valencia (UCV). Concretamente son: *Didàctica de la Llengua i la Literatura (DLL)*, *Recursos per a l'educació literària i lingüística (RLL)* y *L'expressió Plàstica i la seua didàctica (EPD)*. El producto y objetivo final del proyecto conjunto es la creación de un recurso para trabajar secuencias textuales de lengua y el diseño de la aplicación didáctica de este recurso en el aula de Primaria.

Consideramos muy importante conocer el contexto de las aulas universitarias donde se ha realizado el proyecto. Los estudiantes participantes pertenecen al Programa Metodológico de Innovación en Magisterio (PIMM) y cursan simultáneamente los Grados de Maestro en Educación Infantil, Educación Primaria y la mención de Maestro en Inglés. Cabe destacar la particularidad de la cantidad de horas de prácticas que realizan estos estudiantes, ya que desde el inicio del primer curso del Grado, están por las mañanas en las aulas de prácticas de los centros escolares y,

Como trabajar de forma interdisciplinar: una experiencia práctica

por la tarde, reciben la formación “teórica” en las aulas de la Universidad. Esto permite de una forma más rápida la posibilidad de relacionar directamente el aprendizaje de contenidos, metodologías, estrategias y recursos con la aplicación real en el aula, en este caso que nos ocupa, de Primaria.

Además, permite la creación de propuestas de actividades o trabajos desde las diferentes asignaturas del Grado para que los estudiantes las realicen en las aulas de prácticas y puedan ser evaluados por los tutores docentes con los que están a lo largo del curso escolar.

La propuesta concreta de trabajo estaba distribuida desde las tres asignaturas. Se pedía a los estudiantes que elaboraran una tarea que contribuyera al producto final. En las asignaturas de RLL y EDP se les pedía la creación de un recurso, la baraja de cuentos (creación de contenidos y creación y diseño artístico y la presentación oral de la misma) y desde la asignatura de DLL, la aplicación práctica del recurso y la exposición oral de esta aplicación mediante el soporte de un póster. A continuación se detalla cada uno de estos dos elementos:

Baraja de cuentos: se trata de un recurso para trabajar la composición textual. En nuestra propuesta se trabaja el texto narrativo al mismo tiempo que otras secuencias textuales inseridas en este tipo de texto.

Los objetivos son:

- Aprender a componer textos narrativos
- Interiorizar las características de diferentes secuencias textuales: descripción, diálogo, explicación...
- Mejorar las características textuales de los textos compuestos por los estudiantes: coherencia, adecuación, corrección y variación.
- Desarrollar el gusto por la calidad estética de los textos.

El objetivo final sería la producción de una baraja de cartas ilustradas como recurso didáctico para contar cuentos y la guía de aprovechamiento de este recurso. La ilustración es seguida, diseñada, programada y evaluada desde la asignatura EPD. Posteriormente, se pondrá en práctica de forma oral en el aula de Primaria y contará con la evaluación del resultado por parte del tutor/a docente.

Rosa Pardo Coy, Mar MontoroMartín y Miquel A. Oltra Albiach

Desarrollo de la actividad

En grupos de 4 personas crearon una baraja de cartas numeradas del 1 al 8. Cada grupo realizó un mínimo de cinco cartas diferentes con la siguiente información:

CARTA 1: fórmula de inicio del cuento

CARTA 2: definición de personajes. Descripción física i psicológica de uno o más personajes. Pueden ser animados o inanimados. También se puede incluir un dibujo.

CARTA 3: lugar y tiempo donde se desarrolla la acción

CARTA 4: acción

CARTA 5: elementos mágicos

CARTA 6: personajes antagonistas

CARTA 7: solución

CARTA 8: fórmulas de conclusión

El recurso se trabajó a partir de las fases de composición textual propuestas por el grupo Didactext: acceso al conocimiento, planificación, producción y revisión.

Póster

No creemos necesario definir en este trabajo en qué consiste un póster académico, pero sí creemos importante tener en cuenta los objetivos que se pretenden conseguir con la realización de esta tarea:

- Conocer los métodos y las destrezas necesarias para la enseñanza de lengua y literatura en el aula de Educación Primaria.
- Aprender a programar en el aula de lengua y literatura elaborando las unidades de programación adecuadas a los resultados de aprendizaje deseados.
- Conocer el discurso académico y su incidencia académica.

Teniendo en cuenta el hincapié en la expresión oral que se realiza en la asignatura RLL, para completar la formación metodológica de los estudiantes, se decidió que la tarea de DLL estuviera más relacionada con el desarrollo de la lengua escrita. Por este motivo, los estudiantes tuvieron que diseñar una secuencia didáctica (SD) sobre algún problema específico del proceso de escritura que se pudiera plantear en cualquier curso de Educación Primaria.

Se decidió que fuera una SD porque este tipo de enseñanza según Dolz (2006) “es presenta com un tot coherent de tallers i d’activitats (...) i es concep com un sistema

Como trabajar de forma interdisciplinar: una experiencia práctica

modular que permet afegits i supressions en funció de la diversitat de les situacions de comunicació i de les classes.”

Esta SD tenían que plasmarla en el formato de un póster académico (de diseño libre, dentro de los cánones establecidos) y, posteriormente, realizar una exposición oral sobre el trabajo diseñado. Tenía que contener unos elementos obligatorios (introducción, contextualización, objetivos, actividades y bibliografía) y, como requisito imprescindible, tenían que utilizar la baraja de cartas como recurso para las actividades.

El planteamiento didáctico era el siguiente: se dividió la clase en grupos de trabajo de 4 personas aproximadamente. Todos los grupos ya habían trabajado el género textual del cuento en la asignatura de RLL, por lo tanto, este era el género a partir del cual elaborar la SD. Cada grupo podía elegir para qué curso de Primaria quería realizar la tarea, así como objetivos, contexto, temporalización, qué clase de cuento pretendía usar, la consulta de diferente tipos de bibliografía y la puesta en práctica.

La propuesta para poner en funcionamiento en el aula de prácticas era:

- Situación inicial motivadora: se planteó una situación inicial al alumnado de Primaria para que tuvieran interés en escribir un cuento.
- Realización del cuento escrito por parte del alumnado de Primaria según los parámetros establecidos y acordados entre docente y estudiantes.
- El/la docente revisa los cuentos y ve dificultades o errores que se producen de forma general en los textos del grupo-clase.
- Prepara la SD, compuesta por una serie de actividades distribuidas en talleres con la intención de solucionar los problemas detectados.

Una vez realizados los talleres y fuera de lo que sería propiamente la SD, los estudiantes de Primaria volverían a escribir un cuento de las mismas características del inicial y el/la docente comprobaría si se han solucionados los errores o dificultades.

Como se ha comentado anteriormente, una vez finalizado el trabajo, el grupo realizó una exposición oral académica formal del póster y por extensión de la SD. El producto (contenido, diseño y expresión oral) fue valorado tanto por las docentes como por el resto de los grupos de trabajo mediante una rúbrica.

Rosa Pardo Coy, Mar MontoroMartín y Miquel A. Oltra Albiach

Figura 1.1: Diseño de póster

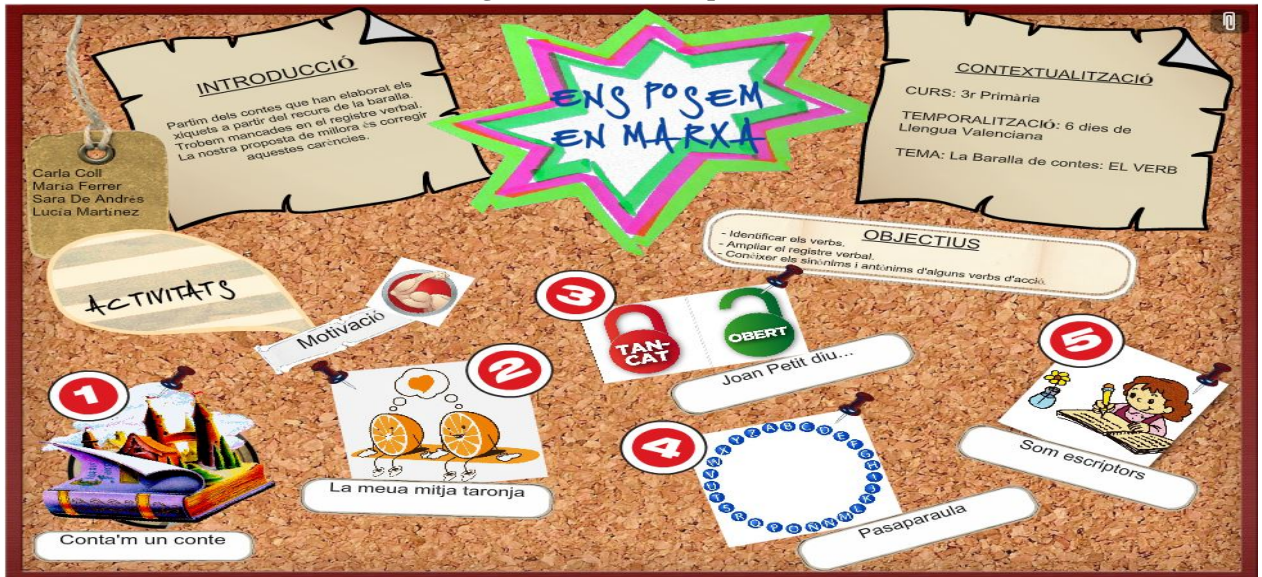


Figura 1.2: Diseño de póster



Como trabajar de forma interdisciplinar: una experiencia práctica

Resultados de la experiencia y propuestas de mejora

Los resultados han sido positivos y han reafirmado la idea de la posibilidad de poder realizar un trabajo de forma interdisciplinar que resulte beneficioso tanto para los estudiantes como para los docentes, sobretodo teniendo en cuenta las nuevas formas de evaluación de competencias que se imponen. Consideramos que se han podido alcanzar los resultados de aprendizaje pretendidos y nos consta por las pruebas recogidas durante el proceso que los estudiantes han trabajado de forma cooperativa, interactiva y satisfactoria entre ellos dentro del grupo, entre los diferentes grupos y en su relación con el /la docente.

Lógicamente, cualquier propuesta de trabajo siempre tiene que ser susceptible de poder mejorar. Pretendemos continuar en el curso 2015-2016 con este proyecto para ir puliendo aquellos aspectos de coordinación, infraestructura y evaluación que hemos visto que estaban en un nivel inferior respecto al resto del trabajo.

Referencias

ANECA. *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los Resultados de Aprendizaje*. (www.aneca.es/content/download/12765/.../learningoutcomes_v02.pdf)

Camps, A. (coord.) (2006). *Diálogo e investigación en las aulas*. Graó. Barcelona

Didactext Grupo. (2003) "Modelo sociocognitivo, pragmalingüístico y didáctico para la producción de textos escritos". *Didáctica (lengua y literatura)*, vol 15. Págs.. 77-104 (revistas.ucm.es/index.php/DIDA/article/viewFile/.../1940)

De Miguel, M. (2009). *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior*. Alianza. Madrid.

Dolz, J; Schneuwly, B. (2006). *Per a un ensenyament de l'oral. Iniciació als gèneres formals a l'escola*. València/Barcelona: IIFV/PAM.

Pérez Esteve, Pilar; Zayas, Felipe (2007). *Competencia en comunicación lingüística*. Alianza editorial. Madrid

Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas valencianas

Adelina Bolta Escolano^a y M^a Dolors Puig Martí^b

Departamento de Proyectos de Ingeniería. Escuela Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Valencia, 46022 Valencia, España, ^aabolta@dpi.upv.es, ^bmapuimar@epsgr.upv.es

Abstract

The Cases of serious study by Valencian Companies a course proposed for the new teaching plan of 4.5 elective credits last year degree course Industrial Engineering. The course aims to give students a detailed look at some key sectors that make up the business, their relative importance, manufactured or manipulated products and their specific weight in the economy and particularly in Valencia. The practical nature of this material is suitable for the implementation of active teaching methodology with trainingcop group competitions.

Keywords: Methodology; Team work; Study.

Resumen

El Estudio por casos de Empresas Valencianas sería una asignatura propuesta para el plan nuevo de docencia, de 4,5 créditos anual optativa de último curso de Grado de Ingeniería Industrial. La asignatura pretende dar al alumno una visión detallada de algunos sectores relevantes que componen el tejido Empresarial, su importancia relativa, los productos fabricados o manipulados y su peso específico en la economía del país y particularmente en la Comunidad Valenciana. El carácter práctico de esta materia resulta adecuado para la implantación de la metodología docente activa grupal con competencias poliformativas.

Palabras clave: Metodología; Trabajo en grupo; Estudio por casos.

Introducción

La propuesta docente que se expone en esta ponencia correspondería a una asignatura optativa de la Titulación de Grado de Ingeniería Industrial (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales) y se enmarca en los programas de innovación docente promovidos por

Enseñanza grupal por casos

la UPV (PACE). Se impartiría en el último curso con 4,5 créditos y sería diferencial con respecto a la misma titulación en otros centros docentes de la Comunidad Valenciana.

En esta asignatura se pretende formar al alumno en las características y parámetros relevantes de las empresas enmarcadas en sectores propios de la Comunidad Valenciana, y en los entornos empresariales donde desarrollaran su futura profesión.

Esto le permitirá obtener una amplia visión del sector empresarial valenciano compuesto en su mayor parte por pequeñas y medianas industrias de los grupos empresariales estudiados, así como su importancia relativa en el resto del mercado geográfico tanto nacional como mundial, y conocerá el funcionamiento tecnológico básico de los subsectores más representativos dentro de estos entornos marco.

Dado que es una asignatura de conocimientos amplios y generales, y además los alumnos se enfrentan por primera vez con la realidad empresarial, se ha realizado un esfuerzo en la organización docente de la asignatura para que resulte atractiva y a la vez promueva la participación proactiva.

Innovación docente de la asignatura

El contenido de la asignatura se divide en 10 temas, coincidentes aproximadamente con el número de semanas lectivas del cuatrimestre. Los dos primeros de ellos son introductorios a los sectores de actividad empresarial y a la empresa industrial.

En el primero se enmarca el resto del temario y en el segundo se dan los conocimientos básicos de una actividad empresarial.

Los otros temas están repartidos entre el sector industrial y el de construcción como sectores que proporcionan mayor valor añadido y empleo cualificado.

El planteamiento docente de la asignatura se basa en los siguientes objetivos:

1. Conocer y asimilar la realidad empresarial:
 - Los productos
 - Las tecnologías
 - Los volúmenes relativos
 - Las variables económicas y principales empresas
2. Descubrir y elaborar información
 - Visitas selectivas a empresas relevantes
 - Obtención de fuentes de información
 - Resumen de datos
 - Presentación de resultados

Enseñanza grupal practica

3. Coordinar y comunicar. Trabajo grupal.

- Reparto de tareas
- Interacción
- Manejo de medios

Al comienzo del curso, en la presentación de la asignatura y profesorado, se entregará a los alumnos junto con la documentación docente un planning donde se informa los contenidos de cada uno de los días lectivos, tanto teóricos como prácticos, fechas de entrega de problemas y presentaciones orales a realizar por cada grupo de trabajo que se haya formado.

Las clases presenciales en aula

Las clases presenciales en el aula sirven para presentar los contenidos conceptuales por sector de actividad empresarial. Siguiendo el planning entregado, en las primeras semanas los primeros capítulos y sectores básicos son presentados por el profesor, para así, en las siguientes semanas, cuando los alumnos ya hayan avanzado en sus trabajos en grupo (de un sector concreto) puedan empezar a presentarlos. Para ello se seguirá un orden preestablecido por los conocimientos adquiridos en las visitas y el trabajo práctico.

Aprendizaje basado en casos

El primer día del curso se realizaría la formación de los grupos de trabajo compuestos por 4 alumnos, agrupados según su propio criterio, y se sortearían las empresas a visitar correspondientes a los sectores empresariales de los que se realizará el proyecto. Estos sectores formarán parte del temario de la asignatura. (*Ariza A., Oliva S.*)

Estos grupos de alumnos formaran una empresa ficticia perteneciente al sector asignado y se repartirán los roles de los diferentes directivos empresariales (gerente, director comercial, director de compras, director de producción, director de recursos y director financiero). Para seguir y calificar los trabajos realizados durante el curso, serviría con una ficha con las fotos, firmas y cargos ficticios de los alumnos. (*Ballenato G.*)

El proyecto o estudio de la empresa y sector asignado se compondría de 6 capítulos que se debería presentar en tres entregas parciales, cada 2-3 semanas, y se devolverían corregidos como realimentación al alumno, debería realizarse una entrega final completa, donde los posibles errores cometidos se hubieran corregido.

Estos capítulos que se elaborarían por el grupo en su conjunto se repartirían a cada alumno según el rol asignado, para así realizar la presentación oral del mismo.

Enseñanza grupal por casos

Siendo el que tiene el rol de gerente el que coordinaría al resto y haría de enlace con el profesor. (*Alonso Tapia J.*)

Las presentaciones orales se realizarían en la semana correspondiente al sector en estudio y de los capítulos elaborados hasta esa fecha.

Estas presentaciones las realizarían los alumnos con plena libertad de uso de medios (generalmente informáticos) con un único límite de tiempo medio por alumno, de cinco a diez minutos. Esta limitación impuesta por el número de alumnos en aula, hace que sean menos densas y de mayor elaboración el resultado de las mismas.

Se les proporcionará una hoja de puntuación al resto de los grupos para que den su opinión y valoración sobre la realización de cada ponente.

Estas presentaciones comienzan con una introducción al arte de hablar en público por parte del profesorado, pero gracias a la autocrítica van mejorando según avanza el curso, por lo que sirven también de aprendizaje y pérdida del miedo escénico en los alumnos.

El índice y planificación del trabajo con el reparto de tareas viene resumido en el cuadro siguiente, el cual sería proporcionado a los alumnos como material para prácticas.

Enseñanza grupal practica

ESTUDIO DE UN SECTOR EMPRESARIAL	Practica FINAL
1.-ESTUDIO DE MERCADO.	Practica - 1
1.1.-Análisis de la demanda y evolución de la producción <ul style="list-style-type: none"> 1.1.1.- Mercado mundial. 1.1.2.- Mercado Español y Comunitario. 1.1.3.- Mercado en la Comunidad Valenciana. 1.2.-Estudio del comercio exterior. <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1.-Importaciones. 1.2.2.-Exportaciones. 1.3.-Volúmenes y tamaños de empresas. 1.4.-Empresas más representativas y análisis de la competencia.	Director Ventas Semana 4
2-PRODUCTOS	Practica - 1
2.1.-Elaborados y derivados: Características y precios. 2.2.-Semielaborados. 2.3.-Materias primas.	Director Compras
3-ESTUDIO DEL PROCESO	Practica - 2
3.1.-Diagrama de fabricación. 3.2.-Descripción del proceso. <ul style="list-style-type: none"> 3.1.1.- Almacenaje. 3.1.2.- Transporte. 3.1.3.- Operaciones. 3.1.4.- Actividades combinadas. 3.1.5.- Esperas e inspecciones. 3.3.-Descripción de la maquinaria específica.	Director Producción Semana 7
4-ESTUDIO DE NECESIDADES.	Practica - 2
4.1.-Necesidades energéticas: Tipos, consumos y tendencias. 4.2.-Recursos Humanos: Volumen y cualificación. 4.3.-Impacto ambiental: Contaminación y depuración.	Director Recursos
5.-ESTUDIO ECONÓMICO Y EVOLUCIÓN.	Practica - 3
5.1.-Estadísticas Económicas. (%) <ul style="list-style-type: none"> 5.1.1.- Visión mundial. 5.1.2.- Visión de España y la Comunidad Europea. 5.1.3.- La Comunidad Valenciana. 5.1.3.- Importancia relativa con otros sectores. 5.1.4.- Evolución del sector 5.2.-Presupuestos de Inversión y Explotación. <ul style="list-style-type: none"> 5.2.1.-Ingresos. 5.2.2.-Gastos. 5.2.3.-Balance. 5.2.4.-Rentabilidad. 	Director Financiero Semana 10

Imagen 1. Planificación de las practicas

Enseñanza grupal por casos

Aprendizaje basado en problemas

Para reforzar la comprensión de los parámetros más relevantes de cada tipo empresarial, se realizaría una colección de 10 problemas temáticos, coincidentes con los sectores en estudio de cada semana lectiva

Se plantearían el día anterior para que cada alumno pudiera resolverlos de forma individual y se resolverían el día lectivo siguiente, coincidiendo con la exposición teórica del sector planteado.

Así mismo, una selección de alumnos los entregaría para su calificación individual.

Trabajo grupal

La práctica o proyecto de grupo se compondría de los siguientes documentos:

Enseñanza grupal practica

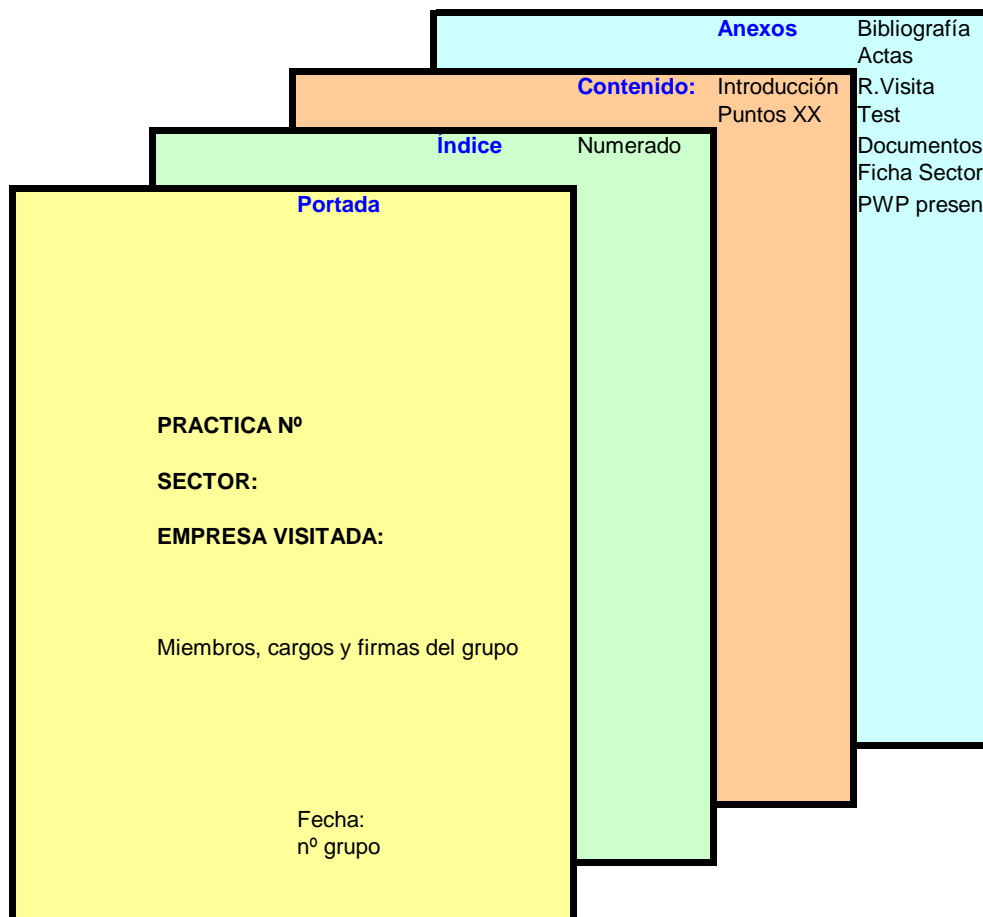


Imagen 2. Documentos de la práctica

Con esta práctica se pretendería que los alumnos aprendieran a trabajar en equipo y empezaran a tomar decisiones en colaboración. Inicialmente, se les animaría a repartir las tareas de búsqueda de la información sectorial dándoles puntos de referencia y herramientas informáticas para la obtención de datos de su sector en estudio.

La elaboración y puesta en común de la información obtenida, así como su presentación tanto escrita como oral, implicaría un trabajo cooperativo y de equipo en el que la tolerancia y defensa de criterios se pondría de manifiesto, muchas veces por primera vez en algunos alumnos.

Enseñanza grupal por casos

Cada bloque o práctica que se presentaría se compondría no solo de un contenido según el índice de la misma, sino de otra serie de documentos cuya responsabilidad coordinadora sería del alumno gerente.

Estos documentos, tan importantes en el proyecto como el contenido sectorial, serían los relacionados con la búsqueda de información (actas, visitas, preguntas y respuestas) y seguimiento de la coordinación del equipo (actas de reuniones). Y permitirían al profesor un seguimiento de la marcha del grupo.

Trabajo de campo

Otra acción enfocada al trabajo grupal serían las visitas organizadas a empresas de los sectores estudiados. Se pretendería que los alumnos vieran de una forma práctica el funcionamiento de una empresa real, desde su organización, hasta su modelo productivo y recursos empleados. Y se podría plantear como un posible caso de creación emprendedora.

Para ello, y como horario de prácticas de campo, los grupos de alumnos acompañados por un profesor tutor concertarían que un representante de empresas relevantes de la Comunidad Valenciana, les presentara la actividad de la empresa y realizara una visita a las zonas de fabricación y logística.

Anteriormente a las mismas, se explicaría el sector al que pertenece la empresa y se les proporcionaría un guion para la toma de datos empresariales que luego les serviría para preparar un resumen detallado de la misma.

Estos resúmenes deberían realizarlos tanto de la información directa de la empresa visitada como de una búsqueda de información en otros medios. Y se deberían entregar la semana siguiente de su realización.

Enseñanza grupal practica

FICHA RESUMEN VISITA EMPRESA	SECTOR:	Grupo:
Fecha:		
1.-DATOS CABECERA		
1.1.- Nombre, dirección social y teléfono/fax.		
1.2.- Tipo de sociedad y año creación.		
1.3.- Capital social y composición.		
1.4.- Nombre del Representante y cargo.		
1.5.- CIF empresa.		
2.-DATOS ACTIVIDAD		
2.1.- Actividad principal y secundarias. CNAE.		
2.2.- Facturación Anual y evolución.		
2.3.- Clientes: Número, evolución y más importantes.		
2.4.- Proveedores: Número, evolución y más importantes.		
2.5.- Empleados. Número y cualificación.		
3.- DATOS FABRICACIÓN		
3.1.- Tipos de elaborados y precios venta.		
3.2.- Semielaborados y Materias Primas: Descripción y %.		
3.3.- Esquema del proceso productivo y descripción.		
3.4.- Maquinaria específica: Descripción e inversión.		
3.5.- Mantenimiento, contaminación y depuración.		
4.- DATOS ECONÓMICOS		
4.1.- Posicionamiento y Cuota de mercado.		
4.2.- Competencia: Productos / Empresas.		
4.3.- Comercio exterior.		
4.4.- Rentabilidad económico/ financiera.		
4.5.- Futuro a corto y medio plazo.		
5.- OTRAS CARACTERÍSTICAS - OBSERVACIONES		

Imagen 3. Ficha resumen de la visita

Enseñanza grupal por casos

Evaluación de la asignatura

A.-Evaluación continua

Tal como se ha comentado en puntos anteriores, el proceso de evaluación continua se basa en la calificación de los distintos tipos de trabajos planteados durante el curso.

La calificación final será una media ponderada de los siguientes ítems:

1.- Evaluación individual

- * Casos ejercicios clase (3)
- * Problemas prácticos (2 de la colección)
- * Test de seguimiento en clase (3)
- * Presentaciones orales individuales (1 capítulo de la práctica)

2.- Evaluación grupal

- * Prácticas parciales (3)
- * Trabajo final (1)
- * Visitas a empresas (1)

A nivel cuantitativo la signatura se evaluaría de la siguiente forma:

- Examen Final: 40% de la nota final.
- Prácticas grupales: 40%
- Ejercicios en clase: 10%
- Exposición oral: 10%

Tanto el examen final como la práctica no deben suspenderse para aprobar la asignatura.

Seguimiento

Para poder controlar la marcha de los grupos y el avance individual de los alumnos se mantendría una tutoría continua a través de la herramienta de la UPV PoliformaT que con sus áreas de foros y correo electrónico permitirían un contacto directo con todos los alumnos tanto de forma individual como del grupo de trabajo a través de su coordinador (gerente).

Tutorías presenciales y actividades en aula completarían la visión del alumno y el esfuerzo del grupo de trabajo.

Enseñanza grupal practica

Resultados y conclusiones

El realizar un trabajo junto con más compañeros enseñaría a los alumnos a asumir un papel en un grupo, relacionarse con los demás y aceptar responsabilidades, aprendiendo a opinar y valorar las decisiones de los demás y la suya propia.

Lo cual, tendría su lado negativo, pues podrían surgir enfados y discusiones debido a la falta de entendimiento entre algunos de ellos y la diversidad de opiniones, pero con esfuerzo y apoyo del profesor se conseguiría sacar adelante.

La aplicación de esta metodología multidisciplinar, repartiendo la carga del alumno en actividades didácticas presenciales y no presenciales que confluyen en un momento determinado en el aula haría que los alumnos se encontraran motivados en sus distintas áreas emotivas y perciban la enseñanza con agrado y dedicación.

Al encontrarse recibiendo una presentación teórica del profesor o de un grupo de compañeros, realizando un problema y visitando una empresa del mismo sector empresarial, el grado de conocimiento del alumno sería mucho mayor y la preparación de su exposición la sentiría como algo personal.

Las encuestas y opiniones realizadas durante varios cursos académicos sobre asignaturas semejantes en otras titulaciones han tenido siempre una valoración muy alta debido a su planteamiento eminentemente práctico, siendo el único inconveniente que encuentran el tiempo de dedicación que deben aportar a la misma.

Referencias

- Alonso Tapia J. (1991). *Motivación y aprendizaje en el aula. Cómo enseñar a pensar*. Madrid. Santillana-Aula XXI.
- Ariza A., Oliva S. (2004). *Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y una propuesta para el trabajo colaborativo*. Comunidad Virtual de Tecnología y Liderazgo. En <http://www.gobernabilidad.cl>
- Ballenato G. (2005). *Trabajo en equipo. Dinámica y participación en los grupos*. Madrid: Editorial Pirámide.
- Benito A., CRUZ A. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Christensen Garvin and Sweet, (1991). *Education for Judgement: The Artistry of Discussion Leadership*. Boston, Massachusetts. Harvard Business School Press.

Enseñanza grupal por casos

- Fyrenius, A., Silen, C. y Wirell, S. (2007). *Students conceptions of underlying principles in medical physiology: an interview study of medical students understanding in a PBL curriculum*. *Advances in Physiology Education*, 31, 346-369.
- Garmendia, M., Guisasola, G. y Sierra E. (2009). *Teaching Part Visualization: An Approach Based on Problem Solving Strategy Knowledge*. *International Journal of Engineering Education* 25(6), 1205-1211.
- Igel Charles, Urquhart Vicki.(2012). *Generación Z, Meet Aprendizaje Cooperativo*. *Medio Diario School*, Vol. 43, No. 4, marzo 2012.
- Jacques J. y Jacques P. (2007). *Cómo trabajar en equipo: Guía práctica*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Johnson D. W., Johnson R. T., Holubec E., J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*, Buenos Aires. Paidós SAICF.
- Larry K. Michaelsen, Arletta Bauman Caballero, L. Dee Fink. (2002). *Equipo basado en el aprendizaje: Uso Transformadora de Grupos Pequeños*. Ed.Praeger.
- Prieto L. (2006). *Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas*. *Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales* Vol.64. Núm.124. Págs. 173-196.

La Evaluación Continua en la ETSID

Nicolás Laguarda Miró^a, Enrique Ballester Sarriás^a, Ricardo Pérez Herrerías^a, Bernardo Álvarez Valenzuela^a y Claudia Conesa Domínguez^b

^aEscuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera S/N 46022 València (Spain), nilami@iqn.upv.es; eballest@isa.upv.es, ^bInstituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera S/N 46022 València (Spain).

Abstract

The European Higher Education Space has turned a corner the concept of University by changing it into a modern entity adapted to the current society and its needs. The new structure of the university degrees, their approaches and skills are calling for a new way to conduct the students' assessment. The ETSID's commitment to the quality of our degrees and masters has led us to develop an evaluation model based on continuous assessment which is proving to be successful and is being a reference for the dissemination of these methodologies in other centers.

Keywords: *Continuous Assessment, ETSID, EHES, innovation.*

Resumen

El Espacio Europeo de Educación Superior ha dado un vuelco al concepto de Universidad transformándola en una entidad moderna adaptada a la realidad y necesidades de la sociedad de la que forma parte. La nueva estructura de estudios, sus competencias y enfoque hacen necesaria una nueva manera de plantear, entre otras cosas, la evaluación. El compromiso de la ETSID con la calidad de sus enseñanzas le ha llevado a desarrollar un modelo evaluador basado en la evaluación continua que está resultando exitoso y está sirviendo de referencia para la difusión de estas metodologías en otros centros.

Palabras clave: *Evaluación continua, ETSID, EEES, innovación.*

La evaluación continua en la ETSID

Introducción

La Universidad española ha evolucionado mucho en los últimos años, desde que el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) comenzara a tomar forma con la Declaración de Bolonia firmada por la mayoría de ministros de educación europeos en 1999, hasta su puesta en marcha en 2010 (Conference of Ministers responsible for Higher Education, 1999; 2003). Los cambios experimentados han sido profundos y muy diversos, pero uno de los que más ha centrado los focos de atención ha sido el de la innovación educativa (Comisión para la renovación de las metodologías educativas en la universidad, 2006). Y es que, en un mundo cambiante, con una sociedad cada vez más dinámica y moderna, con la irrupción de nuevas tecnologías y nuevas formas de comunicación, con un mercado laboral cada vez más complejo y lleno de nuevas demandas formativas (Cañizares et al., 2014), la Universidad y particularmente su formación y maneras de impartirla (Molina et al. 2014) tenían necesariamente que reinventarse (Laguarda-Miro et al., 2014).

En el ámbito universitario estatal, estos cambios se inician con la Ley orgánica 6/2001, de 21 de diciembre de Universidades-LOU (BOE, 2001), y continúan con el desarrollo del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (BOE, 2007) y su posterior modificación en 2010 mediante el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio (BOE, 2010) que suponen la culminación de la adaptación del modelo estatal de universidades al EEES y su preparación para satisfacer las expectativas generadas por la Declaración de Bolonia.

La Universitat Politècnica de València (UPV) recoge este nuevo concepto de Universidad en sus Estatutos (DOCV, 2011) y en el posterior entramado normativo que de ellos se deriva. Así, se desarrollan e implantan en la UPV los créditos ECTS, las nuevas metodologías de aprendizaje-enseñanza, los objetivos de aprendizaje, las competencias básicas y transversales, y también, como se describe en este capítulo, un sistema nuevo de evaluación, transparente, flexible, justo y reclamable, que permita determinar el grado de alcance, por parte del alumno, de las competencias propias de cada título.

En el caso particular de la ETSID, el desarrollo de unos criterios de evaluación propios (Junta de Escuela, 2014), nos está permitiendo ir más allá y desarrollar un sistema de evaluación basado en la evaluación continua que está dando muy buenos resultados pues está demostrándose capaz de adaptarse a la idiosincrasia de cada uno de nuestros distintos títulos de grado y master. Además, está sirviendo de referencia para el desarrollo de metodologías similares en otros centros.

Nicolás Laguarda Miró, Enrique Ballester Sarrias, Ricardo Pérez Herrerías, Bernardo Álvarez Valenzuela y Claudia Conesa Domínguez

La normativa de evaluación en la UPV

El marco normativo por el que se regulan los procedimientos de evaluación en la UPV viene recogido en el Título III.- De la Evaluación ordinaria, de la Normativa de Régimen Académico y Evaluación del Alumnado (Consejo de Gobierno, 2010). Esta normativa entró en vigor tras su correspondiente aprobación por el Consejo de Gobierno de la Universitat el 28 de enero de 2010 y sus artículos 14 a 21, que componen el citado Título III, enmarcan el procedimiento ordinario de evaluación, adaptándolo al Espacio Europeo de Educación Superior y regulando desde los aspectos más generales de la evaluación hasta el desarrollo de las pruebas y los procedimientos de reclamación y seguimiento de evaluaciones. Todo ello, sin constreñir en exceso los procedimientos de evaluación para permitir que, en su caso, las Escuelas pudieran desarrollar sus respectivas normativas internas de evaluación para adaptar estos procesos a sus particularidades.

El establecimiento de los correspondientes procedimientos de evaluación para cada asignatura impartida en la UPV se realiza mediante el uso de dos herramientas fundamentales: El contrato programa y la guía docente. El primero se crea en primera instancia para servir de elemento facilitador del seguimiento del proceso de adaptación de los títulos oficiales al EEES y, una vez éstos ya están implantados, evoluciona a herramienta para el seguimiento de la asignatura y como sistema de garantía de su calidad. Por otra parte, la guía docente, que se deriva del documento anterior, es un documento público que concreta la oferta docente de una asignatura y sirve de elemento informativo a los alumnos sobre los objetivos, contenido, desarrollo y evaluación de la referida asignatura. Tanto los contratos programa como las guías docentes representan un compromiso formal de los profesores y departamentos con aquello que en éstas viene reflejado e, inevitablemente, con los sistemas de evaluación.

Lo que hacemos en la ETSID

En el caso de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, el último desarrollo normativo en materia de evaluación fue aprobado por la Junta Permanente de Centro el 19 de Mayo de 2014. En el acta de dicha reunión queda recogido el compromiso de la escuela por una docencia moderna, adaptada a los requisitos del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior y concretamente el compromiso con el desarrollo de una evaluación continua eficiente. Así, el punto 7º de dicha acta recoge, además de otros acuerdos de funcionamiento general de la docencia en la Escuela, los Criterios de Evaluación del Alumnado de la ETSID en las asignaturas de Grado y Máster que conforman la normativa interna de la Escuela en materia de evaluación (Junta de Escuela, 2014).

La evaluación continua en la ETSID

Estos Criterios de Evaluación del Alumnado de la ETSID en las Asignaturas de Grado y Master son básicamente cinco y de manera literal expresan lo siguiente:

- “1. *Ningún sistema ni acto de evaluación será limitante para la obtención de la calificación final. Es decir, no se pueden establecer calificaciones mínimas para ponderar en la calificación de una asignatura.*
2. *Al menos se utilizarán tres sistemas de evaluación diferentes para la evaluación de una asignatura.*
3. *Cualquier sistema de evaluación que se utilice tendrá una influencia superior o igual al 10% y no superará el 60% de la calificación final de la asignatura.*
4. *La influencia de un acto de evaluación en la calificación final de la asignatura no será superior al 30%. Además, cada acto de evaluación de cada sistema de evaluación se realizará en una fecha distinta.*
5. *El procedimiento de recuperación de los distintos sistemas de evaluación tienen que explicitarse en la guía docente.”*

Además de lo explicitado en estos Criterios de Evaluación, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño basa el desarrollo de su sistema de evaluación continua en dos pilares fundamentales: la flexibilidad de calendario para la realización de actos de evaluación y la diversidad de los mismos, con lo que persigue el establecimiento de un sistema evaluador versátil que pueda adaptarse de manera efectiva a las particularidades de las diversas titulaciones y asignaturas que se imparten en la Escuela.

En relación al primer pilar fundamental, la flexibilidad de calendario, la Escuela ha fijado un calendario docente compuesto por 16 semanas lectivas por semestre en el que se recogen el inicio y final de las clases, se facilita la evaluación al inicio y final de cada semestre estableciendo un periodo específico para ello y se establece también la fecha límite para la presentación de las actas de las asignaturas. Asimismo, el calendario permite la evaluación continuada mediante el establecimiento de cualquier tipo de acto de evaluación a lo largo del curso dentro de su correspondiente horario lectivo.

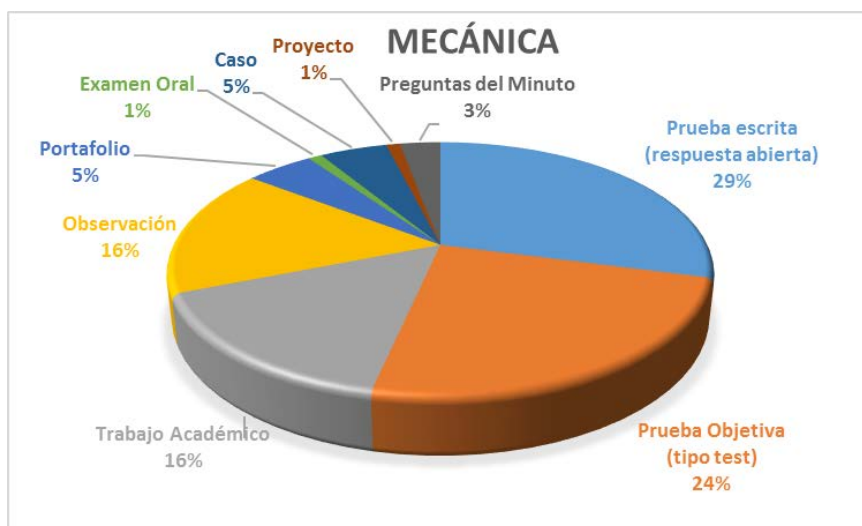
En cuanto al segundo pilar, la diversidad de actos de evaluación, tanto el calendario docente como los Criterios de Evaluación anteriormente descritos permiten el desarrollo de una amplia variedad de actos y metodologías de evaluación a lo largo del curso académico. Esta diversidad metodológica queda reflejada en las distintas titulaciones que se imparten en la Escuela, y también en la Escuela como conjunto, de la siguiente manera:

Nicolás Laguarda Miró, Enrique Ballester Sarrias, Ricardo Pérez Herrerías, Bernardo Álvarez Valenzuela y Claudia Conesa Domínguez

Grado en Ingeniería Mecánica.

Para el Grado en Ingeniería Mecánica, la evaluación continua se desarrolla mediante la realización de diversos tipos de prueba a lo largo de la carrera y distribuidos entre las asignaturas de acuerdo a lo que se describe en cada una de sus respectivas guías docentes. Así, como puede verse en la figura 1, aunque la prueba predominante sea la escrita (es decir, el examen tradicional de respuesta abierta) representando un total del 29% de las pruebas desarrolladas a lo largo del Grado, también es mayoritariamente usada la prueba objetiva o tipo test que, sumando un total del 24% de las pruebas, le sigue muy de cerca. El conjunto de estos dos tipos de prueba representan el 53% del total de las pruebas de evaluación en este Grado, lo que significa que aproximadamente la mitad de las pruebas son de alguno de estos dos tipos.

Figura 1. Distribución de los distintos tipos de prueba de evaluación para el Grado en Ingeniería Mecánica



Por otra parte, la otra mitad del total de las pruebas de evaluación que se realizan en este título, exactamente el 47%, se reparten entre una amplia variedad de metodologías de evaluación. Así, se tiene que el trabajo académico representa el 16% del total de las pruebas del Grado. El mismo porcentaje ostentan las pruebas por observación del trabajo del alumno en el aula, lo que significa que, sumando estas dos cifras, un 32% del total de las pruebas de evaluación recogen directamente la demostración del trabajo objetivo del alumno en el aula o fuera de ella. El restante 15% de las pruebas se reparte entre modalida-

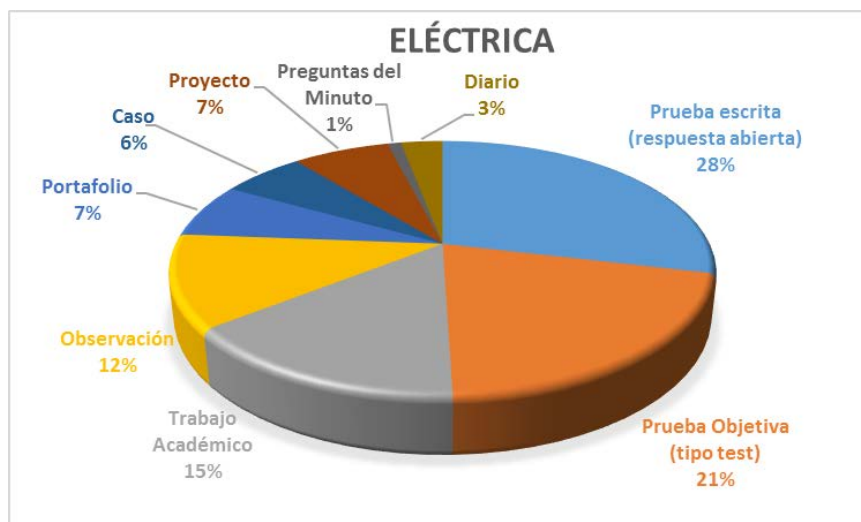
La evaluación continua en la ETSID

des muy diversas como el portafolio con un 5%, la resolución de casos concretos también con un 5%, el desarrollo de baterías de preguntas “del minuto” que representa un 3% de las pruebas, el examen oral con un 1% y el desarrollo de proyectos también con un 1% del total de las pruebas de la titulación.

Grado en Ingeniería Eléctrica

Las pruebas para la realización de la evaluación continua en el Grado en Ingeniería Eléctrica se distribuyen también de acuerdo a lo descrito en las guías docentes de cada una de las asignaturas de la titulación. En la figura 2, se representa la variedad de tipologías para esta titulación y los porcentajes de cada tipo de prueba respecto al total de pruebas realizadas. Puede observarse que la distribución es bastante similar a la presentada con anterioridad para la titulación de Ingeniería Mecánica, aunque en este caso existen ligeras variaciones en los porcentajes y la desaparición de algún tipo de prueba para dejar paso a otras tipologías de evaluación distintas. Así, la prueba mayoritaria para el Grado en Ingeniería Eléctrica es la prueba escrita (o de respuesta abierta) que representa el 28% del total de pruebas de evaluación. Le sigue de cerca la prueba objetiva (o tipo test) con un 21%, lo que significa que, al igual que en el caso anterior, prácticamente la mitad del total de pruebas de evaluación que se desarrollan en la titulación son de alguno de estos dos tipos (en este caso, exactamente el 49%).

Figura 2. Distribución de los distintos tipos de prueba de evaluación para el Grado en Ingeniería Eléctrica



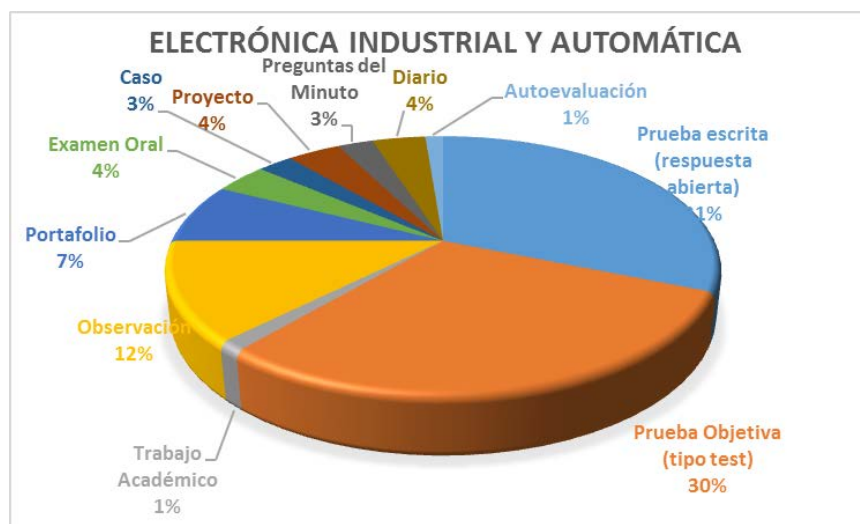
Nicolás Laguarda Miró, Enrique Ballester Sarrias, Ricardo Pérez Herrerías, Bernardo Álvarez Valenzuela y Claudia Conesa Domínguez

El 51% restante se distribuye de manera diferente entre otros siete tipos distintos de pruebas de evaluación. Comenzando por orden de relevancia en porcentaje, destaca el trabajo académico con un 15%, seguido de la observación objetiva en clase con un 12%. El desarrollo de proyectos y la presentación del portafolio representan cada uno un 7% de las pruebas, y con porcentajes menores, aparecen el estudio de casos con un 6%, la redacción de Diarios con un 3% y el desarrollo de baterías de preguntas del minuto con un 1% del total de las pruebas realizadas en la titulación.

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Para el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, la distribución de metodologías de evaluación de acuerdo con lo descrito en las guías docentes de las asignaturas, se representa en la figura 3. Puede verse que existen algunas diverencias remarcables respecto a las metodologías de evaluación utilizadas y los porcentajes de cada uno de los tipos de prueba. Así, aunque sigue siendo la prueba escrita (o de respuesta abierta) la mayoritaria con un 31%, le sigue muy de cerca la prueba objetiva (o tipo test) con un 30%. Estos dos tipos de evaluación constituyen en conjunto casi dos tercios del total de pruebas de evaluación realizados en este Grado (exactamente un 61%), aunque la diversidad de metodologías de evaluación en el tercio restante es notable.

Figura 3. Distribución de los distintos tipos de prueba de evaluación para el Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.



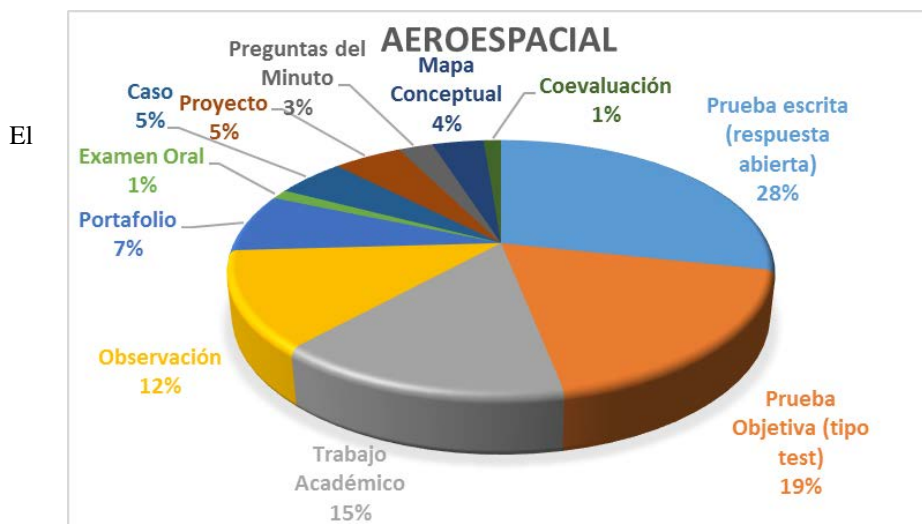
La evaluación continua en la ETSID

Así, el 39% restante de pruebas de evaluación en este título se distribuyen de manera bastante equitativa entre nueve tipologías distintas de prueba. Destaca la observación objetiva del trabajo del alumno con un 12% y la presentación del portafolio con un 7%. Porcentajes menores presentan el desarrollo de proyectos, la redacción de Diarios y el examen oral todos con un 4%, mientras que empatan representando el 3% del total de las pruebas el desarrollo de casos en clase y la realización de baterías de preguntas “del minuto”. Cierra este grupo la autoevaluación con un 1%.

Grado en Ingeniería Aeroespacial

De acuerdo a lo descrito en las guías docentes de las asignaturas del Grado en Ingeniería Aeroespacial, la distribución de metodologías de evaluación y sus porcentajes respecto del total son los que se muestran en la figura nº4. En este caso se observan significativas diferencias respecto de lo descrito para las tres ingenierías anteriormente estudiadas. Así, en este caso, aunque la prueba escrita (o de respuesta abierta) sigue siendo la mayoritaria con un 28% del total de pruebas de evaluación en la titulación, también tienen porcentajes destacables la prueba objetiva (o tipo test) con un 19%, el desarrollo de trabajos académicos con un 15% y la observación del trabajo del alumno en clase con un 12%. La suma de estos cuatro principales métodos de evaluación representa prácticamente las tres cuartas partes del total de las pruebas para los Ingenieros Aeronáuticos (exactamente el 74%).

Figura 4. Distribución de los distintos tipos de prueba de evaluación para el Grado en Ingeniería Aeroespacial.



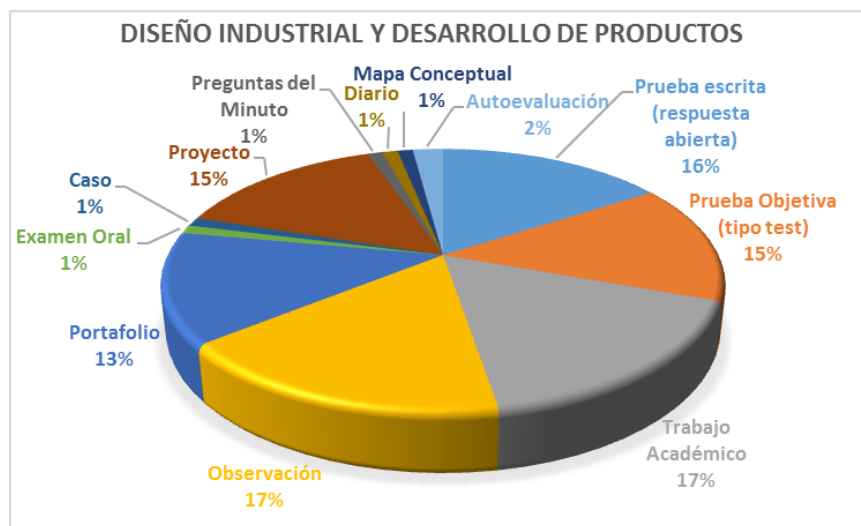
Nicolás Laguarda Miró, Enrique Ballester Sarrias, Ricardo Pérez Herrerías, Bernardo Álvarez Valenzuela y Claudia Conesa Domínguez

26% restante se distribuye en este caso entre siete metodologías distintas como son el portafolio con un 7%, el desarrollo de proyectos y de casos concretos, ambos con un 5%, el desarrollo de mapas conceptuales con un 4%, las baterías de preguntas “del minuto” con un 3% así como también el examen oral y la coevaluación ambas con un 1% del total de las pruebas de evaluación en la titulación.

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Para el caso del Grado en Ingeniería del Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, las metodologías de evaluación y sus porcentajes reflejan una situación notablemente diferente del resto de titulaciones impartidas en la Escuela. Así, de acuerdo a lo descrito en las guías docentes de las asignaturas en esta titulación, no existe una metodología de evaluación que sea mayoritaria sino una distribución bastante homogénea de las pruebas entre seis tipologías distintas. Con un 17% del total de los actos de evaluación se encuentran el desarrollo de trabajos académicos y la observación del trabajo del alumno en clase, seguidos muy de cerca por las pruebas escritas (o de respuesta abierta) con un 16%, las pruebas objetivas (o tipo test) y el desarrollo de proyectos ambos con un 15% y el portafolio con un 13% del total de las pruebas de evaluación de esta titulación. En total, suman el 93% de los actos de evaluación para los Ingenieros en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos.

Figura 5. Distribución de los distintos tipos de prueba de evaluación para el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos.



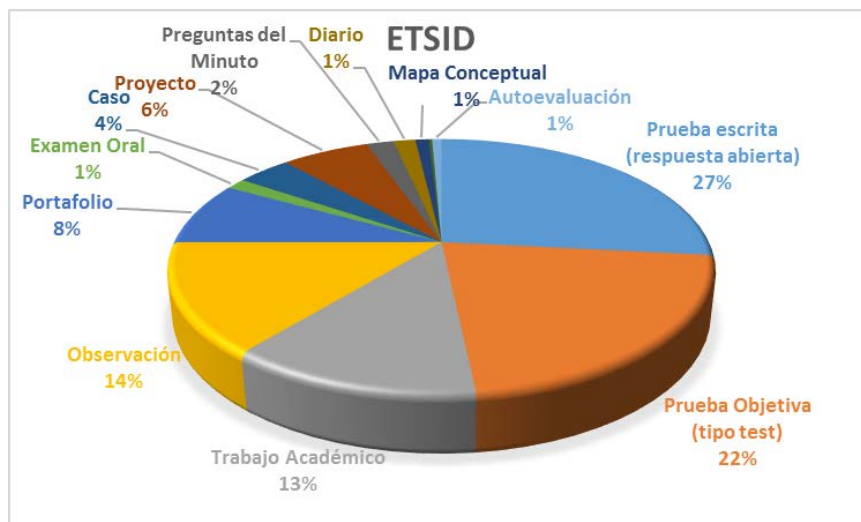
La evaluación continua en la ETSID

El resto de las pruebas, que suman un 7% del total, se distribuyen en pequeños porcentajes entre la autoevaluación con un 2%, y el examen oral, las baterías de preguntas “del minuto”, el desarrollo de casos, de diarios de asignatura y el diseño de mapas conceptuales todos ellos con un 1% cada uno.

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.

La suma y distribución por tipologías de las pruebas de evaluación realizadas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño en el conjunto de sus cinco titulaciones de Grado refleja una situación como la que se muestra en la figura 6. Se observa que, en conjunto, la prueba escrita (o de respuesta abierta) es la mayoritaria con un 27% del total de las pruebas, seguida de la prueba objetiva (o tipo test) con un 22%. La suma de estas dos metodologías de evaluación suman prácticamente la mitad del total de las pruebas desarrolladas en las titulaciones de Grado impartidas en la Escuela (exactamente el 49%).

Figura 6. Distribución de los distintos tipos de prueba de evaluación para el conjunto de titulaciones de Grado impartidas en la Escuela.



Además, la realización de observaciones sobre el trabajo del alumno en el aula (14%) y el desarrollo de trabajos académicos (13%) también suman, con un considerable 27% total, algo más de la cuarta parte del global de pruebas de evaluación que se realizan en los distintos Grados de la Escuela. Si se suman estos dos últimos porcentajes globales, el resultado es que las cuatro principales metodologías de evaluación utilizadas en la Escuela recogen algo

Nicolás Laguarda Miró, Enrique Ballester Sarrias, Ricardo Pérez Herrerías, Bernardo Álvarez Valenzuela y Claudia Conesa Domínguez

más de las tres cuartas partes del total de pruebas que se desarrollan en las titulaciones de Grado impartidas en la Escuela (exactamente un 76%).

El 24% restante de actos de evaluación, se distribuyen entre ocho diferentes metodologías como son: el portafolio con un 8%, el desarrollo de proyectos con un 6%, la resolución de casos concretos con un 4%, la realización de baterías de preguntas “del minuto” con un 2% y la autoevaluación, el diseño de mapas conceptuales y el examen oral todas ellas con un 1% cada una respecto del global de actos de evaluación de las titulaciones impartidas.

Resultados

Para el estudio de los resultados de la aplicación de la evaluación continua en la ETSID, se han considerado los datos de calidad y gestión publicados por la UPV para el curso académico 2013. A continuación se resumen en la Tabla 1 aquellos parámetros que se consideran más importantes para cada uno de los títulos impartidos en la Escuela.

Estos datos objetivos nos permiten realizar una lectura muy satisfactoria de la aplicación de la evaluación continua en la ETSID ya que cada uno de los indicadores presentados, muestra resultados muy positivos y, huyendo de comparaciones compulsivas con otros centros de la UPV, si que merecen ser destacados por estar en la media o por encima de la media de los resultados en esta Universidad.

Tabla 1. Indicadores de calidad y gestión de los títulos de la UPV 2013.

TITULACIÓN ETSID	Tasa de rendimiento	Tasa de abandono	Tasa de eficiencia	Tasa de matriculación	Tasa de oferta y demanda	Satisfacción media del alumnado	Satisfacción media profesorado	alumnos matriculados	alumnos ingresados	NOTA MEDIA
Ingeniería Aeroespacial	96,1%	5,4%	99,4%	102,5%	420%	6,99	7,36	466	139	7,18
Ingeniería Eléctrica	87,5%	8,7%	98,4%	114,1%	196,5%	6,35	7,69	420	160	6,49
Ingeniería Electrónica Industrial y Automática	91,1%	14,6%	99,1%	112%	249,3%	6,84	6,37	662	228	6,69
Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	93,8%	11,6%	96,3%	122,1%	384,3%	6,70	7,18	751	277	6,45
Ingeniería Mecánica	87,1%	9,7%	98,5%	117,1%	417,1%	6,53	7,32	863	321	6,32

La evaluación continua en la ETSID

Conclusiones

El Espacio Europeo de Educación Superior que surge del Proceso de Bolonia, persigue modernizar la Universidad europea adaptándola a la sociedad actual, el nuevo mercado de trabajo y las nuevas demandas y requerimientos formativos que cada vez más se exigen a los titulados universitarios.

En este sentido, uno de los aspectos de la Universidad que ha sido necesario abordar es el de la evaluación del alumnado entendiéndola como parte del proceso formativo, para adaptarla a la realidad de los nuevos estudios de Grado y Máster actuales. Para ello, la Universitat Politècnica de València ha desarrollado su actual Normativa de Régimen Académico y de Evaluación del Alumnado, que ha permitido, entre otras cosas, la implantación de la evaluación continua en la Universitat.

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, especialmente sensibilizada con la aplicación de las nuevas metodologías docentes y de evaluación, al amparo de la citada Normativa, ha desarrollado su propio marco regulador del sistema de evaluación continua en los títulos de la Escuela, basado en dos pilares fundamentales: la flexibilidad de calendario y la diversidad de metodologías de evaluación. Este marco regulador de la Escuela está recogido en los Criterios de Evaluación del Alumnado de la ETSID en las asignaturas de Grado y Master y consta de 5 puntos claros, lo que permite su adaptación a las particularidades de las distintas titulaciones y asignaturas impartidas por la escuela.

El modelo de evaluación continua implantado en la escuela está resultando muy exitoso a tenor de los indicadores objetivos de calidad y el feedback recibido por alumnos y profesores. Asimismo está sirviendo de referencia para el desarrollo de modelos de evaluación continua similares en otros centros.

Referencias

- Conference of ministers responsible for Higher Education (1999). *The Bologna Declaration*, Bologna.
- Conference of ministers responsible for Higher Education (2003). *Realising the European Higher Education Area*. Berlin.
- Comisión para la renovación de las metodologías educativas en la universidad (2006). *Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad*. Cátedra Unnesco, Ministerio de Educación y Ciencia, 285 pp.
- Cañizares, E., Hassan, H., Ballester, E., (2014). *Implantación de los cursos de adaptación a grado para las titulaciones de ingeniería de la rama industrial y aeronáutica*. Libro de Resúmenes, 22 CUIEET 2014, Almadén, 218pp.

Nicolás Laguarda Miró, Enrique Ballester Sarrias, Ricardo Pérez Herrerías, Bernardo Álvarez Valenzuela y Claudia Conesa Domínguez

- Molina Palomares, M.P., Ballester Sarrias, E., Pérez Herrerías, R., Álvarez Valenzuela, B., Saiz Jiménez, J.A.(2014). *Metodología para valorar el estado de las competencias en titulaciones de grado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la UPV*. Libro de Resúmenes, 22 CUIEET 2014, Almadén, 218pp.
- Laguarda-Miró, N., García Breijo, E., Ibáñez Civera, J., Gil Sánchez, L., Conesa Domínguez, C., Olguín Pinatti, C., (2014). From “Sustainable Development and Environmental Ethics” to “Environmental Technology”. Adapting sensitization subjects to the new degrees, Proceedings INTED 2014, Valencia. 7723 pp.
- BOE (2001). *Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre de Universidades*. Gobierno de España, 2001
- BOE (2007). *Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. Gobierno de España,, 2007.
- BOE (2010). *Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*. Gobierno de España, 2010.
- DOCV (2011). *Decreto 182/2011, de 25 de noviembre, del Consell, por el que se aprueban los Estatutos de la Universitat Politècnica de València*, Generalitat Valenciana.
- Consejo de Gobierno (2010). *Normativa de Régimen Académico y de Evaluación del Alumnado*. Universitat Politècnica de València, Valencia, 19 pp.
- Junta de Escuela (2014). *Acta de la Permanente de la Junta de Escuela celebra da el 19 de Mayo de 2014*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. Universitat Politècnica de València, Valencia, 4 pp.
- Molina Palomares, M.P., Ballester Sarrias, E., Pérez Herrerías, R., Álvarez Valenzuela, B., Saiz Jiménez, J.A.(2014). *Metodología para valorar el estado de las competencias en titulaciones de grado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la UPV*. Libro de Resúmenes, 22 CUIEET 2014, Almadén, 218pp.

Implementación de una metodología de corrección automatizada usando el campus virtual y herramientas externas. Aplicación práctica en asignaturas del ámbito de la termotecnia.

J.Grau^a, J.Príncipe^a, J.López^b, R.Torres^a, V.Bitrian^a, J.A.García-Alzórriz^c y A.Fontanals^a

^a Dep. Mecánica de Fluidos, EUETIB, C/ Comte d'Urgell, 187, 08036, Barcelona, 934137259, Fax: 934137401, joan.grau@upc.edu, javier.principe@upc.edu, ricardo.torres@upc.edu, vicente.bitrian@upc.edu, alfred.fontanals@upc.edu, ^b Dep. Física e Ingeniería Nuclear, EUETIB Josep.lopez-lopez@upc.edu, ^c Dep. Ing. Eléctrica, EUETIB juan.antonio.garcia-alzorriz@upc.edu

Abstract

This paper presents the implementation of a methodology for automatic correction applied to personalized learning activities. Students deliver activities through a file that has a specified format, the file is delivered using the virtual campus. The correction is done with an application built for this purpose who works outside the virtual campus. Students have the results of the correction shortly after the deadline for delivery and have a second chance to deliver the corrected activity. Implementing the methodology was successful and has been used in two subjects in each are rated three different activities.

Keywords: automatic correction, virtual campus, delivery corrected.

Resumen

Esta comunicación presenta la implementación de una metodología de corrección automática aplicada a la corrección de actividades de aprendizaje personalizadas. Los estudiantes entregan las actividades mediante un fichero que tiene un formato especificado, este fichero se entrega usando el campus virtual. La corrección se realiza con un aplicativo construido con este fin que trabaja fuera del campus virtual. Los estudiantes disponen de los resultados de la corrección poco después de finalizar el plazo de entrega y disponen de una segunda oportunidad para entregar la actividad corregida. La implementación de la metodología ha sido satisfactoria y se ha usado en dos asignaturas, en cada una de ellas se han valorado tres actividades distintas.

Palabras clave: corrección automática, campus virtual, entrega corregida.

Implementación de una metodología de corrección automatizada usando el campus virtual y herramientas externas. Aplicación práctica en asignaturas del ámbito de la termotecnia.

Introducción

Para poder comprender y asimilar los conocimientos en materias aplicadas es importante que los estudiantes realicen actividades destinadas a la resolución de casos prácticos de estudio que les obliguen a trabajar conceptos y cálculos fuera de las sesiones presenciales. Después de la realización de dichas actividades, el estudiante necesita de una realimentación sobre el trabajo realizado que le permita conocer los apartados correctos y los que se deben revisar para poder obtener los conocimientos y competencias objetivo de la actividad. Si no se ha conseguido el objetivo deseado, una segunda oportunidad le puede permitir llegar a él de forma satisfactoria. Para que el proceso de aprendizaje sea efectivo no se debe demorar en el tiempo esta valoración y revisión posterior, con el objetivo de no solapar temáticas que se van cerrando con otras nuevas que se van abriendo.

Junto con esta premisa de trabajo que es la rápida valoración del trabajo realizado y la posibilidad de una posterior revisión se encuentra el hecho del elevado número de alumnos a gestionar en determinados cursos. En el trabajo que se presenta un curso tenía 54 alumnos y otro tenía 60.

Para poder hacer viable esta metodología se necesita llegar a un alto grado de automatización del proceso, primero en la recepción de la información entregada por cada estudiante, después en el procesado y valoración del trabajo realizado y finalmente en una gestión de los resultados obtenidos que permita a los estudiantes afrontar una revisión de la actividad y a los profesores una gestión correcta de la información generada.

Parte de estos trabajos pasan a formar parte de la valoración global de la materia de estudio hecho que implica que forme parte del proceso una valoración cuantitativa del mismo.

Las dos asignaturas a las que se ha aplicado esta metodología forman parte del plan de estudios de los Grado en Ingeniería de la EUETIB. Una de las asignaturas es “Termodinámica y Transferencia de Calor” (TTC), asignatura común de segundo curso de todos los grados que se imparten en el centro. La otra asignatura es “Ingeniería Térmica” (ITM), en este caso es de tercer curso del grado en ingeniería mecánica. Una característica de estas dos asignaturas es el hecho de que la resolución de problemas o actividades necesita de múltiples pasos (cálculos intermedios) y a la vez en bastantes casos se necesita incorporar datos de tablas de propiedades u otras fuentes de información.

El campus virtual del que se dispone en la EUETIB es el que tiene implementado la universidad para todos sus centros, se llama Atenea y está basado en Moodle. Este campus virtual permite muchas opciones de interacción y trabajo con los estudiantes pero en esta metodología se utiliza solo en una parte del proceso, se ha desestimado la implementación del proceso de corrección dentro del entorno y se ha programado con herramientas externas que han permitido desarrollar esta tarea de una forma más eficiente. El campus virtual se ha

J.Grau, J.Príncipe, J.López, R.Torres, V.Bitrian, J.A.García-Alzórriz y A.Fontanals

usado como herramienta de gestión de las actividades pero no como herramienta de corrección de las mismas.

Primero se describirá la metodología implementada para poder gestionar correctamente estas actividades y después se pasarán a comentar unos primeros resultados obtenidos fruto de su aplicación a las asignaturas antes mencionadas.

Metodología

Los objetivos de la metodología que se desea implementar son:

- Gestión de actividades de aprendizaje de cierta complejidad.
- Corrección rápida de las actividades presentadas.
- Información detallada de la corrección a los estudiantes.
- Posibilidad de una segunda entrega revisada.
- Gestión ágil de toda la información generada.

Para poder lograr estos objetivos se debe incidir en:

- Diseño de la actividad.
- Diseño de la gestión documental.
- Diseño de la aplicación de corrección.

El planteamiento que se realiza es utilizar el campus virtual para facilitar los enunciados de las actividades a los estudiantes y para centralizar la recogida de las actividades entregadas. También se utilizará para informar a los estudiantes de los resultados obtenidos y gestionar la entrega de una segunda versión revisada.

La corrección y generación de la información relacionada con la corrección se realizará desde una herramienta externa que permita:

- Acceder a la actividad entregada por cada estudiante.
- Obtener de ella los datos numéricos relevantes y contrastarlos con un patrón de resultados correctos.
- Generar un informe de resultados que contenga la información de todos los estudiantes.

Esta herramienta externa estará desarrollada con un lenguaje de programación y será única para la valoración de las diferentes actividades, centralizando en ella el proceso de corrección. Dentro de las múltiples posibilidades existentes, en esta implementación desarrollada se ha utilizado el entorno de procesamiento numérico Scilab (Scilab, 2015) La capacidad de cál-

Implementación de una metodología de corrección automatizada usando el campus virtual y herramientas externas. Aplicación práctica en asignaturas del ámbito de la termotecnia.

culo y de programación que incorpora permite tanto la preparación y resolución de las actividades como el desarrollo de una herramienta de corrección de las mismas.

Diseño de la actividad

La primera parte del diseño de la actividad pasa por una etapa más tradicional de selección de actividades formativas que sean adecuadas para la consolidación de conocimientos, habilidades y competencias.

Para conseguir que la actividad sea más aprovechada por los estudiantes y a la vez sea susceptible de una valoración cuantitativa se ha marcado la premisa de que cada estudiante tenga sus propios datos de trabajo. La actividad diseñada dispondrá de forma habitual de un enunciado genérico con un conjunto de datos comunes a todos los estudiantes y un conjunto de datos particulares para cada uno.

La generación automatizada de estos datos y de las correspondientes soluciones pasa por tener automatizada la resolución de la actividad con una herramienta de cálculo que disponga a la vez de capacidades de programación. La capacidad de programación ha de permitir asignar una lista de valores posibles para los datos particulares de cada estudiante y con ellos generar la lista de casos de estudio de la actividad, un caso diferente para cada estudiante. Esta misma herramienta debe permitir incorporar el procedimiento de cálculo, mas o menos complejo (con la posibilidad de consultar tablas de propiedades) para generar a partir de los casos de estudio los resultados correctos correspondientes.

Tal como se ha comentado anteriormente, para esta tarea se ha utilizado Scilab. Mediante estructuras de programación iterativas se generan los diferentes casos, usando sus capacidades de cálculo se resuelven y finalmente se generan los ficheros de datos y resultados de la actividad. El fichero de datos se utiliza para insertar en el enunciado de la actividad la relación de casos de estudio particularizados para cada estudiante y el fichero de resultados será utilizado posteriormente por la aplicación de corrección para verificar los resultados entregados por los estudiantes.

Este aplicativo que se genera para cada actividad tiene una parte común que engloba la gestión de los parámetros de entrada propios de cada caso, el proceso iterativo que recorre todos los estudiantes para generar los distintos casos y la gestión del fichero de datos y del fichero de resultados. La parte diferenciada es propiamente la rutina de cálculo junto con los parámetros de entrada y salida propios de cada actividad.

Dentro de esta etapa de diseño de la actividad se debe hacer incapié en el formato de documento que permita al estudiante introducir los resultados de la actividad realizada de una forma que sean fácilmente identificables por una herramienta de corrección.

J.Grau, J.Príncipe, J.López, R.Torres, V.Bitrian, J.A.García-Alzórriz y A.Fontanals

Para dicha tarea y como primera versión de la implementación de la metodología, se ha decidido trabajar con ficheros de texto simples que incorporen la información de identificación de los estudiantes y los resultados obtenidos. Junto con el enunciado facilitado al estudiante se facilita un segundo documento que es un fichero de texto plano que el estudiante debe editar para incorporar sus datos identificativos y los resultados obtenidos.

A partir de aquí se ha definido el formato de entrega de la actividad resuelta por parte del estudiante. Por una parte está el documento de texto que incorpora los datos identificativos y los resultados. Este documento tiene un formato establecido bastante rígido usando el formato csv (CSV, 2015) y escogiendo como separador el “;”, en la **figura 1** se puede ver un ejemplo. Por otra parte se entrega un documento con el desarrollo de toda la actividad en formato pdf. El fichero de texto permite una corrección rápida de la parte cuantitativa de la actividad y el fichero en formato pdf permite una revisión rápida de la presentación y desarrollo de la actividad sin necesidad de incidir en el detalle de los cálculos que ya han estado valorados.

Figura 1. Formato del fichero de texto

12	; Núm. orden
22334455M	; DNI
Perez Lopez	; Apellidos
Andres	; Nombre
1,0	; entalpía del agua hw0, en kJ/kg
1,0	; entalpía del agua hw1, en kJ/kg

Diseño de la gestión documental

Como resultado del apartado de diseño de la actividad se han obtenido diversos documentos de trabajo:

- Enunciado descriptivo de la actividad a desarrollar. Este enunciado deberá estar referido a parámetros genéricos que posteriormente se particularizarán con valores diferentes para cada estudiante.
- Aplicativo propio de cada actividad que incorporará el conjunto de datos a usar y la rutina de cálculo. Este aplicativo generará el fichero de casos de estudio y el de resultados.
- Fichero en formato texto adaptado a la actividad con los campos a rellenar por los estudiantes.
- Fichero con la explicación de la resolución de la actividad, realizado por cada estudiante y entregado en formato pdf.

Implementación de una metodología de corrección automatizada usando el campus virtual y herramientas externas. Aplicación práctica en asignaturas del ámbito de la termotecnia.

El enunciado de la actividad se debe completar con la relación de estudiantes del curso y con los casos de estudio propios de cada estudiante.

El documento con el enunciado de la actividad se publica en el campus virtual para que los estudiantes conozcan la actividad a realizar y los datos a usar.

Se habilitan en el campus virtual dos entregas de documentación, una para recoger los documentos en formato texto y otra para recoger los documentos en formato pdf.

Una vez finalizado el plazo de entrega se accede al campus virtual y se descargan los ficheros del campus virtual al ordenador local. Esta gestión es relativamente simple y permite descargar todos los ficheros entregados en un solo proceso. Una vez en el ordenador local se puede pasar al proceso de corrección.

Para realizar la corrección, el aplicativo de corrección debe acceder al fichero con la lista de estudiantes del curso, al fichero con la relación de resultados para cada caso y al conjunto de ficheros de texto con los resultados entregados por cada estudiante. Con el procesado de los ficheros de texto se generará un fichero de resultados de la corrección, cada fila incorporará los datos del estudiante y los resultados de la corrección. Se indicará si se considera correcta o no una respuesta y se valorará el error relativo que incorpora respecto del valor correcto, esta información está destinada a que el estudiante pueda revisar la actividad y, si es el caso, realizar una segunda entrega corregida.

El fichero con los resultados de la corrección se escribirá en formato csv para facilitar su gestión desde una hoja de cálculo, y permitir así, de una forma ágil, su gestión junto con otras actividades dentro del curso.

La gestión de la entrega revisada requerirá que se habiliten en el campus virtual las nuevas entregas de documentos.

Diseño de la aplicación de corrección.

Para poder realizar la corrección de las actividades entregadas el aplicativo de corrección debe poder acceder a diferentes fuentes de información, por una parte al fichero con la lista de estudiantes del curso, por otra parte al fichero con los resultados de cada caso y finalmente, de forma secuencial, a los distintos ficheros de resultados entregados por los estudiantes para procesarlos.

En esta primera implementación de la metodología se ha usado un formato para la entrega de resultados por parte de los estudiantes que es susceptible de incorporar errores. Se ha generado un fichero de texto patrón que el estudiante debe editar rellenar con sus datos y resultados. Para evitar posibles errores de identificación del estudiante se ha implementado un procedimiento redundante en el aplicativo de corrección. El estudiante debe indicar por

J.Grau, J.Príncipe, J.López, R.Torres, V.Bitrian, J.A.García-Alzórriz y A.Fontanals

una parte su número de orden en la lista del curso, y a la vez debe indicar su nombre y apellidos junto con el DNI.

El aplicativo de corrección obtiene del fichero de resultados el número de orden del estudiante, con este número accede al fichero de la lista del curso y obtiene los datos identificativos del estudiante, por otra parte accede al fichero de resultados y obtiene los resultados correctos para el estudiante en cuestión. Con la comparación de los resultados facilitados por el estudiante y los resultados correctos se realiza la corrección.

Para cada estudiante se genera un registro (fila) en el fichero de resultados de la corrección que incorpora los datos identificativos obtenidos del fichero lista del curso, a continuación los datos identificativos obtenidos del fichero entregado por el estudiante. Esta duplicidad de información es útil a la hora de detectar casos de estudiantes con una identificación errónea. Se complementa la información con la valoración de cada respuesta y al final se da un resultado de 0 a 10 como valoración de la actividad.

El fichero con los resultados de la corrección se puede gestionar de forma fácil con una hoja de cálculo, permitiendo verificar la identificación de los estudiantes a partir de la información redundante que incorpora y permite la publicación rápida de los resultados de la corrección numérica de la actividad.

Resultados

Dado que ha sido la primera implementación de la metodología el esfuerzo principal se ha realizado en su implementación práctica, pero en paralelo se ha intentado trabajar en dos asignaturas diferentes y con planteamientos diferentes en la elección de las actividades para poder realizar un análisis posterior de los resultados obtenidos.

La metodología descrita se ha aplicado a dos asignaturas, TTC y ITM. Para cada una de las asignaturas se han escogido tres actividades a realizar a lo largo del curso. Estas actividades están seleccionadas para reforzar el estudio de actividades realizadas en las clases presenciales, se caracterizan por tener una complejidad más elevada a las desarrolladas en dichas clases.

La discusión de los resultados se centrará en dos puntos, por una parte se analizarán los resultados de la implementación de la metodología y por otra parte se realizará un primer análisis desde el punto de vista de los resultados académicos obtenidos por los estudiantes.

Implementación de la metodología

Después de la etapa de diseño conceptual que permite entrever la viabilidad de la metodología propuesta se pasa a su implementación desarrollando los aplicativos necesarios para su correcto funcionamiento y definiendo los formatos al detalle para poder gestionar la información.

Implementación de una metodología de corrección automatizada usando el campus virtual y herramientas externas. Aplicación práctica en asignaturas del ámbito de la termotecnia.

Esta primera versión se realiza en el marco de la asignatura de ITM por el hecho de ser una asignatura de especialidad y de tener alumnos de tercer curso.

La metodología desarrollada funciona pero se detectan dos puntos débiles, por una parte el formato de fichero de texto utilizado para recoger los datos identificativos de los estudiantes y los resultados obtenidos y por otra parte el proceso de creación del aplicativo propio de la actividad.

El fichero de texto incorpora errores de identificación de estudiantes y incorpora errores de introducción de datos.

Los errores de identificación se dan básicamente por que el estudiante no indica correctamente su número de orden en la lista, en varios casos dejan el valor por defecto del fichero que se facilita para editar.

Para evitar este error se incide más en la información de cómo deben proceder.

También aparecen errores en el proceso de corrección por el hecho de dejar apartados sin responder, el aplicativo de corrección necesita que todos estén respondidos. Para evitar dicho problema se indica que las respuestas en blanco se sustituyan por -9999999999.

La debilidad del formato de fichero de texto hace que se plantee su generación de forma automática mediante un aplicativo creado a tal efecto. El desarrollo de este aplicativo se pone a nuevas implementaciones de la metodología.

Tabla 1. Errores de formato en la entrega

	TTC	ITM
A1	32	15
A2	3	3
A3	0	0

Cabe señalar al respecto que después de una primera actividad más problemática con el tema de los formatos, en las actividades sucesivas este problema queda reducido a mínimas incidencias. En la **tabla 1** se puede apreciar que en las primera actividad de TTC y de ITM los errores de formato en el fichero entregado son elevados, con la segunda actividad desciende a 3 y con la tercera actividad ya no aparecen errores.

El segundo punto débil encontrado es la generación del aplicativo de la actividad. En un principio este era diferente para cada actividad y hacía laborioso el desarrollo. En este aspecto, al ir realizando los aplicativos para las seis actividades realizadas se va mejorando

J.Grau, J.Príncipe, J.López, R.Torres, V.Bitrian, J.A.García-Alzórriz y A.Fontanals

su gestión y se consigue un diseño con una estructura básica común y una parte variable dependiendo de las características propias de la actividad.

Se termina esta primer cuadrimestre de trabajo con esta metodología con una herramienta funcional y testeada que permite alcanzar los objetivos planteados al inicio.

Resultados académicos obtenidos

Un objetivo adicional de esta metodología es incidir de forma positiva en el rendimiento académico de los estudiantes. No se dispone de suficientes datos para hacer un estudio por-menorizado al respecto pero si que se puede hacer un primer análisis de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de evaluación y los obtenidos en las actividades entregadas.

Para hacer este estudio se analizarán las dos asignaturas por separado. En los dos casos los parámetros de estudio són muy parecidos, en las dos asignaturas se han realizado tres actividades y en las dos asignaturas se realizan dos exámenes parciales que cubren todo el temario.

Para las dos asignaturas se presentará la correlación de los resultados de las tres actividades con el resultado total de los exámenes parciales (**figura 2 y figura 3**).

Figura 2. Relación entre nota total de las actividades (A_tot) y nota total de exámenes (Tot_Ex) para TTC

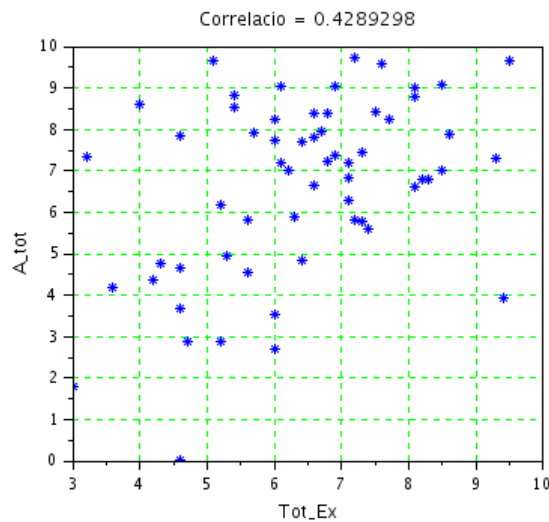
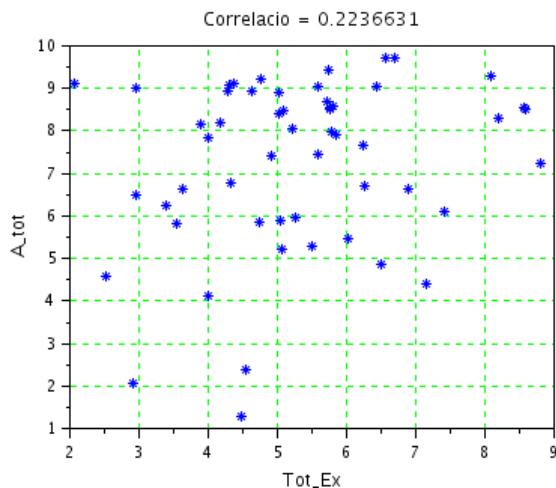


Figura 3. Relación entre nota total de las actividades (A_tot) y nota total de exámenes (Tot_Ex) para ITM

Implementación de una metodología de corrección automatizada usando el campus virtual y herramientas externas. Aplicación práctica en asignaturas del ámbito de la termotecnia.



Se puede apreciar en la figura 2 una mayor correlación entre los resultados de los exámenes y el resultado global de las actividades. En la figura 3 se observa una baja correlación al respecto. A falta de un estudio más profundo se vislumbra una mejor selección de las actividades en el caso de la asignatura 1 respecto de la 2 si se valora a partir de la correlación de su efecto sobre la nota global de los exámenes realizados.

Conclusiones

Después de un primer semestre de implementación y utilización de la metodología propuesta se puede concluir que la duda inicial sobre su viabilidad ha quedado desvanecida.

A nivel técnico ha sido posible desarrollar los diferentes aplicativos necesarios para su correcto funcionamiento, también se han especificado los formatos de los documentos de trabajo de forma satisfactoria.

El resultado de la utilización de la metodología en las dos asignaturas se valora como muy positivo. Se ha observado una actitud de trabajo y superación en los estudiantes. Poder disponer de una corrección rápida y detallada de la actividad entregada con el añadido de la opción de una segunda entrega revisada actúa como una motivación extra que puede incidir en una mejora del rendimiento.

Se va a continuar con la implementación de esta metodología de trabajo, en un próximo semestre se plantea el objetivo de incidir más en la selección de los contenidos y en una mejora de la implementación técnica en lo que atañe a la generación más automatizada del fichero de resultados por parte de los estudiantes.

J.Grau, J.Príncipe, J.López, R.Torres, V.Bitrian, J.A.Garcia-Alzórriz y A.Fontanals

Referencias

Ferro C., Martínez A.I., Otero M.C. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EDUTEC Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 29.

Salinas J. (2004). *Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria*. RUSC, Universities and Knowledge Society Journal, ISSN-e 1698-580X. Ed. FUOC. 1 (1)

CSV, 2015 enlace WWW, <https://es.wikipedia.org/wiki/CSV>

Scilab, 2015 enlace WWW, <http://www.scilab.org/>

Una iniciativa para fomentar el trabajo continuo en ingeniería acústica: del laboratorio a casa

Héctor Climent, Francisco José Arnau, Roberto Navarro y Pedro Martí-Aldaraví

CMT Motores Térmicos, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, España, Tel. 963 877 650, hcliment@mot.upv.es

Abstract

This paper deals with an experience used in the course “Machinery diagnosis based on Noise Analysis” in the Maintenance Engineering Master in the Polytechnic University in Valencia, Spain. During the course, in order to understand more easily the heavy mathematical content, the students perform a practical work by registering noise from own machines and applying signal processing techniques learnt during the course. Thanks to the widely use of smartphones and personal computers with specific software available for signal processing, the students are able to advance on their own and analyze the noise radiated from the machine they choose and understand its behavior. The main characteristics of the course needed for the application of the methodology are discussed. The experience has been well accepted by the students as demonstrated by the results of the University official polls. A couple of examples of the works performed by the students are also presented.

Keywords: self assessment, continuous learning, home-work, motivation.

Resumen

En este trabajo se presenta una experiencia usada en la asignatura “Diagnóstico por Análisis del Ruido” del Máster en Ingeniería del Mantenimiento de la Universitat Politècnica de València. En esta, para asimilar más fácilmente el fuerte contenido matemático, los alumnos configuran un trabajo práctico realizando medidas acústicas en máquinas o dispositivos propios y aplican las herramientas de análisis de señales a medida que se van presentando en la asignatura. Gracias al uso extendido de dispositivos de grabación de audio y al software de procesado de señales, el alumno, en su casa, es capaz de “visualizar” el ruido producido por la máquina de su elección y obtener información relevante sobre su funcionamiento. Se discuten las características que sería deseable que tuviera una asignatura para una aplica-

Una iniciativa para fomentar el trabajo continuo en ingeniería acústica: del laboratorio a casa

ción óptima de esta metodología. Esta iniciativa se ha aplicado en la asignatura con una gran aceptación por parte del alumnado al analizar los resultados de las encuestas oficiales de la UPV durante tres años consecutivos. Un par de casos de los trabajos realizados por alumnos se detallan en la publicación a modo de ejemplo.

Palabras clave: autoevaluación, aprendizaje continuo, trabajo en casa, motivación.

Introducción

Con la llegada de los títulos de Grado y de Máster, las nuevas asignaturas se adaptan al paradigma Bolonia (UK HE Educational Unit, 2015) y, lo que venían siendo recomendaciones para la mejora del proceso de aprendizaje (Heywood, 2000), se ha convertido en una asimilación real de sistemas de evaluación continua por parte de todos los actores: docentes y alumnos. La evaluación en el contexto de la educación superior es de vital importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje (Shipman, 2003). En particular, a lo largo de estos últimos años, el sistema de evaluación ha dejado de ser un acto puntual al final del camino, donde las consecuencias del mismo son irreversibles, para transformarse en una actividad que se lleva a cabo en paralelo con el proceso de enseñanza dando lugar al concepto de evaluación continua. Las experiencias de este sistema de evaluación suelen ser positivas también en la educación universitaria (Dixon, 1987) tanto en disciplinas sociales como, en el caso que nos ocupa, en enseñanzas técnicas (Christoforou, 2008).

Un paso más allá lo constituyen los sistemas de evaluación continua donde, gracias a las nuevas tecnologías de gestión de la información, es el propio alumno quien participa de forma directa en el proceso dando lugar a experiencias que mejoran la asimilación de los conocimientos de forma notable (Morales, 2012). Estos sistemas de autoevaluación continua son una herramienta muy útil por diferentes razones, tanto desde el punto de vista del alumnado como del docente. Para los primeros, por un lado, existe una motivación adicional para llevar la asignatura al día al compararse con sus pares y, por otro lado, se benefician de una posible atomización de la calificación final a lo largo del curso, evitando situaciones de estrés en actos evaluatorios únicos. Para los segundos el beneficio es inmediato puesto que es una actividad que, bien desarrollada (Tolosa, 2014), puede conllevar un incremento de su labor docente de forma considerable, como sí puede suceder con otros planteamientos, y que se pueda resentir la dedicación a tareas de investigación y/o gestión.

Dos sistemas prácticos muy usados para la evaluación continua son los tests (Mondragón, 2013) y el portafolio (Roldán, 2010; Sáez-Castillo, 2009). En la presente comunicación se presenta una experiencia basada en el uso de un sistema de autoevaluación continua en

H.Climent, F.J.Arnau, R.Navarro y P.Martí-Aldaraví

forma de trabajo individual. Las dos principales novedades que ostenta este trabajo es que, por un lado, la participación del alumno en la definición de su trabajo es fundamental y, por otro, gran parte del trabajo se realiza fuera de las horas lectivas. Además de la presentación de la experiencia, la hipótesis que se pretende validar es si el alumno percibe una mejor asimilación de los conceptos teóricos al aplicar la iniciativa realizada mediante el análisis de las encuestas oficiales realizadas por la universidad.

Esta metodología puede no ser extrapolable a otras disciplinas pero, en nuestra opinión, es idónea en la presente asignatura en la que concurren determinadas circunstancias que se detallan en la siguiente sección. En la sección de Metodología se describe el procedimiento llevado a cabo para la implantación de la experiencia y sus ventajas. A continuación se discutirán los resultados y, a modo de ejemplo, se presentarán de forma superficial dos casos prácticos realizados por alumnos. Por último, se extraerán las principales conclusiones de la experiencia realizada.

Contexto académico

La metodología que se presenta en este trabajo se ha aplicado a la asignatura “Diagnóstico por Análisis del Ruido”, que se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso en el Máster de Ingeniería del Mantenimiento de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) en la Universitat Politècnica de València (UPV).

Es importante destacar algunas características de la asignatura puesto que la metodología que se ha desarrollado podría no resultar efectiva en otras. El número de alumnos matriculados en la asignatura ronda los 30 alumnos reunidos en un único grupo de teoría y dos de prácticas. Si bien todos los alumnos que acceden a este máster proceden de titulaciones técnicas, también es cierto que hay diversidad en las disciplinas que dominan. Encontramos ingenieros mecánicos, eléctricos, químicos, industriales y de organización, entre otros, que desean aplicar sus conocimientos en el campo del mantenimiento. Además, al citado máster acceden alumnos de diferentes nacionalidades, lo que hace que la heterogeneidad de la situación de partida sea elevada.

La asignatura, de 4.5 créditos ECTS, compagina aspectos teóricos con la realización de prácticas de laboratorio. Sin entrar en demasiado detalle en el temario de la asignatura, para evitar la pérdida de generalidad de la metodología que se propone, sí cabe reseñarse algunas características del contenido de la misma. El objetivo de la asignatura es proporcionar al alumno el conocimiento de las bases esenciales de la acústica y del procesado acústico de la señal, con el fin de introducirlo en la utilización del ruido como elemento de diagnóstico del estado de máquinas. Se hace especial hincapié en la utilización de diferentes técnicas y su aplicación en medidas acústicas para el análisis del ruido de maquinaria, que constituye

Una iniciativa para fomentar el trabajo continuo en ingeniería acústica: del laboratorio a casa

una de las primeras aproximaciones al diagnóstico que se llevan a cabo en la práctica. La presentación de los aspectos teóricos de la acústica junto con el procesado de señales suele llevar asociada una fuerte componente matemática que el alumno suele tener olvidada de los primeros cursos de educación universitaria.

Una característica fundamental de la asignatura es que presenta un hilo conductor muy definido y que consiste en la aplicación de diferentes técnicas de procesado de señal. A nivel práctico, esto significa que sobre una misma señal acústica (ruido emitido por una máquina) es posible aplicar todas y cada una de las técnicas que se van presentando en la asignatura: análisis en dominio tiempo, en dominio frecuencia y técnicas tiempo-frecuencia. Este hecho podría llegar a hacer que la metodología que se va a presentar pueda ser utilizada en otras asignaturas de forma razonable o no.

Por último, pero no menos importante, cabe destacar las características de la asignatura en relación a sus prácticas. En estas, el alumno aprende a realizar medidas acústicas con equipamiento profesional sobre máquinas (en particular, en motores de combustión interna alternativos) disponibles en el laboratorio del Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la Universitat Politècnica de València. Asimismo, en aula informática, el alumno aprende a utilizar software (en particular, Matlab© de la compañía The MathWorks Inc.) para el tratamiento de las señales acústicas registradas en el laboratorio.

Metodología

Se describen a continuación las diferentes actividades necesarias para la puesta en marcha de esta iniciativa junto con su justificación, siendo el primer paso la presentación a los alumnos del trabajo individual protagonista de esta contribución. En nuestra opinión, el primer día de curso, durante la presentación del sistema de evaluación de la asignatura, es el mejor momento para introducirles este trabajo. Las características principales de este trabajo se detallan a continuación.

El trabajo es individual y original. La primera característica debe entenderse como que cada alumno realiza un trabajo y no como un impedimento al intercambio de ideas, herramientas y recursos utilizados durante la realización del mismo. La segunda característica se refiere a que cada alumno elige el título del trabajo y lo desarrolla sobre una máquina, o conjunto de ellas, sobre las que tenga curiosidad, gusto o formen parte de su entorno laboral. Esta, en nuestra opinión, es la característica fundamental de la iniciativa que se presenta. Inicialmente pensado para aumentar la motivación, creatividad e implicación de los alumnos, como consecuencia de esta originalidad del trabajo aparece un efecto colateral muy deseable que es la reducción del riesgo de plagio por razones obvias.

H.Climent, F.J.Arnau, R.Navarro y P.Martí-Aldaraví

Las herramientas necesarias para la realización del trabajo son cuatro: una máquina que produzca ruido, un dispositivo capaz de registrar sonidos, un ordenador con software para el procesado de señales y tiempo. Del software para el procesado de señales se hablará cuando se introduzca la práctica en aula informática. Centrémonos a continuación en los otros tres.

Ejemplos de máquinas que generen ruido hay muchos, tanto en entornos industriales (motores, bombas, compresores, sierras, etc.) como domésticos (lavadoras, motocicletas, coches, taladros, cepillos eléctricos, batidoras, microondas, drones, etc.). No es necesario que la máquina elegida esté dañada aunque sí es deseable que se pueda introducir un fallo de forma artificial (por ejemplo, se puede conseguir un desequilibrio leve en el giro de un ventilador fijando una pequeña masa en una de sus aspas). En cualquier caso siempre es posible conseguir diferentes condiciones de funcionamiento de la máquina, bien en cuanto al régimen de giro, bien en la potencia consumida. Incluso un registro de arranque o parada de la máquina proporciona información acústica relevante por motivos obvios.

Respecto al dispositivo de grabación la situación ha cambiado radicalmente en estos últimos años. No resulta descabellado indicar que todos los alumnos disponen en todo momento de un dispositivo para grabar y almacenar sonidos: el móvil (smartphone o teléfono inteligente). Estos elementos disponen hoy en día de micrófonos de calidad suficiente para registrar señales acústicas con elevadas frecuencias de adquisición. En determinadas circunstancias, incluso los micrófonos de bajo coste que se conectan a la tarjeta de sonido del ordenador para realizar audio/video conferencias proporcionan registros con calidad aceptable para los objetivos del curso.

El tiempo constituye un factor determinante en la calidad del trabajo a realizar. En este sentido, cuanto antes se comience el trabajo menos probabilidades de fracaso o calidad mediocre aparecerán. El trabajo debe ser asumido como continuo a lo largo del curso. La elección de la máquina a analizar y la realización de las primeras medidas deben efectuarse inmediatamente después de la primera práctica de laboratorio. Puesto que la dedicación del alumno fuera de las horas lectivas es importante, es aconsejable que el profesor dedique algunas horas de clase distribuidas a lo largo del curso para que los alumnos puedan desarrollar su trabajo en clase.

Estas sesiones consiguen varios objetivos. Por un lado, permiten la observación del trabajo de los alumnos por parte del profesor; circunstancia que obliga al alumno a un trabajo continuo. Por otro lado, permiten el intercambio de ideas entre alumno y profesor, sobre todo en las primeras etapas de definición del trabajo o puesta a punto del software de procesado de señal. Por último, permiten el flujo de información entre los alumnos, dándose muchas veces situaciones de sana competencia entre ellos o de sinergias y ayudas mutuas. Estos fenómenos conducen a ambientes de creatividad por mímica o extrapolación.

Una iniciativa para fomentar el trabajo continuo en ingeniería acústica: del laboratorio a casa

A nivel de programación de la asignatura, la ubicación temporal de las prácticas tiene una relevancia notable. Puesto que en las clases teóricas se describen las técnicas de análisis y procesado de señales, resulta obvio disponer lo antes posible de señales acústicas medidas en las prácticas de laboratorio. Si, durante la planificación de la asignatura antes del comienzo del curso académico, el adelanto de las sesiones prácticas a las primeras sesiones no fuera posible, se pueden utilizar en las clases teóricas señales registradas en cursos anteriores pero, en nuestra opinión, un alumno encuentra mayor motivación si aplica las técnicas explicadas en clase sobre una señal registrada por él mismo.

Además, la realización de las prácticas en las primeras etapas de la asignatura tiene un doble objetivo: por un lado, una de las prácticas se realiza en aula informática y consiste en realizar un curso básico del software que se empleará para procesar las señales; por otro lado, es necesario transmitir al alumno conceptos importantes sobre los aspectos metodológicos a tener en cuenta a la hora de realizar medidas acústicas. Por último, en una asignatura con fuerte contenido matemático, plantear aplicaciones prácticas lo antes posible disminuye el riesgo de abandono o agotamiento por parte de los alumnos.

En relación a la práctica de aula informática para la presentación del software necesario para el procesado de las señales conviene informar al alumnado de las diferentes alternativas que pueden ser razonables. En el caso de esta iniciativa, el software utilizado es Matlab©, de The MathWorks Inc., puesto que en la actualidad la UPV dispone de licencias necesarias para su instalación en los ordenadores de sus aulas de prácticas e incluso en los portátiles de los alumnos conectados a la red de la universidad. Además, Matlab© es un programa bastante utilizado en labores de ingeniería de propósito general en la industria con lo que aprender su manejo, aunque sea de forma básica, supone adquirir una competencia transversal muy interesante.

Puesto que un objetivo final de la presente iniciativa es fomentar el trabajo autónomo y creativo del alumno en casa, es imprescindible que este disponga del software de procesado de señal en su propio ordenador. Si, por razones ajenas al contenido de esta contribución, no es posible instalar Matlab© en el ordenador del alumno, existen alternativas libres que, al nivel que se exige en la asignatura, tienen las mismas funcionalidades. En particular, el alumno puede optar por la instalación de GNU Octave que, haciendo una traducción literal de fragmentos de su página web, es un lenguaje interpretado de alto nivel apropiado para cálculos numéricos, se puede instalar en diferentes plataformas (Windows, Mac y GNU/Linux) y es muy similar a Matlab© con lo que sus programas son fácilmente intercambiables.

La primera práctica de laboratorio, también planificada dentro de las primeras sesiones del curso académico, trata de los aspectos metodológicos para la realización de medidas acústicas. Se presentan dispositivos de grabación de sonido (micrófonos y sondas de intensidad,

H.Climent, F.J.Arnau, R.Navarro y P.Martí-Aldaraví

como los más importantes) y los sistemas necesarios para la adquisición y registro de las señales. Se realizan medidas acústicas en diferentes máquinas sobre las que se ha aplicado un fallo artificial. Estas medidas se efectúan en entornos no controlados desde un punto de vista acústico y también en una cámara anecoica disponible en las instalaciones del Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la UPV.

Se aconseja a los alumnos que lleven sus dispositivos de grabación (grabadoras, smartphones,...) a esta práctica y realicen las mismas medidas que las registradas con los equipos de investigación. De esta forma, puesto que las medidas realizadas por los equipos de la práctica son compartidas con los alumnos a través de la plataforma digital de la asignatura (poliformaT), estos podrían en cualquier momento realizar una comparación de las prestaciones entre estos y sus dispositivos de grabación.

Una vez finalizado el curso, se reservan unas sesiones para la presentación oral de los trabajos frente al profesor y el resto de compañeros de clase. El formato elegido es mediante proyección de una presentación con videoprojector, disponible en todas las aulas de la Escuela, de 10 minutos de duración seguido de 5 minutos de preguntas. Se prefiere este formato frente a la entrega de una memoria escrita por varias razones: a) el proceso de enseñanza-aprendizaje sigue en marcha para todos, pues el alumno que presenta recibe retroalimentación inmediata de su actividad y el resto de compañeros visualizan el trabajo y se comparan; b) la presentación oral es una competencia transversal de indudable utilidad práctica para los futuros ingenieros. Inmediatamente a continuación de la presentación, los alumnos valoran el trabajo de su compañero haciendo uso de la herramienta de Sondeos de la plataforma poliformaT de la asignatura, que se transforma en parte de la nota mediante la técnica de puntuación por categorías (“scoring rubrics”), (Tiseira, 2015). Este sondeo, hasta ahora, se configura para que la votación sea anónima y, una vez acabado el mismo, solo pueda ser el profesor quien vea los resultados.

Resultados y discusión

En esta sección se presentan dos apartados claramente diferenciados. En el primero de ellos se muestran dos ejemplos de trabajos individuales. En el segundo se analiza el impacto de la iniciativa sobre los resultados de las encuestas oficiales que realiza la UPV. Se considera relevante la presentación de estos ejemplos prácticos para demostrar el grado de implicación y motivación de los alumnos en el trabajo. Cabe reseñar que ambos constituyen ejemplos de trabajos de calidad intermedia desde un punto de vista técnico, ya de por sí muy alta, y por tanto su elección obedece más bien a criterios de facilidad de comprensión por parte del lector.

Una iniciativa para fomentar el trabajo continuo en ingeniería acústica: del laboratorio a casa

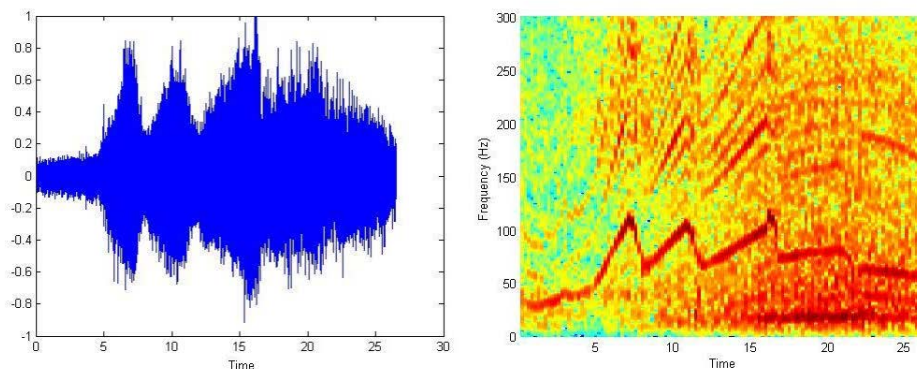
En el caso #A el alumno colocó un micrófono en el interior del capó de su vehículo tal y como se observa en la Figura 1. Dicho micrófono se conectó a la tarjeta de sonido de un portátil que manejaba el copiloto mientras el conductor circulaba. El objetivo principal del trabajo consistía en desarrollar una aplicación en tiempo real para la obtención del régimen de giro del motor a partir del ruido registrado por el micrófono.

Figura 1 Configuración experimental en el caso #A



La Figura 2 muestra parte de los resultados obtenidos en el caso #A. En particular, la figura de la izquierda muestra la señal temporal registrada por el micrófono. Se observa que la amplitud de la señal aumenta (es decir, hay más ruido) cuando el motor se acelera. Sin embargo poco más se puede decir de la señal en dominio tiempo. Un análisis en el dominio tiempo-frecuencia se muestra en la gráfica de la derecha a modo de espectrograma (precisamente de la señal azul). En este caso, las bandas rojas son indicativas de elevadas amplitudes en la señal y, en el eje vertical, es posible detectar las principales frecuencias excitadas (que tiene relación directa con el régimen de giro del motor) con el paso del tiempo. Resulta obvio decir que el alumno adquirió perfectamente los conceptos relacionados con el análisis tiempo-frecuencia.

Figura 2 Resultados de una aceleración del vehículo con cambios de marchas en el caso #A



H.Climent, F.J.Arnau, R.Navarro y P.Martí-Aldaraví

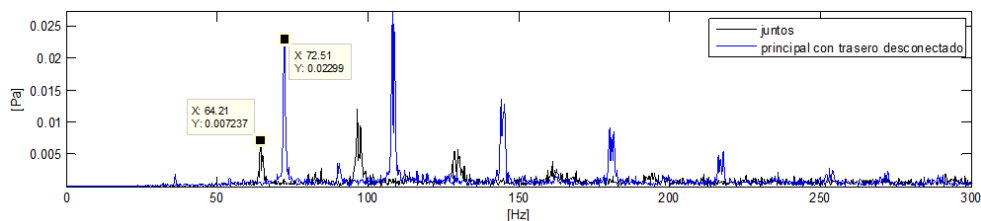
El caso #B corresponde con el análisis del ruido producido por un dron de ámbito doméstico tal y como se muestra en la Figura 3. En ella se observa la configuración experimental utilizada por la alumna, con el dispositivo de grabación (teléfono móvil) utilizado y el dron en la azotea de un edificio para evitar reflexiones de las ondas sonoras en paredes que puedan interferir en la señal acústica registrada. Así pues, esta alumna adquirió los conocimientos relacionados con la importancia del entorno en el proceso de medida.

Figura 3 Configuración experimental en el caso #B



La Figura 4 muestra los espectros de dos señales registradas con el dron en condiciones de funcionamiento diferentes para demostrar la adquisición de las competencias en relación al manejo del software de análisis y procesado de la señal. Se observan los cambios en las frecuencias excitadas por el dron en las señales acústicas grabadas.

Figura 4 Resultados de espectros en frecuencia en el caso #B



A continuación se trata de analizar el impacto que ha tenido la adopción de la presente iniciativa en la opinión de los alumnos frente al proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello, se han procesado los resultados de las encuestas oficiales que realiza la UPV durante los tres cursos académicos consecutivos (2012, 2013 y 2014) de los que se disponen encuestas. La iniciativa se implantó en 2013 por tanto se podrá comparar los resultados de estos dos últimos años frente a la situación de 2012. Las encuestas de 2011 no sirven para este propósito pues hasta entonces el profesorado era distinto. Por último, cabe resaltar que el número de encuestados en los diferentes años es similar y significativo dentro del tamaño del grupo.

Una iniciativa para fomentar el trabajo continuo en ingeniería acústica: del laboratorio a casa

De estas encuestas, donde se pretende evaluar diferentes dimensiones de la actividad docente, se muestran en la Figura 5 los resultados de la pregunta: “La metodología empleada y las actividades realizadas en la asignatura ayudan a aprender al alumnado”. Para cada año hay un conjunto de barras que, de izquierda a derecha, gradúan desde un “totalmente en desacuerdo” hasta un “totalmente de acuerdo”. Una rápida inspección de los resultados muestra que los patrones de las respuestas del alumnado no presentan una estabilidad temporal. De hecho, los resultados de 2013 y 2014 resultan similares mientras que se observa un cambio fuerte entre 2012 y 2013, como consecuencia, cabría imaginar, de la implantación de la iniciativa. Este cambio visible se produce, además, hacia una mejor percepción de los alumnos de que la metodología empleada les ayuda a aprender.

Figura 5 Resultados de las encuestas oficiales de la UPV de la asignatura frente a la pregunta: “La metodología empleada y las actividades realizadas en la asignatura ayudan a aprender al alumnado”

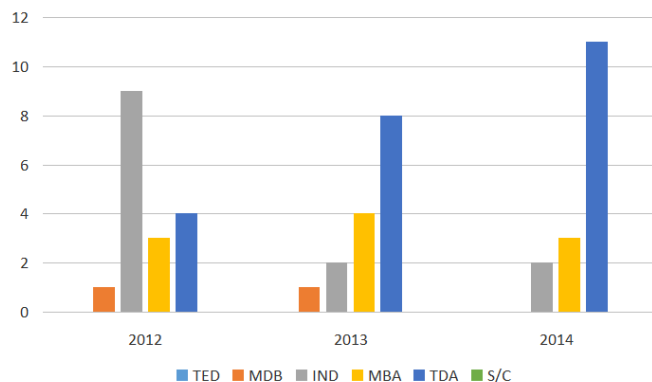
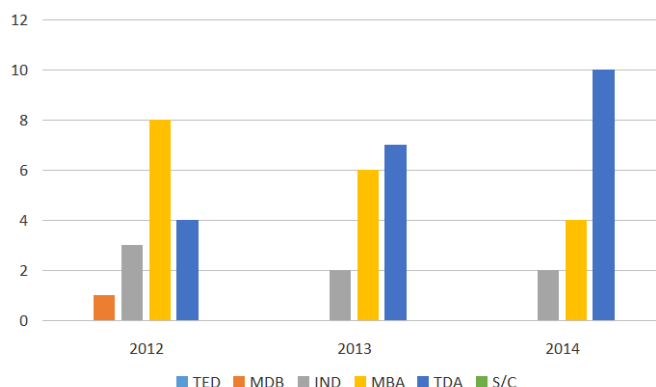


Figura 6 Resultados de las encuestas oficiales de la UPV de la asignatura frente a la pregunta: “Contribuye a crear un buen clima de trabajo y anima a los alumnos a participar en las clases”



H.Climent, F.J.Arnau, R.Navarro y P.Martí-Aldaraví

En la Figura 6, con igual formato a la anterior, se muestran los resultados a la pregunta “Contribuye a crear un buen clima de trabajo y anima a los alumnos a participar en las clases”, que en cierto modo también guarda relación con las actividades de la experiencia relacionadas con las sesiones de trabajo en aula a lo largo del cuatrimestre. Pueden hacerse comentarios similares a los de la figura anterior: hay un cambio claro de tendencia entre el año 2012 y el 2013, coincidiendo con la puesta en marcha de la metodología, mientras que entre 2013 y 2014 hay más similitudes, en la dirección de afianzar más las respuestas positivas del alumnado en esta dimensión.

Conclusiones

Se ha presentado una iniciativa para la autoevaluación continua de los alumnos mediante la realización de un trabajo individual personalizado con eminente aplicación práctica pero compatible con su desarrollo fuera de las horas lectivas. Además, se han descrito las circunstancias que son deseables que cumpla la asignatura para poder llevar a cabo dicha iniciativa. Se han presentado de forma superficial dos trabajos que dan una idea de la complejidad de los conceptos que se tratan en la asignatura y de la implicación de los alumnos en la creación de entornos experimentales para su realización.

Por último, tomando como indicios de calidad válidos los resultados de las encuestas oficiales de la UPV sobre diferentes preguntas en la asignatura donde se aplicó la iniciativa, se puede concluir que hay una mejora sustancial del alumnado en la percepción de que la metodología empleada les ayuda en el proceso de enseñanza e incrementa la participación de estos en clase.

Referencias

- Christoforou A.P., Yigit A.S. (2008), Improving Teaching and Learning in Engineering Education through a Continuous Assessment Process, *European Journal of Engineering Education*, Vol.(33-n1) p.105
- Dixon R., Rawlings G., Jones E.A. (1987), Experiences with Continuous Assessment, *Assessment and Evaluation in Higher Education*, Vol.(12-n1) p.24
- Heywood J. (2000), *Assessment in Higher Education*, Jessica Kingsley Publishers Ltd, Londres
- Mondragón R., Juliá J.E., Martínez-Cuenca R., Hernández L. (2013), Improvement of the students motivation and performance during the continuous assessment tests in industrial engineering degrees, *EDULEARN13 Proceedings*, pp. 5545-5550.
- Morales D., Centeno G., Vallengano C., Doblaz F. J., Martínez-Donaire A. J., Estévez A., García-Lomas F. J. (2012), Sistema de autoevaluación continua en la asignatura Tecnología de Fabrica-

Una iniciativa para fomentar el trabajo continuo en ingeniería acústica: del laboratorio a casa

ción, XX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Roldán C., Roldán A., Martínez Moreno J. (2010), Portfolio methodology to enhance the evaluation of skills and competences in computer activities, INTED2010 Proceedings, pp. 142-148

Sáez-Castillo A.J., Fernández-Alcalá R., Navarro-Moreno J., Ruiz-Molina J.C. (2009) Use of a portfolio as an assessment tool of the statistical practices with R, EDULEARN09 Proceedings, pp. 3668-3672.

Shipman D., Aloï S.L., Jones E.A. (2003), Addressing Key Challenges of Higher Education Assessment, Journal of General Education, Vol.(52-n4) p.335

Tiseira A., Martí-Aldaraví P., Navarro R. , Carreres M. (2015), Use of scoring rubrics for evaluating oral presentations in aerospace engineering education, 1st International Conference on Higher Education Advances, HEAd'15, Universitat Politècnica de València, València, Spain

Tolosa Bailén M.C., García Bernabeu J.R. (2014), Self-assessment tests as a method of study, INTED2014 Proceedings, pp. 3244-3248.

UK HE Educational Unit (visitado en junio de 2015). Guide to the Bologna Process. Editions 1&2, on-line. Website: www.international.ac.uk

Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas

Pablo Olmeda^a, Jaime Martín^a, Ricardo Novella^a y Pedro Piqueras^a

^aUniversitat Politècnica de València. CMT-Motores Térmicos. Camino de Vera s/n, CP 46190, Valencia, España.

Abstract

Clearly, the implementation of the European Higher Education Area (EHEA) requires the adaptation of teaching programs from objectives to competency-based learning, with the subordination of disciplinary contents to such competencies. This process will lead to a completely different way of curriculum organization. In this context, it is essential a substantial change in the teaching and learning methods to active methodological models in which student participation takes the focus. This paradigm shift, despite of its noticeable advantages, requires a deep adaptation of the basic components of the teaching method. From the foregoing, a methodology of active learning have been designed combining strategically different teaching methods from classical lecture to laboratory work combined with self-instructive system. The proposed methodology has been successfully applied in the field of thermal analysis and design of turbomachinery, in which traditionally has been identified difficulty to reach target competencies due to the complexity and multidisciplinary nature of the problem.

Keywords: Technical subjects, Thermal turbomachinery, Active learning, Self-learning, Skills-based learning.

Resumen

Es evidente que la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y la subsecuente adaptación de los programas docentes por objetivos a programas por competencias, con la subordinación de los contenidos disciplinares a dichas competencias, implicará un modo absolutamente distinto de organización curricular. En este entorno, es fundamental un cambio sustancial en los métodos de enseñanza-aprendizaje hacia modelos metodológicos activos donde prima la participación del alumno durante el proceso. Este cambio de paradigma, pese a evidenciar notables ventajas, requiere una pro-

Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas

fundada adaptación de los componentes básicos del método docente. A partir de las consideraciones anteriores, se ha diseñado una metodología de aprendizaje activa combinando estratégicamente diferentes métodos de enseñanza, desde la clásica lección magistral hasta el trabajo de laboratorio combinado con el sistema autoinstructivo. La metodología propuesta ha sido aplicada con éxito en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas, donde tradicionalmente se ha identificado la dificultad para adquirir las competencias pertinentes por parte del alumno debido a la complejidad y multidisciplinariedad del problema.

Palabras clave: *Asignaturas Técnicas, Turbomáquinas térmicas, Aprendizaje activo, Aprendizaje autónomo, Formación en competencias.*

Introducción

La implantación de los nuevos títulos de Grado y Máster de acuerdo al modelo del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) [ENQA, 2007] [CE, 1999] conlleva la adaptación de los programas docentes, orientándose a la adquisición de competencias por parte del alumno. Con ello, los contenidos, actividades y métodos de evaluación de las nuevas asignaturas se están modificando [Tormos, 2013] con el fin de conseguir un modelo de formación académica centrado en el aprendizaje de los alumnos. Puesto que las metodologías de enseñanza pasivas no favorecen que los estudiantes desarrollen habilidades para afrontar problemas multidisciplinares complejos [Ditcher, 2001], el uso de metodologías activas de enseñanza se ha extendido en los últimos años en la enseñanza de las ingenierías [Schaefer et al., 2008][Johnson,1999]. Así, enfoques basados en resolución de problemas, estudios de casos y simulaciones matemáticas forman parte de las metodologías activas de enseñanza [Johnson,1999] [Young, 2008]. Estas técnicas persiguen que los estudiantes alcancen un conocimiento menos superficial y más profundo [Rué, 2009], que les permita aplicar mejor a largo plazo las competencias adquiridas cuando estas sean utilizadas en un contexto práctico.

En este marco de trabajo se emprende el diseño de una nueva asignatura de Máster que se ha impartido por primera vez en el curso 2014-2015, y que se caracteriza por la dificultad para adquirir una serie de competencias específicas relacionadas con los conocimientos de aspectos científicos y tecnológicos en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas. Las razones fundamentales para dicha dificultad se justifican en base a los siguientes aspectos característicos:

- Los conocimientos adquiridos deben ser aplicados a la resolución de problemas en un entorno poco conocido dentro del contexto multidisciplinar de la Ingeniería In-

Pablo Olmeda, Jaime Martín, Ricardo Novella y Pedro Piqueras

dustrial. Así, tanto los alumnos procedentes del Grado de referencia (que son la mayoría) como de otros Grados, no están familiarizados con el funcionamiento interno de las turbomáquinas térmicas.

- Con el objetivo de que los alumnos sean competentes para el diseño y análisis de turbomáquinas térmicas, se persigue un conocimiento profundo de los fenómenos termofluidodinámicos que tienen lugar dentro de las mismas. Para ello se requiere un conocimiento previo basado en una serie de conceptos relacionados con el flujo compresible que no se han tratado en cursos anteriores.
- Finalmente, la fluidodinámica del flujo compresible es una materia objetivamente compleja desde el punto de vista de los alumnos de la asignatura ya que algunos de los fenómenos estudiados son poco intuitivos y, además, la profundización en su estudio conlleva en algunos casos la pérdida del sentido físico inicial.

A partir de las consideraciones anteriores, se ha desarrollado una metodología de enseñanza estructurada en dos grandes unidades temáticas (UT):

1. UT1: en ella se busca que el alumno adquiera los conocimientos básicos relevantes con un planteamiento enfocado al aprendizaje por descubrimiento, con el que se pretende motivarlo en un tema complejo a la vez que relativamente alejado de su área habitual.
2. UT2: está encaminada a que el alumno adquiera la competencia de diseño y análisis de turbomáquinas y la ponga en práctica mediante actividades de simulación de sistemas complejos y trabajos autónomos.

Las actividades han sido elegidas de forma que la interacción docente-alumno vaya de más a menos durante el desarrollo de cada bloque, a la vez que se pretende mantener la participación y el interés durante todo el curso teniendo en cuenta las competencias adquiridas hasta ese momento. Para ello, cada unidad temática (UT1 y UT2) se ha subdividido en 3 etapas: planteamiento, análisis y síntesis y en cada una se ha empleado una o varias actividades estratégicamente seleccionadas. Como se describe en los apartados Descripción de la asignatura y Aproximación metodológica el orden cronológico de las actividades ha sido fijado con el fin de adaptarse a la dinámica de aprendizaje del alumno. Las actividades que se utilizarán son:

1. Una práctica de laboratorio al principio de UT1 con un marcado carácter experimental en la que, con el mínimo contenido teórico posible, se le da mucho peso al montaje y la medida experimental. Con ello se busca aproximar al alumno a un sistema real en el que por medio de la manipulación directa va a poder afectar de forma controlada a los complejos fenómenos fluidodinámicos asociados al flujo compresible.

Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas

2. Una serie de clases magistrales participativas en las que se tratará el contenido teórico asociado a las unidades temáticas UT1 y UT2. En dichas clases se incidirá en el uso de elementos multimedia y la discusión en grupo para equilibrar el peso de los desarrollos relativos a los conceptos estudiados. Se enfocarán dichos desarrollos desde un punto de vista donde no se pierda el sentido físico del fenómeno, partiendo siempre de ecuaciones conservativas con las que sí están más familiarizados.
3. Una práctica de aula dirigida una vez finalizadas las lecciones magistrales donde el alumno lleva a cabo una actividad de simulación para progresar en la adquisición de las competencias de diseño y análisis de turbomáquinas.
4. Una actividad final de trabajo académico autónomo donde de forma crítica el alumno tendrá que evaluar la validez general de los conocimientos aprendidos.

La metodología propuesta ha sido aplicada con éxito durante el primer curso de implantación de un Máster de modo que tras la descripción del contexto, la asignatura y la metodología, se presenta en el apartado Resultados y discusión un análisis crítico de los resultados obtenidos, basándose en las notas obtenidas en la evaluación de las unidades temáticas, así como la evaluación de las prácticas mediante encuesta a los alumnos. El análisis de la evaluación por parte de los alumnos de la parte teórica de la asignatura no está disponible aun por lo que no se ha podido incorporar a este trabajo.

Contexto

La metodología que se presenta en este trabajo se ha aplicado a la asignatura troncal “Ampliación de Energía y Máquinas Térmicas” (AEMT), que se ha impartido por primera vez en el curso 2014-2015 en el Máster Universitario de Ingeniería Industrial (MII) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Dicho Máster habilita para el ejercicio de la profesión regulada de Ingeniero Industrial. Dependiendo del Grado de acceso al Máster existen dos itinerarios formativos diferentes. Los alumnos procedentes del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI), Grado de referencia del Máster, siguen el Itinerario 1 cuyo esquema se muestra en la parte superior de la Figura 1. Por otra parte, los alumnos procedentes de otros Grados siguen el Itinerario 2, mostrado en de la parte inferior de la Figura 1. Habiendo sido este el primer año de implantación del MII, sólo se han tenido alumnos del Itinerario 1 procedentes del GITI, pero está previsto que el año próximo pueda ser cursada por alumnos de segundo curso pertenecientes al Itinerario 2.

En cualquier caso, las competencias de los alumnos de ambos itinerarios en el área de la termodinámica, mecánica de fluidos y máquinas térmicas no son muy diferentes cuando empiezan la asignatura puesto que los contenidos básicos imprescindibles se cursan tanto

Pablo Olmeda, Jaime Martín, Ricardo Novella y Pedro Piqueras

en el Grado de referencia (caso del Itinerario 1) como en las asignaturas de nivelación de primer curso del Itinerario 2. Dichas asignaturas previas son Mecánica de Fluidos y Termodinámica, que se imparten en todos los Grados, y Máquinas Térmicas y Tecnología Energética, que se imparten en el GITI o en las asignaturas de nivelación.

Figura 1. Estructura del Máster Universitario de Ingeniería Industrial

ITINERARIO 1

Primer curso	Segundo curso
Asignaturas obligatorias troncales 60 ECTS Amp. de Energía y Máquinas Térmicas	Asignaturas obligatorias de especialidad 39 ECTS
	Asignaturas optativas 9 ECTS
	Trabajo Fin de Máster 12 ECTS

ITINERARIO 2

Primer curso	Segundo curso
Asignaturas obligatorias de nivelación 48 ECTS	Asignaturas obligatorias troncales 48 ECTS Amp. de Energía y Máquinas Térmicas
Asignaturas obligatorias troncales 12 ECTS	Trabajo Fin de Máster 12 ECTS

Descripción de la asignatura

Es interesante resaltar las características fundamentales de la asignatura en vistas a la posible implantación de la metodología en asignaturas similares en el ámbito del estudio de las máquinas térmicas. La asignatura AEMT cubre principios, tanto básicos como de aplicación, relativos al funcionamiento interno de las máquinas e instalaciones térmicas. El objetivo es que el alumno adquiera competencias para entender y analizar procesos complejos propios de estas instalaciones, incluyendo los fenómenos de flujo compresible, el comportamiento fluidodinámico en escalonamientos de turbomáquinas, y el transporte y la dinámica en caudales monofásicos y bifásicos. La asignatura se imparte durante 45 horas presenciales de las cuales la mitad la imparte el Departamento de Máquinas y Motores Térmicos - DMMT- (22.5 horas dedicadas a flujo compresible y escalonamientos) y el Departamento de Ingeniería Química y Nuclear (22.5 horas dedicadas al flujo bifásico). Los contenidos y

Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas

evaluación están claramente separados y el trabajo que se presenta se refiere sólo a la mitad de la asignatura correspondiente al DMMT.

El número de alumnos matriculados en la asignatura ronda los 170, distribuidos en tres grupos de tamaño entre 45 y 65 alumnos. Como se ha indicado, el contenido se ha distribuido en dos unidades temáticas cuya distribución temporal se indica en la Figura 2.

Tabla 2. Estructura de la asignatura

Unidad Temática	Duración
UT1. Fundamentos del flujo compresible	TA+PA: 7.5 h, PL:2.5, Total:10 h
UT2. Escalonamientos en turbomáquinas	TA+PA: 10 h, PL:2.5, Total:12.5 h

El sistema de evaluación contempla 4 actos de evaluación que se detallan en la Tabla 3 y cumplen con las limitaciones definidas en las directrices de la Entidad Responsable del Título.

La evaluación comprende una prueba escrita de respuesta abierta y una prueba objetiva tipo test para cada UT en las que se ha estructurado la asignatura, y que se realizan al finalizar la docencia de la UT correspondiente, esto es, a mitad y al final del cuatrimestre. Las dos pruebas escritas consisten en la resolución de problemas numéricos en un tiempo determinado sin posibilidad de utilizar material adicional. Las dos pruebas objetivas consisten en un test de entre 15 y 20 preguntas de respuesta única cada una. Una vez el alumno conoce las calificaciones de estas pruebas, debe decidir si se presenta a recuperar o subir nota de una de las UT en otro acto de evaluación que tiene lugar dos semanas después del último de los anteriores, no siendo posible presentarse en este momento a recuperar ambas UT simultáneamente.

Tabla 3. Sistema de evaluación de la asignatura

Unidad Temática	Sistema de evaluación
UT1. Fundamentos del flujo compresible	Prueba escrita: 25% Prueba objetiva: 25%
UT2. Escalonamientos en turbomáquinas	Prueba escrita: 25% Prueba objetiva: 25%

Pablo Olmeda, Jaime Martín, Ricardo Novella y Pedro Piqueras

Aproximación metodológica

Debido a las características particulares tanto del contenido de la asignatura como de su estructura y número de horas disponibles, se propone una metodología docente diseñada de forma que se favorezca progresivamente el incremento en el nivel de comprensión del alumno, favoreciendo su aprendizaje autónomo. La Figura 1 muestra un esquema detallado de la aproximación metodológica propuesta, que se describe a continuación.

En primer lugar, como se ha comentado en la descripción de la asignatura, resulta extremadamente conveniente desde un punto de vista docente dividir el contenido de la asignatura en unidades temáticas (UT) bien diferenciadas ya que esto permite aplicar las metodologías de aprendizaje más adecuadas en función de las características particulares de cada una de ellas. De este modo, se propone una UT1 donde el alumno debe adquirir los conocimientos pertinentes sobre los fundamentos del flujo compresible, que conformarán la base para realizar posteriormente la transición a la UT2 dedicada al estudio de escalonamientos de turbomáquinas térmicas. Así pues, la adquisición de las competencias establecidas para la UT1 son condición necesaria para abordar el aprendizaje de la UT2 con garantías de éxito.

Figura 1: Aproximación metodológica propuesta para el aprendizaje de la teoría de escalonamientos en turbomáquinas térmicas

	UT1: Fundamentos del flujo compresible	UT2: Escalonamientos en turbomáquinas térmicas	
Etapa 1: Planteamiento	<p>Objetivo: Observar el comportamiento del flujo compresible unidimensional a lo largo de un conducto de sección variable en diferentes condiciones antes de proceder con su estudio analítico</p> <p>Metodología propuesta: Sesión práctica donde los alumnos en grupos reducidos utilizan una instalación experimental bajo supervisión del docente y con un guion orientativo</p>	<p>Objetivo: Transferir los conceptos teóricos aprendidos en el bloque B1 al análisis de escalonamientos en turbomáquinas térmicas</p> <p>Metodología propuesta: Lección magistral por parte del docente incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • Elementos multimedia • Grupos de discusión para el estudio de casos Portafolio de problemas a resolver por los alumnos en grupos reducidos</p>	Interacción docente-alumno Nivel de comprensión
Etapa 2: Análisis	<p>Objetivo: Plantear y desarrollar los fundamentos teóricos (multidisciplinares) que rigen el comportamiento físico del flujo compresible unidimensional a lo largo de un conducto de sección variable</p> <p>Metodología propuesta: Lección magistral por parte del docente incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • Elementos multimedia • Grupos de discusión para el estudio de casos Portafolio de problemas a resolver por los alumnos en grupos reducidos</p>	<p>Objetivo: Evaluar la importancia de los diferentes parámetros de diseño sobre las prestaciones del escalonamiento en términos de trabajo específico y rendimiento</p> <p>Metodología propuesta: Sesión de práctica de aula donde los alumnos en grupos reducidos diseñan e implementan un modelo computacional de un escalonamiento para posteriormente (y ya fuera del aula) realizar estudios paramétricos detallados con un guion orientativo</p>	
Etapa 3: Síntesis	<p>Objetivo: Verificar la validez de los fundamentos teóricos aprendidos en este bloque B1</p> <p>Metodología propuesta: Discusión en grupo con la participación del docente únicamente como moderador donde se compararán en detalle los resultados obtenidos por aplicación de la teoría con aquellos obtenidos experimentalmente</p>	<p>Objetivo: Verificar la validez de los fundamentos teóricos aprendidos en este bloque B2</p> <p>Metodología propuesta: Discusión en grupo con la participación del docente únicamente como moderador donde se compararán en detalle los resultados teóricos con los observados en escalonamientos de turbomáquinas reales, obtenidos por los alumnos revisando bibliografía</p>	

Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas

Por otra parte, el proceso de aprendizaje en cada UT se dividirá a su vez en tres etapas comenzando por el planteamiento del tema a estudiar, su posterior análisis y una síntesis final. Con la etapa de planteamiento se pretende que el alumno identifique las características particulares de los sistemas objeto de estudio. En segundo lugar, en la etapa de análisis el alumno debe conocer y comprender en profundidad los fundamentos teóricos que rigen los fenómenos físicos que acontecen en dichos sistemas. Finalmente en la etapa de síntesis el alumno adquirirá la capacidad de comparar los resultados teóricos con los observados en sistemas reales, bien sea medidos experimentalmente u obtenidos por medio de una revisión bibliográfica, en ambos casos por los propios alumnos.

Procediendo con la descripción de la metodología a aplicar para la UT1, se han considerado las siguientes etapas:

- Etapa 1 de UT1: Planteamiento de los fundamentos del flujo compresible

Como se ha indicado, esta primera etapa de aproximación pretende que el alumno pueda observar de primera mano cual es el comportamiento de un flujo compresible en un sistema real. Para ello se va a utilizar una actividad de práctica de laboratorio en la que el alumno va a poder modificar de forma controlada las condiciones de operación. La práctica se inicia con una breve descripción teórica en la que se repasan los conceptos de tobera y difusor basándose únicamente en la ley de conservación de la energía con la que los alumnos están familiarizados. Se incide en que la geometría no determina si un conducto es una tobera o un difusor sino que depende de la combinación de geometría y tipo de flujo: subsónico o supersónico. En el momento en el que se realiza esta actividad, los alumnos aún no saben que es un flujo supersónico por lo que se define el número de Mach y se les explica que este determina el régimen del flujo.

A continuación se combinan los conceptos de geometría convergente y divergente para introducir la instalación experimental en la que se va a trabajar, cuyo esquema se muestra en la Figura 2. Apoyándose en un guion, los alumnos, organizados en grupos, miden el gasto y las presiones en los diferentes puntos del conducto operando con la misma presión a la entrada y varias presiones a la salida. Las presiones son elegidas de forma que se comienza en condiciones de diseño y se va bajando la presión de descarga hasta que aparece una onda de choque plana y esta se va desplazando hasta salir del conducto. A continuación los grupos van introduciendo los datos registrados en una hoja Excel que se proyecta para su discusión. Los resultados se muestran en la Figura 3. Se discute con los alumnos la evolución de la presión introduciendo el concepto de onda de choque y remarcando como el comportamiento de la presión cambia a ambos lados de la garganta cuando se alcanza $M=1$.

Es importante destacar que aún no se han estudiado las ecuaciones específicas que gobiernan los fenómenos analizados, por lo que el planteamiento es empírico: se mide y

Pablo Olmeda, Jaime Martín, Ricardo Novella y Pedro Piqueras

se pretende explicar qué ocurre en base a los resultados obtenidos. Los datos se guardan para su posterior empleo en la Etapa 3.

Figura 2. Esquema del montaje experimental compuesto por un conducto convergente-divergente instrumentado con manómetros

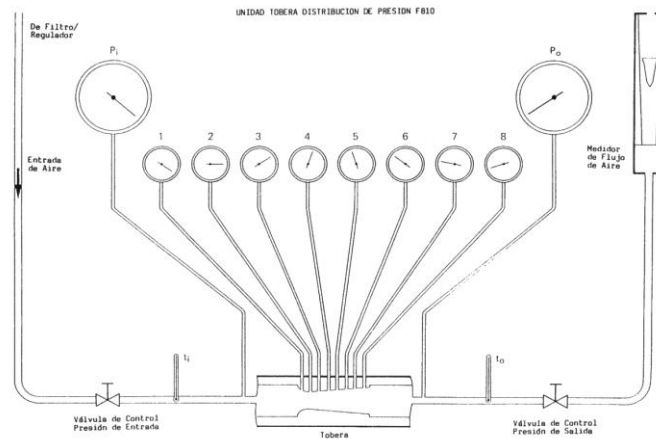
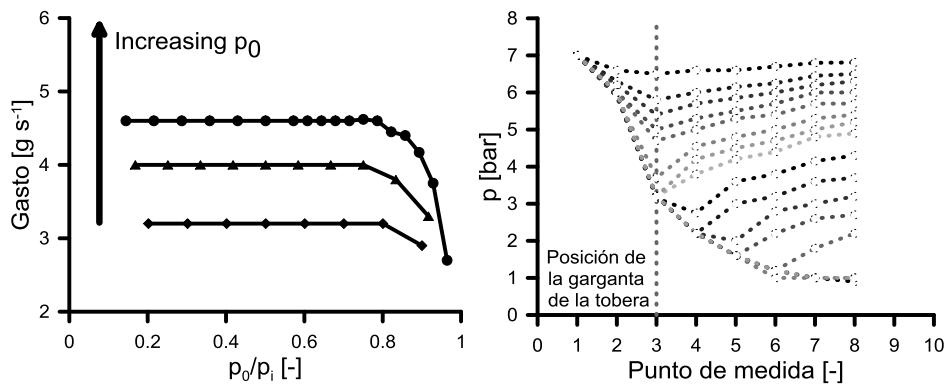


Figura 3. Resultados obtenidos por los alumnos en términos de gasto trasegado frente a relación de presiones (izda.) y evolución de la presión a lo largo del conducto (drcha.)



- Etapa 2 de UT1: Análisis de los fundamentos del flujo compresible

En esta etapa se describen mediante clases magistrales los fundamentos físicos que gobiernan el flujo compresible en un conducto de sección variable. Es fundamental que el alumno relacione los conceptos teóricos que está aprendiendo con los resultados de la observación de los fenómenos realizada en la Etapa 1. Para ello se complementa la explicación teórica por parte del docente con herramientas complementarias que facilitan por un lado la visualización de la evolución del flujo compresible en el aula comple-

Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas

mentando el desarrollo teórico con referencias al comportamiento empírico observado y por otro lado el aprendizaje activo de alumno:

- **Elementos multimedia:** Se trata de proyectar en el aula videos explicativos donde a partir de técnicas ópticas avanzadas o modelado fluidodinámico computacional (CFD) multidimensional se visualiza el comportamiento termofluidodinámico del flujo compresible cuando circula a través de un conducto de sección variable. Debido al comportamiento poco intuitivo de dicho flujo, resulta sencillo encontrar ejemplos *curiosos* que despiertan el interés del alumno por el tema y aumentan su motivación, lo que resulta fundamental desde el punto de vista docente.
- **Grupos de discusión:** Se trata de organizar en el aula grupos de máximo cuatro alumnos y plantear por parte del docente una serie de casos particulares de interés para que los alumnos planteen y posteriormente apliquen el conjunto de herramientas teóricas necesarias para analizarlos.

Finalmente y con el objetivo de que los alumnos adquieran destreza en la resolución de la casuística asociada al flujo compresible, éstos realizan un portafolio que incluye la resolución correcta de un conjunto de problemas planteados convenientemente con un nivel de dificultad creciente. Cabe destacar que entre estos problemas se encuentra el caso experimental sobre el que se ha trabajado en la Etapa 1 para su posterior análisis en la Etapa 3.

- **Etapa 3 de UT1: Síntesis de los fundamentos del flujo compresible**

A modo de síntesis se propone que los alumnos comparen los resultados obtenidos por medio de la aplicación de los conceptos teóricos en la Etapa 2 con los observados experimentalmente en la Etapa 1. Los alumnos se organizan en los mismos grupos que en la práctica de laboratorio para facilitar el intercambio de información y la consistencia de la comparación. Finalmente, se establece un turno de discusión en el aula donde cada grupo expone brevemente su comparación. Se crea así un ambiente en el que todos los alumnos razonan la validez de las soluciones propuestas y se discuten las fuentes de discrepancia entre los valores teóricos y los valores reales observados. La Figura 4 muestra la comparativa entre los resultados experimentales y los calculados por aplicación de la teoría, en ambos casos obtenidos por los propios alumnos.

En la metodología a aplicar para la UT2 también se han considerado tres etapas:

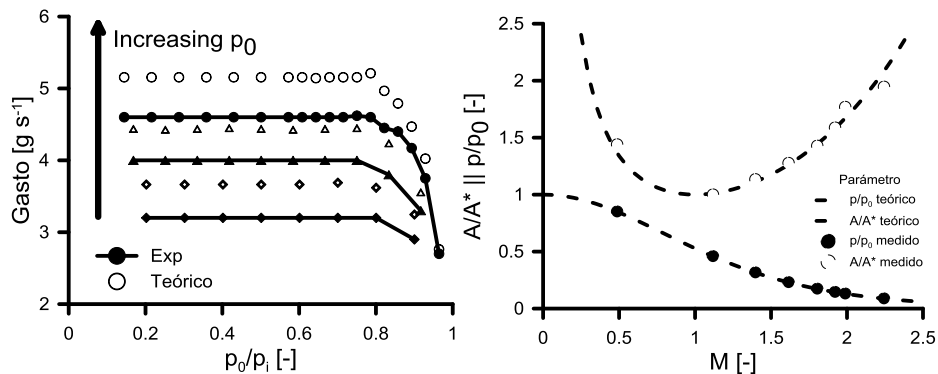
- **Etapa 1 de UT2: Planteamiento del estudio de escalonamientos en turbomáquinas**

En esta etapa es necesario implementar un método docente diferente al expuesto para la Etapa 1 de la UT1 debido a que en este caso, debido al tamaño y al coste tanto de adquisición como de operación, no es posible disponer de un escalonamiento real de

Pablo Olmeda, Jaime Martín, Ricardo Novella y Pedro Piqueras

una turbomáquina térmica para que los alumnos se aproximen al problema empíricamente. Sin embargo, es fundamental que el alumno observe y comprenda las características del flujo compresible en un escalonamiento de una turbomáquina térmica.

Figura 4: Ejemplo de la comparativa entre los resultados experimentales y la solución teórica en términos de gasto trasegado frente a relación de presiones (izda.) y relación de áreas y de presiones frente al número de Mach (drcha.) en condiciones de diseño



Por ello se recurre a la lección magistral, donde partiendo del análisis del estator del escalonamiento que se estudia por aplicación directa de los fundamentos del flujo compresible desarrollada en UT1, se construye de forma deductiva la base teórica que rige el comportamiento del rotor del escalonamiento, completando con ello el bloque teórico de conocimientos necesarios para analizar y diseñar los escalonamientos de cualquier tipo de turbomáquina térmica.

Sobre la base de la lección magistral clásica dirigida por el docente, se introducirán una serie de herramientas que faciliten la comprensión del tema objeto de estudio y el aprendizaje activo del alumno, como son:

- **Elementos multimedia:** Se trata nuevamente de proyectar en el aula videos explicativos donde a partir de modelado fluidodinámico computacional (CFD) multidimensional se visualiza el comportamiento termo-fluidodinámico del flujo compresible pero en este caso cuando circula a través de un escalonamiento de una turbomáquina térmica. Con ello el alumno observa las características del flujo que ya conoce, pero con la introducción de los matices propios de una aplicación concreta, ayudando en gran medida a la comprensión del tema objeto de estudio.
- **Grupos de discusión:** Se trata de organizar en el aula grupos de máximo cuatro alumnos y plantear por parte del docente una serie de casos particulares de interés para que los alumnos planteen y posteriormente apliquen el conjunto de herramientas teóricas necesarias para estudiar dichos casos.

Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas

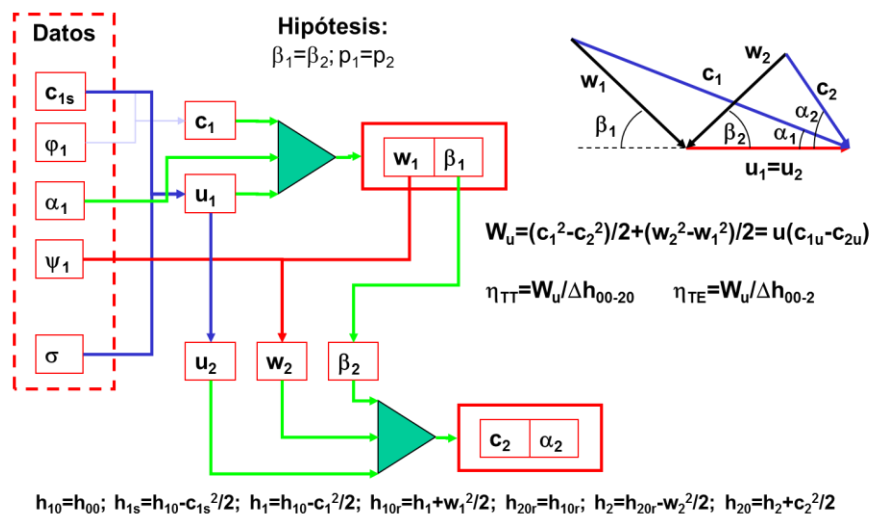
Finalmente y con el objetivo de que el alumno adquiriera destreza en la resolución de los escalonamientos, deben realizar un portafolio incluyendo la resolución correcta de un conjunto de problemas planteados convenientemente con un nivel de dificultad creciente.

- Etapa 2 de UT2: Análisis y diseño de escalonamientos de turbomáquinas

En la etapa el objetivo principal consiste en que el alumno estudie la importancia de los parámetros de diseño y de flujo más relevantes sobre las prestaciones de un escalonamiento de una turbomáquina térmica.

Para esta etapa se plantea una metodología de aprendizaje basada en cálculo computacional donde en una práctica de aula los alumnos organizados en grupos de máximo 4 individuos implementan un modelo de cálculo de un escalonamiento de acción y otro de un escalonamiento de reacción de una turbomáquina axial utilizando una hoja de cálculo. La participación del docente es en calidad de consultor para resolver problemas puntuales, mientras que los alumnos disponen de los esquemas que se muestran en la Figura 5 y la Figura 6, a partir de los cuales pueden construir ambos modelos.

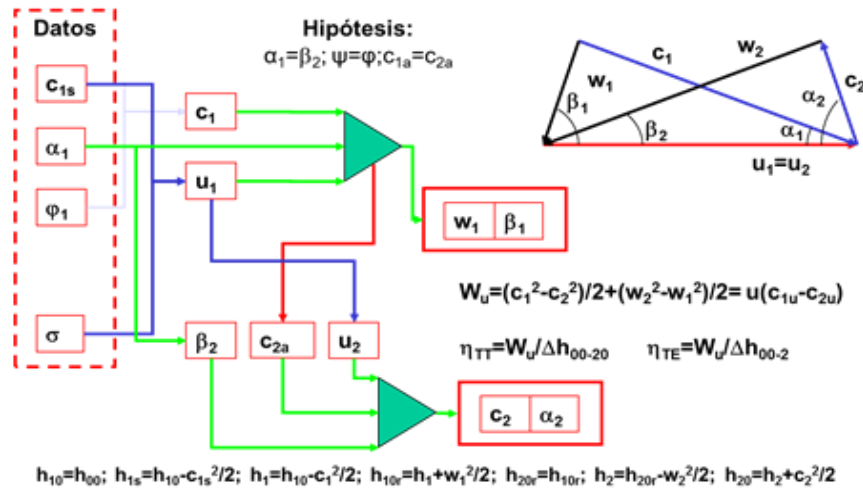
Figura 5: Esquema para construir un modelo de un escalonamiento de acción a partir de los datos de entrada geométricos y termofuidodinámicos básicos.



Una vez los modelos están operativos, los alumnos los utilizan para realizar una serie de estudios paramétricos bien en el aula si queda tiempo disponible, o bien fuera de la misma. El objetivo es que analicen el impacto de modificar diferentes parámetros de diseño y de flujo sobre el trabajo específico y el rendimiento total a estático y total a total de los dos tipos de escalonamientos, comparándolos finalmente entre sí.

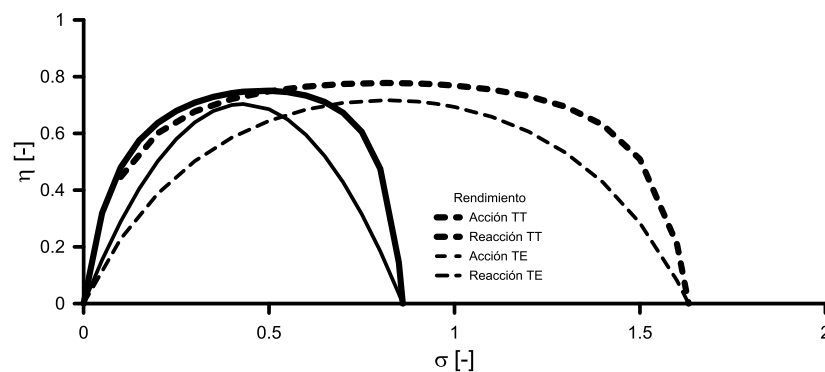
Pablo Olmeda, Jaime Martín, Ricardo Novella y Pedro Piqueras

Figura 6: Esquema para construir un modelo de un escalonamiento de reacción a partir de los datos de entrada geométricos y termodinámicos básicos.



Un ejemplo de resultados se muestra en la Figura 7, donde se observa la evolución de los rendimientos para el caso de acción y reacción a medida que aumenta la velocidad de giro del rotor monitorizada por la relación cinemática (σ). Se sugiere a los alumnos que incidan en el estudio de diferentes aspectos particulares de los escalonamientos, como son las diferencias entre acción y reacción, las diferencias entre rendimiento total a total y total a estático, la evolución de ambos rendimientos a medida que aumenta la velocidad de giro del rotor de la turbomáquina, y los límites impuestos por el flujo o la resistencia de los materiales entre otros. Cabe destacar que el resultado de la resolución de algunos de estos problemas será utilizado posteriormente en la Etapa 3.

Figura 7: Efecto de la velocidad de giro del rotor sobre los rendimientos total a total y total a estático para un escalonamiento de acción y uno de reacción.



Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas

- Etapa 3 de UT2: Síntesis del estudio de escalonamientos de turbomáquinas

A modo de síntesis se propone nuevamente que los alumnos comparen los resultados obtenidos por medio de la aplicación de los conceptos teóricos con el comportamiento real de los escalonamientos de turbomáquinas. Para ello los alumnos, organizados en grupos de 4 componentes realizan una revisión bibliográfica de las características de turbomáquinas térmicas actualmente en el mercado y comparan sus prestaciones, fundamentalmente de rendimiento. Finalmente, se establece un turno de exposición en el aula donde cada grupo expone brevemente su comparación dando paso a un espacio de discusión abierta sobre la validez de los resultados con especial detalle sobre las fuentes de discrepancia entre los valores teóricos y los valores reales observados.

Resultados y discusión

En este apartado se muestran los resultados obtenidos tanto en las encuestas cumplimentadas por los alumnos tras la realización de cada una de las prácticas como en las diversas pruebas realizadas para la evaluación final de esta parte de la asignatura. Cabe mencionar que las encuestas siguen un formato específico del Departamento de Máquinas y Motores Térmicos para poder tener una retroalimentación por parte del alumnado de la calidad de cada una de las prácticas que realizan en los siguientes aspectos:

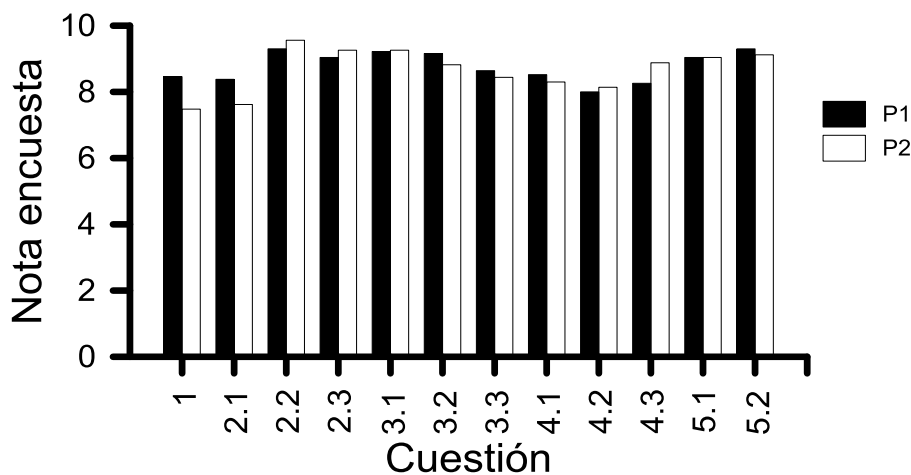
1. Valoración global de la práctica,
2. Contenidos de la práctica:
 - 2.1. Es interesante
 - 2.2. Está relacionada con los conocimientos teóricos de la asignatura
 - 2.3. Aplica los conocimientos teóricos de la asignatura
3. Profesor
 - 3.1. Domina la materia
 - 3.2. Explica con claridad
 - 3.3. Puntualidad: la práctica se inicia y finaliza a la hora prevista
4. Recursos
 - 4.1. El material es el adecuado
 - 4.2. Hay suficiente material
 - 4.3. El laboratorio resulta confortable
5. Organización
 - 5.1. La información de horarios y lugares es suficiente
 - 5.2. La información de horarios está disponible a tiempo
6. Comentarios, observaciones y sugerencias

Los resultados medios obtenidos en estas encuestas realizadas por aproximadamente el 25% (se realizaron por grupos y cada grupo era de 4 alumnos) de los alumnos matriculados en la asignatura se muestra en la Figura 8, donde se observa que la mayoría de

Pablo Olmeda, Jaime Martín, Ricardo Novella y Pedro Piqueras

los ítems de las encuestas han sido muy bien valorados por los alumnos y, asimismo, que en ambas prácticas los resultados son muy similares a excepción de los dos primeros ítems: valoración de la práctica e interés de la misma, donde claramente la primera de las prácticas (a pesar de no haberse realizado la parte teórica de la asignatura de la misma) es superior a la segunda.

Figura 8: Resultados de las encuestas de los alumnos sobre las sesiones prácticas



En cuanto a la evaluación de la asignatura se han realizado varios estudios para tratar de dilucidar qué método de enseñanza aprendizaje y qué método de evaluación es el que mejor resultados proporciona. Los estudios realizados son:

1. Comparativa de los dos métodos de evaluación para cada una de las partes de la asignatura sobre el resultado de cada una de esas partes. Así en la Figura 9 se muestra, por un lado, la comparativa entre los resultados obtenidos en los tests y, por otra los obtenidos en los problemas con la nota final en cada uno de los parciales. De la misma se puede extraer que, por norma general, hay una mayor correlación entre los problemas y la nota final (Figura 9 - b y d) que con los tests (Figura 9 - c y d).
2. Una comparación entre las notas obtenidas en las dos partes de la asignatura y la nota final obtenida (Figura 10) donde se observa que hay correlación tanto con la nota de la primera parte como la obtenida en la segunda habiendo en ésta una correlación mayor. Esto es indicativo que la forma de aplicar esta metodología docente permite al alumno adquirir los conocimientos básicos en la primera parte y, gracias a ello, aplicarlos de manera correcta en la segunda parte de la asignatura.

Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas

Figura 9: Comparativa de métodos de evaluación entre las dos partes de la asignatura

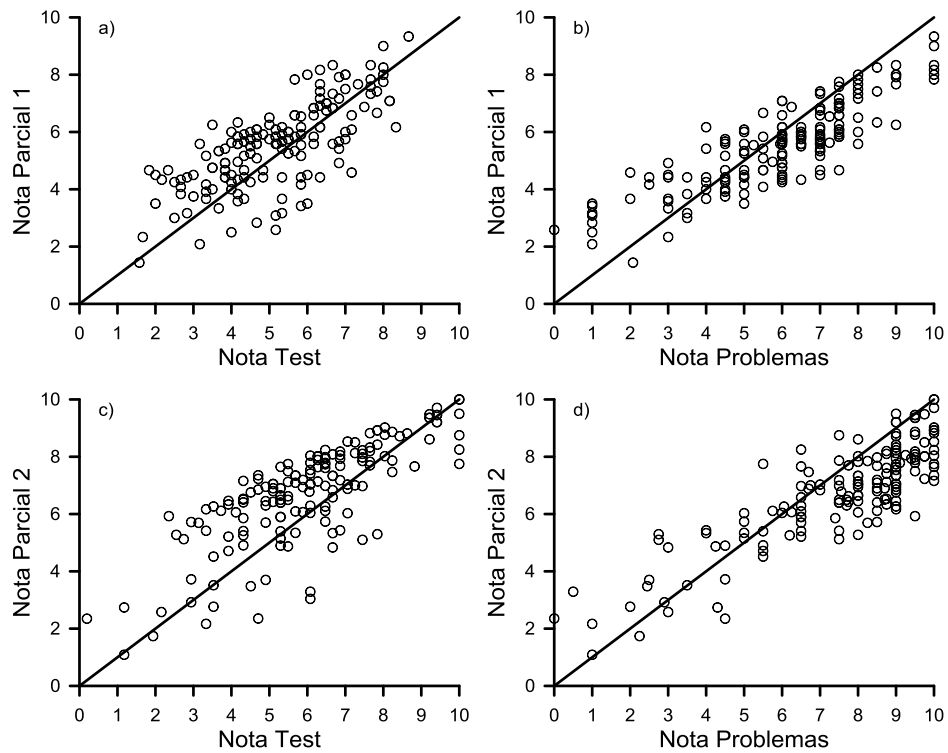
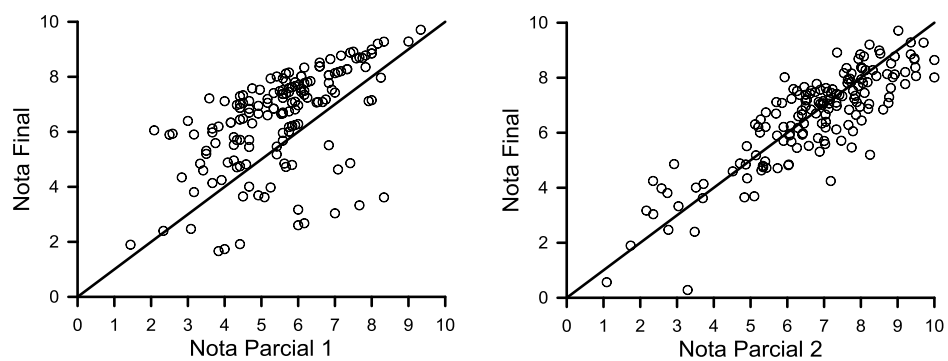


Figura 10: Comparativa entre la nota final y la nota obtenida en cada una de las partes de la asignatura



Pablo Olmeda, Jaime Martín, Ricardo Novella y Pedro Piqueras

Referencias

- European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA). (2007). *Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area*. Helsinki.
- Comunidad Europea (CE). (1999). *The Bologna Declaration of 19 June 1999, Joint declaration of the European Ministers of Education*. Bologne.
- Tormos B., Climent H., Olmeda P., Arnau F. (2013). *Uso de nuevas metodologías en la evaluación de asignaturas técnicas con elevado número de alumnos*. CUIEET 2013. Valencia.
- Ditcher A.K. (2001). *Effective Teaching and Learning in Higher Education, with particular Reference to the Undergraduate Education of Professional Engineers*. International Journal of Engineering Education vol. 17, no. 1. Ed. Tempus Publications. pp. 24-29.
- Schaefer D., Panchal J.H., Choi S.K., Mistree F. (2008). *Strategic Design of Engineering Education for the Flat World*. International Journal of Engineering Education vol. 24, no. 2. Ed. Tempus Publications. Dublin. pp. 274-282.
- Johnson P.A. (1999). *Problem-Based, Cooperative Learning in the Engineering Classroom*. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, vol. 125, no. 1. Ed. ASCE. pp. 8-11.
- Young G.O. (2008). *Pedagogies of Engagement in Science. A comparison of PBL, POGIL, AND PLTL*. Biochemistry and Molecular Biology Education, vol. 36, no. 4. Ed. The International Union of Biochemistry and Molecular Biology. pp. 262-276.
- Rué J. (2009). *El Aprendizaje Autónomo en Educación Superior*. Ed. Narcea, España.

Estrategias de intercambio y colaboración internacional en la ET-SID-UPV

Sergio Hoyas^a, Manuel Fernández^b, Cristina Petit^c y Mario Lazaro^d

^a Subdirector de relaciones internacionales ETSID, Departamento de Máquinas y Motores Térmicos, sergio.hoyas@mot.upv.es

^b Técnico de Relaciones Internacionales, manferpe@upvnet.upv.es

^c Oficina de Relaciones Internacionales, leoheel@upvnet.upv.es

^d Dpto. de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, malana@mes.upv.es

Abstract

It could be said that the best way of building Europe is through knowing it. Since near 30 years, the UPV has been doing an excellent work of internationalization. In this article, we will give some numbers to realize the great success of our strategy, and the necessary impulse and collaboration from our School in the global strategy.

Keywords: *Internationalization, Erasmus Program*

Resumen

El programa de intercambio de estudiantes Erasmus ha sido uno de las principales herramientas de la Comisión Europea para vertebrar Europa. No es solamente el hecho de aprender otra lengua u otro sistema educativo. Es, sobre todo, conocer otra cultura y aprender a amarla y respetarla. En este artículo resumiremos el programa Erasmus y otros programas de intercambio, hablaremos de su aplicación en la UPV los últimos años y mostraremos los desafíos que tenemos en el futuro más cercano

Palabras clave: *Internacionalización, Programa Erasmus*

Introducción

El programa ERASMUS, iniciales en inglés de esquema de acción de la comunidad europea para la movilidad de estudiantes universitarios (European community Action Scheme for the Mobility of University Students) (Sepie, página web). El nombre hace referencia al filósofo holandés Erasmo de Rotterdam, conocido por su oposición al dogmatismo y porque

Estrategias de intercambio y colaboración internacional en la ETSID-UPV

donó toda su fortuna a la Universidad de Basel. Desde 1987 más de 5 millones de estudiantes han participado en el programa Erasmus, un increíble 1% de la población europea. Recordemos también, que en 2004 el programa Erasmus fue reconocido con el premio Príncipe de Asturias a la cooperación internacional. El año 2013, únicamente, 270.000 estudiantes tomaron parte de este programa, siendo los países que más alumnos recibieron España, Alemania y Francia (Comisión europea, nota de prensa). Este programa ha sido recientemente sustituido por el programa Erasmus+ que estará vigente hasta el año 2020. Este programa está enmarcado en la estrategia Europa 2020, dentro del marco de Educación y formación 2020. De hecho, es un punto clave para la estrategia general de Rethinking Education, englobando todas las iniciativas de educación, formación, juventud y deporte.

De hecho, es importante recalcar que este nuevo programa toma todos los programas existentes: Tempus, Mundus, Alfa, etc.

Se pueden extraer algunos datos muy importantes tanto a nivel europeo como español de este programa. Un asunto muy importante es que el 61% de los estudiantes Erasmus son mujeres, consiguiendo la paridad, o incluso más en un aspecto muy importante de la educación. La estancia media suele ser de 6 meses con una beca de 272€ mensuales.

España es líder en recibimiento de estudiantes, teniendo en el curso 2012-2013 40.000 estudiantes, 10.000 más que el segundo. De hecho, como se ve en la siguiente tabla, de las 10 universidades con más estudiantes recibidos, 6 son españolas, siendo también española la 11, la universidad de Salamanca.

Tabla 1.1. Erasmus recibidos por universidad, 2012-2013

Nombre de la Universidad	Alumnos recibidos
Universidad de Granada	1959
Universitat de Valencia	1779
Universidad de Sevilla	1702
Universidad Complutense de Madrid	1659
Università di Bologna – Alma Mater Studiorum	1620
Universitat Politècnica de Valencia	1359
Univerzita Karkiva V Praze	1316
Università di Roma	1133
Universitat de Barcelona	1103
Univerza V Ljubljani	1072

Sergio Hoyas, Manuel Fernández, Cristina Petit y Mario Lazaros

Fuente: Comisión europea

De hecho, para que veamos la importancia de los ERASMUS en nuestro país, no es únicamente una cuestión de que recibamos muchos alumnos por nuestra riqueza cultural y la gran calidad del Sistema PÚBLICO de universidades. Y es de destacar, que incluso en el año 5 de una crisis tremenda, y agotadora los estudiantes y la sociedad Española muestran su capacidad para mejorar. Como podemos ver en la siguiente tabla, de nuevo nuestras Universidades dominan la lista de las instituciones que más estudiantes envían.

Tabla 1.2. Erasmus enviados (outgoings) por universidad, 2012-2013

Nombre de la Universidad	Alumnos recibidos
Universidad Complutense de Madrid	1929
Universidad de Granada	1898
Università di Bologna – Alma Mater Studiorum	1830
Universidad de Sevilla	1743
Universitat de Valencia	1503
Università degli studi di Padova	1308
Universitat Politècnica de Valencia	1305
Uniwersytet Warszawski	1248
Univerza v Ljubljani	1242
Universitaet Wien	1183

Fuente: Comisión europea

Como se puede ver, la Universitat Politècnica de València está situada en ambos casos como sexta Universidad, aunque tenga menos alumnos que todas las Universidades que están por delante. Esto implica claramente la importancia que se da en nuestra Universidad a los intercambios de estudiantes.

Estructura y funcionamiento

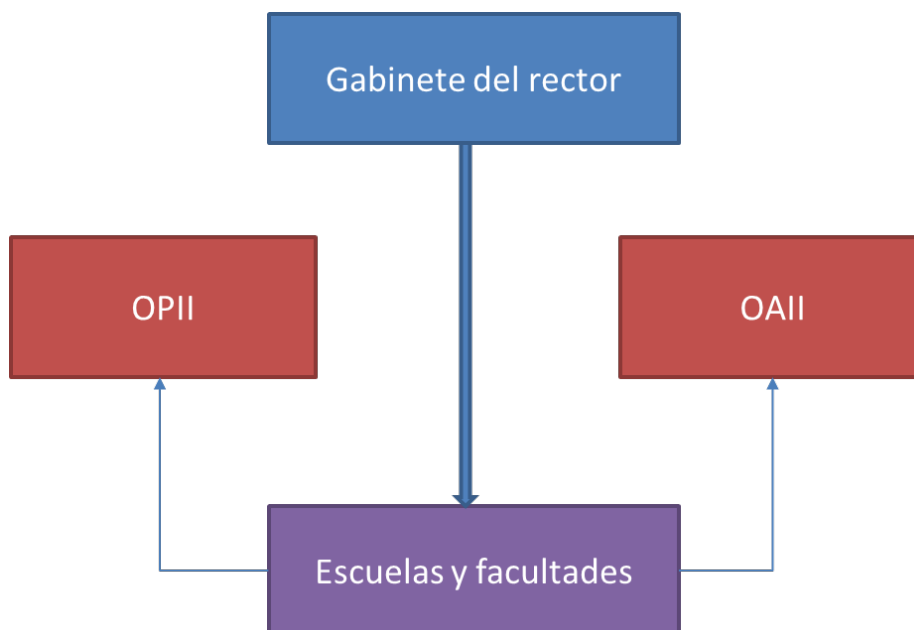
Las relaciones internacionales de la UPV están a cargo del jefe del gabinete del rector. Cada escuela o facultad de la UPV funciona de manera autónoma, aunque coordinada a través del jefe del gabinete, en sus convenios para recibir y mandar alumnos. Dos oficinas, la de acción internacional OAI y la oficina de programas de internacionales de intercambio, OPII. La OAI se encarga de gestionar y validar los proyectos de las escuelas y la UPV con otras universidades o entidades. La OPII, La Oficina de Programas Internacionales de

Estrategias de intercambio y colaboración internacional en la ETSID-UPV

Intercambio -OPII- coordina la participación de la UPV en programas de intercambio a nivel mundial.

Esta estructura gestiona programas de movilidad patrocinados por la UE así como programas propios financiados íntegramente por la UPV, dirigidos tanto a estudiantes como a personal docente-investigador y de administración. Esto ha permitido a los alumnos gozar de intercambios desde 1993 con más de 2350 universidades y centros de investigación mundiales.

Figura 1 Organigrama del servicio internacional de la UPV



De hecho, este año la UPV ha conseguido dos millones de euros desde la UE a través del programa Erasmus+2015. Este éxito se traduce, por ejemplo, El éxito de la UPV se traduce, por ejemplo, en la recepción de 921.571 euros de la convocatoria Erasmus+ 2015 -a través del Servicio Español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE)- para la movilidad de personas entre países miembros y asociados no pertenecientes al programa. Esta cantidad es la segunda más alta recibida por una universidad española en este concepto, únicamente superada de la Universidad de Granada

PROMOE es un programa propio de la UPV, es decir financiado íntegramente con fondos de la UPV, cuyo objetivo es establecer un programa de ayudas para el intercambio de estudiantes con universidades de EEUU, China, Canadá, América Latina, Corea, Australia o Japón entre otros con la que exista convenio de cooperación institucional e intercambio de estudiantes.

Sergio Hoyas, Manuel Fernández, Cristina Petit y Mario Lazaro

Los estudiantes PROMOE, podrán realizar parte de sus estudios en una Universidad de prestigio, durante un período de entre 4 y 10 meses, que les permitirá contactar con una cultura diferente, aprender o perfeccionar una lengua extranjera, experimentar diferentes metodologías de enseñanza, desarrollo personal y de formación, hacer amigos de diferentes países y culturas, a la vez de abrirles nuevas puertas dentro del mercado laboral. Todo ello hace que desde la UPV se anime a los estudiantes a completar su formación en cualquiera de las Universidades socias.

Evolución en la UPV

En la siguiente Tabla podemos ver la evolución en la UPV en los últimos 10 años, incluyendo no solo el programa ERASMUS sino todos los programas propios de la UPV.

Tabla 1.3. Alumnos participantes en programas de intercambio en la UPV, últimos 10 años. Fuente base de datos Aire

Curso Académico	Sexo del beneficiario de la Estancia	Alumno	Total
2004/2005	MUJER	491	1.141
	VARON	650	
2005/2006	MUJER	544	1.280
	VARON	736	
2006/2007	MUJER	596	1.317
	VARON	721	
2007/2008	MUJER	659	1.501
	VARON	842	
2008/2009	MUJER	664	1.519
	VARON	855	
2009/2010	MUJER	701	1.646
	VARON	945	
2010/2011	MUJER	643	1.582
	VARON	939	
2011/2012	MUJER	817	1.868
	VARON	1.051	
2012/2013	MUJER	641	1.615
	VARON	974	
2013/2014	MUJER	681	1.538
	VARON	857	
2014/2015	MUJER	548	1.345
	VARON	797	

Estrategias de intercambio y colaboración internacional en la ETSID-UPV

Como se puede observar el pico de estudiantes enviados se obtuvo en 2011 y desde entonces hay un decline que queremos explicar en las próximas hojas. Es importante ver que el número de mujeres proporcionalmente es mayor que la de varones, ya que estos están sobre representados en la universidad. En la tabla siguiente se puede ver los países de elección de los últimos tres años, apareciendo muy destacados Alemania, Italia Francia y Polonia.

Tabla 1.4. Alumnos participantes en programas de intercambio en la UPV, según países

Curso Académico	C 12/13			C 13/14			C 14/15			Total tres últimos años
	M	V	T	M	V	T	M	V	T	
ALEMANIA	128	150	278	101	147	248	48	112	160	686
ITALIA	60	72	132	76	76	152	85	92	177	461
FRANCIA	56	64	120	76	86	162	64	63	127	409
POLONIA	34	88	122	52	66	118	34	70	104	344
REINO UNIDO	38	75	113	45	57	102	38	58	96	311
BELGICA	36	24	60	35	39	74	36	59	95	229
REPUBLICA CHECA	16	51	67	31	53	84	32	43	75	226
SUECIA	15	48	63	16	36	52	10	29	39	154
ESPAÑA	27	42	69	29	22	51	10	18	28	148
HOLANDA	22	43	65	20	20	40	18	21	39	144
FINLANDIA	14	28	42	19	32	51	12	16	28	121
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	7	27	34	17	26	43	14	27	41	118
DINAMARCA	15	34	49	10	21	31	8	20	28	108
AUSTRIA	12	18	30	14	20	34	17	16	33	97
IRLANDA	11	22	33	16	14	30	15	15	30	93
PORTUGAL	12	13	25	17	14	31	15	21	36	92
HUNGRIA	8	15	23	12	8	20	12	8	20	63
NORUEGA	7	16	23	8	7	15	6	16	22	60
SUIZA	8	13	21	7	16	23	3	7	10	54
TURQUIA	14	8	22	3	15	18	5	7	12	52
LITUANIA	5	14	19	6	5	11	2	7	9	39
CHILE	3	3	6	4	3	7	10	8	18	31
CHINA (REPUBLICA POPULAR)	6	7	13	5	5	10	3	5	8	31

Sergio Hoyas, Manuel Fernández, Cristina Petit y Mario Lazaro

El primer país que aparece con lengua inglesa es Reino Unido, en el sexto. Es importante destacar esto porque los empleadores nos están solicitando dominio del inglés, pero también dominio de una tercera lengua. Destacar también, países como: India, Burkina Faso, Islandia, Moldavia, Costa Rica, Haití, Malta, El Salvador, Serbia, Azerbaiyan, Bulgaria, Kenia, Ghana, Guinea Bissau, Marruecos, Rusia O Uruguay

La escuela

Las tablas siguientes resumen la posición de la ETSID en los últimos años. Recordemos que muy recientemente la oficina de la escuela ha cumplido 25 años (Ballester 2014)

Tabla 1.5. Alumnos de la ETSI participantes en problemas de intercambio

	ITE	ITEA	ITM	ITQ	ITD	IOI	IA	Total
2001/2002	2	18	29	18	31	0	0	98
2002/2003	5	12	30	26	37	0	0	110
2003/2004	5	13	38	29	57	0	0	142
2004/2005	5	33	45	13	49	0	0	145
2005/2006	14	38	39	25	54	4	0	174
2006/2007	18	13	34	20	40	16	0	141
2007/2008	17	11	35	19	55	33	0	170
2008/2009	10	22	46	9	46	23	1	157
2009/2010	18	30	34	33	22	48	31	216
2010/2011	8	16	27	14	36	55	59	215
2011/2012	10	17	40	8	31	80	69	255
2012/2013	15	22	18	10	3	52	64	184
2013/2014	0	0	2	0	0	21	47	70
2014/2015	0	0	0	0	0	5	22	27

Leyenda: ITE: Ingeniería técnica Eléctrica. ITEA: Electronica y automática. ITM: Mecánica. ITQ: Química. ITD: Diseño. IOI: Ingeniería en Organización Industrial. IA: Ingeniería Aeronáutica

Tabla 1.6. Alumnos de la ETSI participantes en problemas de intercambio, titulaciones de grado.

	GD	GIA	GIE	GIEA	GIM	Total
2011/2012	12	0	0	0	0	12
2012/2013	47	1	4	6	14	72
2013/2014	33	21	8	17	17	96
2014/2015	34	25	7	18	33	117

Leyenda: GD: Grado en diseño. GIA: Grado en Ingeniería Aeronáutica. GIE: Grado en Ingeniería Eléctrica. GIEA: Grado en Ingeniería Electrónica. GIM: Grado en ingeniería Mecánica.

Estrategias de intercambio y colaboración internacional en la ETSID-UPV

Como se puede ver, las cifras del grado no han conseguido acercarse a las del master. Por un lado esto puede ser debido a la reducción de becas y los efectos de la crisis. Por otro lado, también es cierto que la mayoría de los alumnos se iban en el quinto curso de IA e IOI. La primera ha desaparecido y la segunda todavía no es capaz de alcanzar su éxito previo, aunque es posible que este año el porcentaje de Alumnos de Erasmus en el Master onde el 50%.

Programas especiales y actividades.

El primer programa que queríamos destacar son los grupos ARA. Su principal objetivo es reforzar el potencial de los alumnos más destacados desde el inicio de sus estudios universitarios para formar profesionales con alto nivel competitivo.

- Son grupos con docencia en inglés.
- Ofrecen otras ventajas como puntos adicionales para bolsas Erasmus, seminarios, conferencias, visitas a empresa...

Se ofrecen en la escuela dos grupos ARA

1. Grado en Ing. Aeroespacial, grupos 811 / 812
2. Grado en Ing. Electrónica Industrial y Automática, grupos 211 / 212

Sólo estudiantes con un B2 pueden acceder a estos grupos. El éxito de estos grupos es muy apreciable, obteniendo estudiantes muy cualificados y con un alto nivel de inglés.

La ETSID es muy activa en cuanto a su pertenencia a redes profesionales internacionales.

- SEFI (Sociedad Europea para la Formación de Ingenieros)
- CESAER (Conference of European Schools for Advanced Engineering Education and Research)
- Grupo Tordesillas (Red Académica de Universidades de Brasil, Portugal y España, para la Promoción de la Colaboración en el campo de la Ciencia y de la Tecnología)
- ASIBEI (Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería)
- EUCLIDES (European Universities Collaborative Links Developments In Engineering Sciences)

Para la enseñanza universitaria en general:

- Columbus (cooperación entre universidades europeas y latinoamericanas)

Sergio Hoyas, Manuel Fernández, Cristina Petit y Mario Lazaro

- AUIP (Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado)

Y para la enseñanza de la aeronáutica, la red PEGASUS. En la bibliografía se puede encontrar las páginas webs de todas estas asociaciones.

Esta pertenencia en redes internacionales se ve reforzada por la organización de varios congresos, precisamente orientados hacia la internacionalización. Destacamos

- Valencia Global, 2006, 2010, 2014. Estos congresos con cerca de 200 participantes han tenido la presencia de grandes participantes, como Guy Haug European Expert, UPV Advisor, Past SEFI General Secretary, Franco Bernelli, Chairman of PEGASUS (Aeronautical Association).o Xavier Fouger, Senior Director – Global Academia Programs Dassault Systemes
- 7th European Convention of Engineering Deans. El objetivo de esta conferencia es proporcionar un marco de trabajo para los líderes de las universidades de ingeniería de tal manera que se puedan mejorar las estrategias la política y el funcionamiento de las universidades de ingeniería europeas.

La ETSID actualmente está en diversas negociaciones para conseguir dobles títulos con prestigiosas universidades mundiales. Es de destacar el convenio existente dentro del UMANE Project, EU/US international Bachelor Degree in Engineering Management. La idea de este convenio es realizar un programa conjunto con dos universidades estadounidenses y tres europeas: the New Jersey Institute of Technology (NJIT, NJ, USA), the Rutgers University (RUTGERS, NJ, USA), the Università degli Studi di Parma (UNIPR, IT, EU), the Universidad de Extremadura (UEX, ES, EU) and the Universidad Politécnica de Valencia (UPV, ES, EU).

La idea de este consorcio es ofrecer a sus estudiantes un programa conjunto en Management Engineering, reforzando sobre todo la el proceso de Supply Chain y Operations Management. El programa incluye el movimiento de estudiantes trasatlánticos (EU-to-US and US-to-EU un año) así como EU-to-EU (un semestre).

Además, la ETSID participa en el programa “European Project Semester” (Fernandez 11, Petit11) junto a 12 universidades europeas más totalizando 11 países. EPS es un curso con un aprendizaje basado en proyectos cubriendo un amplio rango de tópicos. El trabajo se hace en grupos de 3 a 6 estudiantes, con al menos tres nacionalidades. Además, algunos de ellos se hacen con empresas. El lenguaje de trabajo es el inglés, que todos los estudiantes tienen que conocer. La duración del proyecto es de 30 ECTS.

En el EPS han participado cerca de mil estudiantes de más de 25 países y de todas clases de ingeniería. La experiencia es muy positiva. Motiva mucho a los estudiantes, que en su mayoría son muy activos y trabajan más efectivamente que en una enseñanza tradicional. Con

Estrategias de intercambio y colaboración internacional en la ETSID-UPV

frecuencia son más creativos también. Normalmente, cuando funciona bien la cooperación, hay una sinergia, de forma que la totalidad es mayor que la suma.

Evidentemente, no toda enseñanza debe realizarse con proyectos interdisciplinarios y estudiantes en equipos. Los profesores son diferentes. Los estudiantes también son diferentes. Las disciplinas también lo son y necesitan diversas metodologías de enseñanza. Si siempre se emplea la misma metodología, aunque sea buena, va a ser aburrida y se van a evidenciar mucho sus limitaciones. La enseñanza, como la buena comida, debe ser una buena mezcla de ingredientes selectos. El EPS es un buen ejemplo.

Conclusiones

La internacionalización de los estudiantes en un mundo global es no solo necesaria sino absolutamente imprescindible. Afortunadamente, nuestros estudiantes lo han entendido así y cada vez más, el éxito de los diversos programas, tanto Erasmus, como propios de las universidades muestran su dedicación y voluntad de mejorar. Incluso en estos tiempos delicados, es claro que la mejor manera de hacer Europa es conociéndola y estas iniciativas son esenciales para seguir con la construcción europea.

Agradecimientos

Los autores desean reconocer que el éxito actual de la Oficina Internacional ETSID viene por el fruto de los esfuerzos realizados por el profesorado encargado de la oficina desde 1989 : Luis M. Sánchez Ruiz , Emilio García Moreno , Juan Miguel Martínez Rubio, Salvador Coll, Pedro Coca , Francisco Aparisi , Vicente Donderis, Pedro Fuentes y Houcine Hassan, además de las personas a cargo antes de que la propia oficina fue creada , es decir, a Miguel Pérez Villalba y Carlos Camiña. Todos ellos han disfrutado de la ayuda de una larga lista de administrativos y personal docente de la ETSID bajo el continuo apoyo y aliento de su director Enrique Ballester Sarrias.

También a los múltiples estudiantes que nos han ayudado en la oficina estos años, los muy apreciados “servipolis”. Y, por supuesto, a los miles de Alumnos de la ETSID que han contribuido a llevar nuestro nombre y bien hacer por todo el mundo.

Referencias

Página web del servicio español para la internacionalización de la educación.

<http://www.oapee.es/oapee/inicio/ErasmusPlus.html>

Comisión Europea, servicio de prensa. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-821_en.htm

Aire. Base de datos propia de la UPV. www.upv.es

SEFI: <http://www.sefi.be/>

CAESAR: <http://www.cesaer.org/en/home/>

Grupo Tordesillas: <http://www.grupotordesillas.net/>

ASIBEI: <http://www.asibei.net/>

Sergio Hoyas, Manuel Fernández, Cristina Petit y Mario Lazaro

EUCLIDES: <http://www.euclidesnet.eu/>

Columbus: <http://www.columbus-web.org/es/>

AUIP: <http://www.auiip.org/>

PEGASUS: <https://www.pegasus-europe.org/>

UMANE: <http://www.umane.unipr.it/index.php>

Ballester 2014: Enrique BALLESTER, Manuel FERNÁNDEZ, Cristina PETIT, Luis-M. SÁNCHEZ-RUIZ, "ETSID International office at 25, promoting internationalization" Actas del cuarto Valencia Global 2014.

Petit11: Cristina Petit, Houcine Hassan, Manuel Fernández, Elena Zafón, Enrique Ballester. "Programa Intensivo Europeo sobre Suministro futuro de energía sostenible en Europa". Actas del Congreso Cuiet 2011.

Fernandez11: Fernández Peña, Manuel; Hassan Mohamed, Houcine; Ballester Sarrias, Enrique; Gracia Conesa, Divina, "European Project Semester: El aprendizaje para la colaboración internacional, multicultural e interdisciplinaria" Cuadernos de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas Universitarias Volumen 2 Número 1 (2011) 5-12

Fernandez09: Fernández Peña, Manuel; Hassan Mohamed, Houcine; Ballester Sarrias, Enrique; Gracia Conesa, Divina, "Multidisciplinary and international projects" Actas del European Association for Education in Electrical and Information Engineering – EAEEIE, 2009

Aprendizaje Basado en Problemas y Flipped Classroom. Una experiencia de innovación docente en ingenierías del ámbito industrial

Susana Lucas Yagüe^a, M^a Teresa García Cubero^a, Mónica Coca Sanz^a, Gerardo González Benito^a, Asunción Garrido Casado^b, Ángel Cartón López^a, Miguel Ángel Urueña Alonso^a

^aC/ Doctor Mergelina s/n, 47011-Valladolid. Escuela de Ingeniería Industriales, Universidad de Valladolid, 983 18 40 74, susana@iq.uva.es, ^bInstituto de Enseñanza Secundaria Emilio Ferrarí, Valladolid

Abstract

A new innovative teaching methodology that combines problem-based learning (PBL) and Flipped Classroom technique has been applied in the subject Environmental and Process Technology, common to all engineering belong to industrial branch. The aim of this learning strategy is that students, from the analysis of a mass balance problem applied to a real industrial process (nitric acid), integrate the knowledge of process engineering with the technology and environmental management. From the initial approach of the problem proposed by the teacher, students study the process in different steps. In the first distance learning session, students make the block diagram of the process and identify the components present in each stream. In a second step, that takes place in a classroom seminar, students start solving basic mass balances with the help of professor. In the third distance learning session, students optimize the mass balance to get certain economic and environmental requirements. The use of this combined guided learning strategy has allowed students entrenched own theoretical content of the subject (process, mass balances, unit operations, etc.) and simultaneously develop certain transferable skills such as the ability for analysis and synthesis, problem solving, decision making, application of computer tools for problem solving (Excel or Matlab) and collaborative work.

Keywords: *Problem Based Learning (PBL), Flipped Classroom, Transferable skills, Environmental Technology, Industrial Engineering.*

Aprendizaje Basado en Problemas y Flipped Classroom. Una experiencia de innovación docente en ingenierías del ámbito industrial

Resumen

En la asignatura Tecnología Ambiental y de Procesos, común a todas las ingenierías de la rama industrial, se ha aplicado una metodología innovadora que combina el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la técnica Flipped Classroom. La finalidad de esta estrategia de aprendizaje es que los estudiantes, partiendo del análisis de un problema de balances de materia aplicado a un proceso industrial real (producción de ácido nítrico), integren los conocimientos propios de la ingeniería de procesos a la que se incorpora la componente de tecnología ambiental. Partiendo de un enunciado del problema perfectamente pautado por el profesor, los alumnos estudian el proceso en diferentes fases. En la primera sesión (no presencial) los estudiantes elaboran el diagrama de bloques del proceso e identifican los componentes presentes en cada corriente. En una segunda etapa, llevada a cabo en un seminario presencial, los alumnos realizan con ayuda del profesor los balances de materia básicos para la resolución del problema. En la tercera sesión (no presencial), los estudiantes optimizan el balance de materia en base a una función de costes y unos requerimientos medioambientales. El empleo de esta estrategia combinada de aprendizaje guiado ha permitido que los alumnos afiancen los contenidos teóricos propios de la asignatura (proceso, balances de materia, operaciones unitarias) y desarrollen simultáneamente determinadas competencias de carácter transversal como son la capacidad de análisis y síntesis, la resolución de problemas, la toma de decisiones, la utilización de herramientas informáticas aplicadas a la resolución de problemas (Excel o Matlab) y el trabajo colaborativo.

Palabras clave: *Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Flipped Classroom, Competencias Transversales, Tecnología Ambiental, Ingeniería Industrial.*

Introducción

En los últimos años el modelo de enseñanza-aprendizaje denominado Flipped Classroom se está posicionando como estrategia docente en todos los niveles de educación incluida la enseñanza universitaria (Aronson y Arfstrom, 2013; Berret, 2012).

El Flipped Classroom (FC) es un modelo pedagógico que transfiere el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula y utiliza el tiempo de clase, junto con la experiencia del docente, para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos dentro del aula.

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Uruña Alonso

Flippear una clase es mucho más que la edición y distribución de unos materiales (papers, videos, enlaces a webs, etc.). Se trata de un enfoque integral que combina la instrucción directa con métodos constructivistas, el incremento de compromiso e implicación de los estudiantes con el contenido del curso y mejorar su comprensión conceptual (Baker, 2012; Bergmann y Sams, 2012). Se trata de un enfoque integral que, cuando se aplica con éxito, apoyará todas las fases de un ciclo de aprendizaje (Taxonomía de Bloom).

Quando los docentes diseñan una flipped classroom, el tiempo de clase se libera para que se pueda facilitar la participación de los estudiantes en el aprendizaje activo a través de preguntas, discusiones y actividades aplicadas que fomentan la exploración, la articulación y aplicación de ideas.

Los datos rigurosos, tanto cualitativos como cuantitativos, sobre el aprendizaje Flipped son limitados, pero hay una gran cantidad de investigación que apoya la eficacia de los elementos clave del modelo con respecto a las estrategias de enseñanza que conducen a que los estudiantes se involucren más en su aprendizaje (Fulton, 2012; Hamdan et al., 2013; Fortanet et al., 2014).

En general, los profesores que están invirtiendo sus aulas informan sobre mayores logros de los estudiantes, una mayor participación de los mismos y la mejora de las actitudes hacia el aprendizaje. Muchos docentes se sienten revitalizados y satisfechos por su mayor interacción con los estudiantes. La investigación inicial sugiere que el modelo de aprendizaje Flipped es prometedor y merece mayor investigación (Touron, 2013).

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los alumnos para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor. Generalmente, dentro del proceso educativo, el docente explica una parte de la materia y, seguidamente, propone a los alumnos una actividad de aplicación de dichos contenidos. Sin embargo, el ABP se plantea como medio para que los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para solucionar un problema real o ficticio, sin que el docente utilice la lección magistral para transmitir ese contenido (Akinoğlu y Tandogan, 2006).

El ABP permite mejorar la calidad del aprendizaje universitario a nivel de competencias específicas y transversales. Entre estas últimas destacan el desarrollo de la capacidad de resolución de problemas, la toma de decisiones, el trabajo en equipo, las habilidades comunicativas (argumentación y presentación de la información) y el desarrollo de actitudes y valores (Servicio Innovación Educativa de la UPM, 2008).

La utilización de técnicas de innovación educativa combinadas, tal y como muestran las referencias bibliográficas, parece prometedor (Herreid y Schiller, 2013; Fortanet et al., 2014).

Aprendizaje Basado en Problemas y Flipped Classroom. Una experiencia de innovación docente en ingenierías del ámbito industrial

Por todo lo anteriormente expuesto, en este trabajo se van a analizar los resultados de la aplicación de una metodología docente basada en la técnica combinada Flipped Classroom y ABP. Para ello se ha diseñado cuidadosamente una actividad que permite que los alumnos después de la “adquisición” de determinados conocimientos teóricos los apliquen a la resolución de un problema complejo. La resolución se organiza en base a sesiones no presenciales (aprendizaje en grupo en base a unos materiales previos) junto con sesiones presenciales (seminarios para poner aplicar la metodología de resolución de problemas).

Objetivos

El objetivo de esta experiencia de innovación educativa es aplicar una metodología integrada de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Flipped Classroom en la Asignatura común Tecnología Ambiental y de Procesos, que se imparte en los grados de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid. La finalidad de esta innovación docente es comprobar si resulta adecuada para facilitar el aprendizaje de determinados contenidos teóricos de la asignatura, mejorar la estrategia de resolución de problemas complejos y desarrollar determinadas competencias de tipo transversal.

Para cumplir con este objetivo global se plantean los siguientes objetivos parciales:

1. Seleccionar un proceso industrial real que incluya diferentes etapas (operaciones unitarias) y que sea adecuado para aplicar una metodología de resolución de problemas de balances de materia
2. Diseñar en base a esos contenidos/competencias que se desean adquirir una tarea grupal basada en una metodología ABP y técnica de Flipped Classroom
3. Comprobar la eficacia de la aplicación de esa metodología docente a partir de los resultados de una encuesta de opinión cumplimentada por los alumnos y de las calificaciones obtenidas en la actividad

Descripción de la experiencia

Contextualización de la asignatura

La asignatura Tecnología Ambiental y de Procesos es una asignatura obligatoria (1^{er} curso, 2^ocuatrimestre, 6 ECTS) del bloque común a los grados en Ingenierías Industriales impartidos en la Universidad de Valladolid (grados en ingeniería mecánica, química, eléctrica, electrónica, organización industrial).

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Uruña Alonso

El objetivo general de la asignatura es introducir los conceptos básicos y aplicación de procesos y de tecnologías ambientales y sostenibilidad necesarios para el desarrollo profesional del ingeniero en diferentes sectores industriales.

La asignatura, organizada en seis temas, se caracteriza por tener una elevada componente aplicada, que facilita a los alumnos la asimilación de los contenidos abordados en las sesiones teóricas. Sin embargo alguno de los temas, como los dedicados al estudio de la relación entre Industria y Medioambiente (tema 1) e Ingeniería de Procesos: Fundamentos y Diagramas (tema 2), son conceptualmente difíciles de asimilar por parte de los alumnos de primer curso. Estos temas, básicos para el desarrollo del resto del temario, resultan fundamentales para poder entender los conceptos de proceso, operaciones unitarias, balances de materia, contaminación e impacto ambiental. Por ello se han seleccionado estos temas para aplicar la metodología de ABP junto con el modelo Flipped Classroom. Esta estrategia combinada permite el aprendizaje significativo de los contenidos que se abordan en la tarea.

Diseño de la actividad: Tarea basada en un ABP + Flipped Classroom

La tarea propuesta, en conexión directa con los contenidos abordados en el tema 1 “Industria y medioambiente” y tema 2 “Ingeniería de procesos: Fundamentos y Diagramas”, tiene por objetivo estudiar un proceso industrial de interés desde la componente de ingeniería de proceso y tecnología ambiental. En el proceso propuesto se identificarán las etapas que lo integran (operaciones unitarias), se representará gráficamente mediante la construcción de un diagrama de bloques y, se realizarán los balance de materia necesarios para caracterizar todas las corrientes implicadas (productos, subproductos y residuos). La tarea concluirá con la optimización del proceso productivo en base a un análisis simplificado de costes y unos requerimientos medioambientales (valores límite de emisión de gases).

El proceso seleccionado es la producción de ácido nítrico por oxidación de amoníaco mediante el proceso Ostwald. El proceso está básicamente integrado por 4 etapas: 1) La combustión de amoníaco con la formación de óxido nitroso (NO); 2) La absorción ácida de los gases nitrosos (NO+NO₂) y formación de ácido nítrico (producto deseado); 3) La absorción alcalina de los gases nitrosos y 4) La inversión de los nitritos con aire para formar nitratos. Los nitratos se pueden emplear como subproducto para la fabricación de fertilizantes. El contenido de óxidos ácidos que se vierte a la atmósfera en este proceso debe estar por debajo de los límites de emisión permitidos por la legislación vigente.

Aprendizaje Basado en Problemas y Flipped Classroom. Una experiencia de innovación docente en ingenierías del ámbito industrial

Cada grupo de trabajo, formado por cuatro estudiantes, estudiará con detalle el proceso de obtención de ácido nítrico a través de una serie de etapas o fases pautadas por el profesor. En una primera etapa se les facilita a los estudiantes un enunciado preliminar del proceso productivo que es básicamente descriptivo (sin números para el cálculo) con la finalidad de que éstos, mediante trabajo grupal fuera del aula, identifiquen las etapas del proceso (operaciones unitarias empleadas), los componentes/compuestos presentes en cada corriente y elaboren con ello un diagrama de bloques del proceso y una tabla de corrientes. Al finalizar esta etapa el profesor les da como feedback la corrección de los materiales entregados y les facilita un enunciado final de la tarea que incluye los datos numéricos para la realización de los balances de materia.

En una segunda etapa, que se desarrollará en grupo en un seminario presencial, los alumnos con ayuda del profesor realizarán los balances de materia básicos necesarios para la resolución del problema planteado. Esta sesión presencial será guiada por el profesor y abierta al debate para resolver todas las dudas del balance de materia propuesto.

La tercera etapa, de nuevo fuera del aula, los alumnos deberán implementar los balances de materia propuestos utilizando la herramienta de cálculo Excel o Matlab. Para ello dispondrán de unas plantillas de cálculo facilitadas por el profesor. Además la tarea se completará con la optimización del proceso en base a una función de costes y determinados requerimientos medioambientales (límite de emisión de NO_2). Al final de esta etapa los alumnos enviarán un informe con los pasos seguidos en la resolución de la tarea así como los ficheros de cálculo elaborados.

En la tabla 1 se recogen los objetivos, el desarrollo y la entrega de materiales en cada una de las fases implicadas en la tarea. Se utilizará el curso virtual (bajo la plataforma de software Moodle) de la asignatura para la entrega, recogida, calificación y resolución de dudas de la tarea.

En la evaluación de la actividad se considerarán la calidad de todos los materiales entregados en cada fase del proceso: la hoja resumen cumplimentada durante el seminario, los ficheros de cálculo y el informe final.

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Uruña Alonso

Tabla 1. Objetivos y contenidos abordados en cada fase de la tarea 1

MATERIALES PREVIOS	OBJETIVOS	DESARROLLO	EVALUACIÓN
SESIÓN 1 (No presencial)			
PROFESOR: Colgará en Moodle 1. Las instrucciones para realizar el seminario y la tarea 2. El enunciado preliminar de la tarea (sin datos numéricos) 3. La plantilla Excel vacía con la tabla de corrientes	ESTUDIANTES: Comprender el proceso productivo propuesto Identificar las operaciones unitarias que intervienen Elaborar el diagrama de bloques del proceso Construir una tabla de corrientes del proceso indicando todos los componentes	ESTUDIANTES: (Fuera del aula). Labor grupal ENTREGABLES: Fichero pdf con diagrama de bloques y plantilla Excel con tabla de corrientes (indicando con una cruz los componentes en cada corriente)	PROFESOR: Cuelga en moodle la solución del diagrama de bloques y la plantilla cumplimentada con la tabla de corrientes Devuelve a cada grupo los materiales enviados corregidos
SESIÓN 2 (Seminario presencial)			
PROFESOR: Colgará en Moodle 1. Enunciado definitivo de la tarea (incluye valores numéricos) 2. Plantilla Excel vacía para complementar con los resultados numéricos 3. ESTUDIANTES: (Fuera del aula). Labor grupal Deben leer el enunciado definitivo y anotar sobre su diagrama de bloques los valores conocidos antes de realizar el balance de materia	ESTUDIANTES: Aplicar la metodología de resolución de balances de materia Interpretar los resultados numéricos obtenidos	PROFESOR: Orientará a los estudiantes en la resolución de los balances de materia y responderá a todas las dudas que surjan respecto a los mismos ESTUDIANTES: Resolverán en grupo los balances de materia ENTREGABLES: Hoja resumen con los balances de materia planteados y las corrientes calculadas	PROFESOR: Corrige y evalúa los balances de materia entregados Devuelve a los estudiantes los materiales corregidos para que reorienten y completen la tarea
SESIÓN 3 (No presencial)			
ESTUDIANTES: (Fuera del aula). Labor grupal Deben completar los balances de materia empleando Excel o Matlab y optimizar el balance de materia en base a criterios económicos y medioambientales	ESTUDIANTES: Afianzar los conocimientos y aplicación de balances de materia Emplear herramientas de cálculo para la resolución	ESTUDIANTES: ENTREGABLES: Informe con la resolución detallada de la tarea y los ficheros de cálculo (Excel o Matlab) generados	PROFESOR: Cuelga en moodle la solución de la tarea Devuelve a cada grupo los materiales corregidos Evalúa la tarea entregada

Aprendizaje Basado en Problemas y Flipped Classroom. Una experiencia de innovación docente en ingenierías del ámbito industrial

Resultados

Con la finalidad de valorar los resultados de la aplicación de la metodología de caso como estrategia de aprendizaje se elaboró un **cuestionario de opinión** que cumplimentaron los alumnos al finalizar la experiencia (ver Figura 1).

El formulario contempla 15 cuestiones, puntuadas en una escala 1 a 4 (completamente en desacuerdo a completamente de acuerdo), que se organizan en 3 bloques de preguntas que abarcan aspectos relacionados con la organización de la tarea, el nivel de aprendizaje de contenidos teóricos y el grado de desarrollo de competencias transversales. El formulario incluye un apartado donde el estudiante puede realizar una valoración global de la tarea y comentar los aspectos positivos y aquellos susceptibles de mejora.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de los cuestionarios cumplimentados por los estudiantes (57 respuestas de 60 alumnos) se muestran en la Figura 2a.

En cuanto a la **organización de la tarea** (preguntas 1 a 5), un 84% de los encuestados considera que las pautas aportadas por el profesor para la realización de la tarea han sido útiles y que el campus virtual les ha facilitado la entrega de ficheros y la resolución de dudas a través de los foros (74%). Sin embargo un 74% considera que la tarea no ha estado bien organizada y un porcentaje importante (38%) creen que el tiempo proporcionado para la preparación del seminario y la entrega de la tarea final ha sido insuficiente.

En lo referido al **desarrollo de competencias específicas** (preguntas 6 a 10), los resultados son sumamente satisfactorios, el 86% considera que los contenidos de la tarea se ajustan al programa de la asignatura, la tarea les ha ayudado a comprender el funcionamiento de un proceso y su representación gráfica mediante diagramas de bloques (80%), el fundamento de diferentes operaciones unitarias (84%) y la aplicación práctica de los balances de materia (86%). Sin embargo el 64% considera que la tarea no les ha permitido aprender a manejar la herramienta Solver de Excel como apoyo a la resolución numérica de los balances de materia.

Con respecto al **desarrollo de competencias transversales** adquiridas o afianzadas con la realización de la tarea (preguntas 11 a 15), los resultados también han sido realmente satisfactorios. El 76% de los estudiantes considera que han mejorado su habilidad para la resolución de problemas complejos, el 78% la capacidad de análisis y síntesis, el 90% que han trabajado en equipo de forma eficaz, el 86% que han potenciado el pensamiento crítico y la toma de decisiones y el 78% parece haber mejorado con la tarea su conocimiento de vocabulario técnico en inglés (el enunciado de la tarea estaba redactado en inglés).

La valoración global de la tarea (pregunta 16) ha sido positiva para el 78% de los encuestados.

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Uruña Alonso

Figura 1. Cuestionario de opinión de la tarea 1

CUESTIONARIO OPINIÓN TAREA 1 (SEMINARIO 1)

Valore los siguientes aspectos de la Tarea 1 utilizando una escala de puntuación del 1 al 4, siendo:

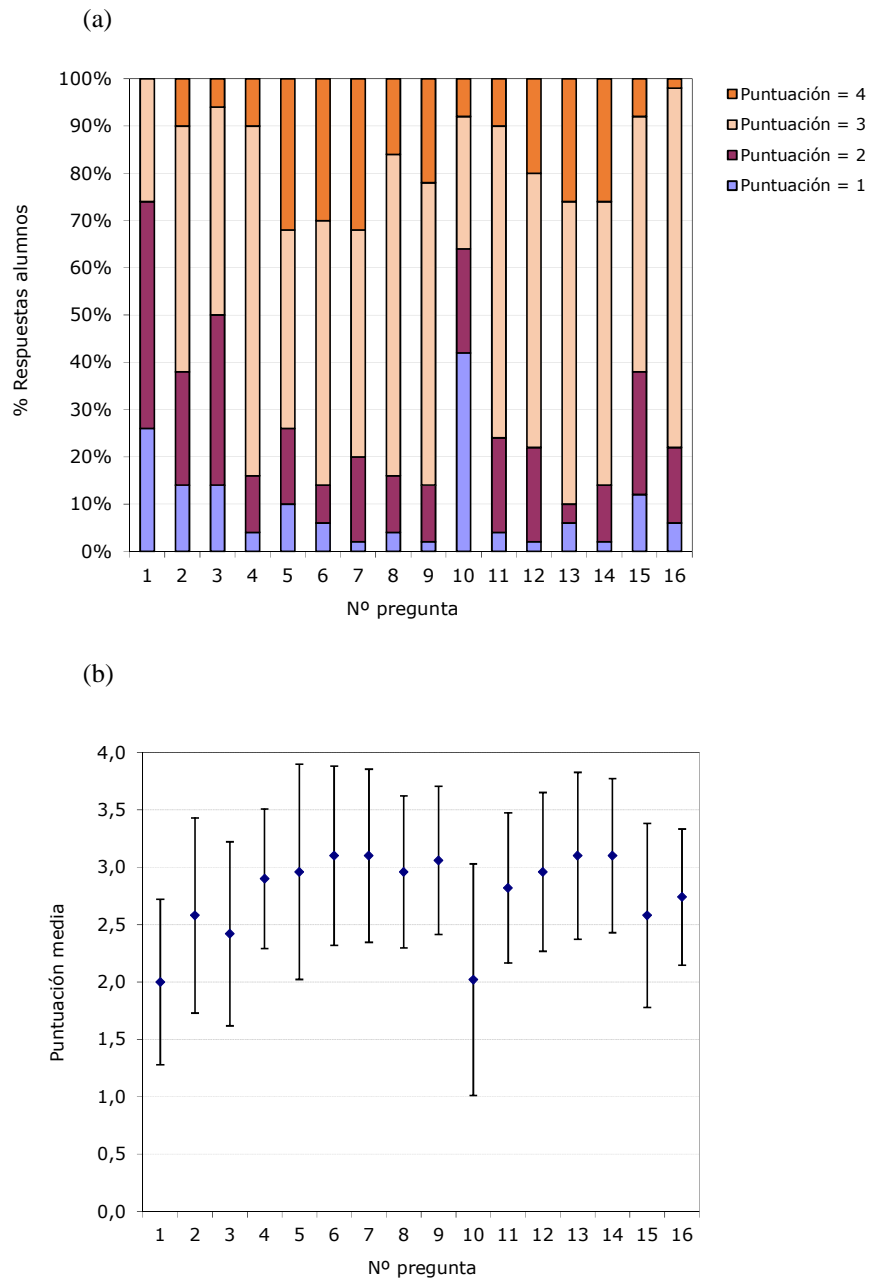
1. Completamente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. De acuerdo
4. Completamente de acuerdo

	1	2	3	4
ORGANIZACIÓN				
1. La tarea está bien organizada: el enunciado es claro, se conoce la información a presentar en cada fase del trabajo y qué hay que incluir en la memoria final				
2. El tiempo para la preparación del seminario y la tarea final es adecuado				
3. La duración del seminario se ajusta a los objetivos establecidos				
4. Las pautas de resolución dadas por el profesor son útiles para realizar la tarea				
5. El campus virtual facilita la entrega de ficheros y la resolución de dudas				
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS				
6. Los contenidos de la tarea se ajustan al programa de la asignatura				
7. La tarea ayuda a comprender el funcionamiento básico de un proceso mediante su representación gráfica mediante diagramas de bloques				
8. La tarea permite comprender mejor el fundamento de determinadas operaciones unitarias (reacción, absorción, etc.)				
9. La tarea es adecuada para la resolución de balances de materia				
10. La tarea permite conocer el manejo de la herramienta Solver de Excel como apoyo a la resolución numérica de los balances de materia				
COMPETENCIAS TRANSVERSALES				
11. La tarea permite mejorar la habilidad de resolución de problemas complejos				
12. La tarea permite mejorar la capacidad de análisis y síntesis				
13. La tarea facilita el desarrollo de trabajo en grupo de forma eficaz				
14. La tarea potencia el pensamiento crítico y la toma de decisiones				
15. La tarea permite conocer determinado vocabulario técnico en inglés				
GRADO DE SATISFACCIÓN GENERAL				

En caso de que en alguna de las preguntas la puntuación sea 1-2, explicar por qué.

Aprendizaje Basado en Problemas y Flipped Classroom. Una experiencia de innovación docente en ingenierías del ámbito industrial

Figura 2. Resultados del cuestionario de opinión de la tarea 1 cumplimentados por los estudiantes: a) Porcentaje de respuestas a cada pregunta en cada categoría de evaluación b) Valores medios de cada pregunta y su desviación estándar



S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Uruña Alonso

Como se puede ver en la Figura 2b, todos los aspectos evaluados en la encuesta han recibido una puntuación media superior a los 2.5 puntos en una escala de 1 a 4. Los dos aspectos peor valorados, como se ha comentado previamente, han sido la organización de la tarea (claridad del enunciado y materiales a entregar en cada fase del trabajo) y el aprendizaje de la herramienta de cálculo Solver de Excel, con puntuaciones de 2.0, en ambos casos. Por el contrario parecen estar muy satisfechos con el aprendizaje de competencias específicas (representación de procesos mediante diagrama de bloques, fundamento de operaciones unitarias y estrategia de resolución de balances de materia) y de competencias transversales (capacidad de análisis y síntesis, trabajo en grupo, pensamiento crítico y toma de decisiones), con puntuaciones medias en todos los casos superiores a 3.0.

El grado de satisfacción general de los estudiantes que han realizado la tarea es muy bueno (el 78% asignan una puntuación de 3 ó 4 puntos en la escala 1 a 4).

La opinión de los profesores involucrados en esta experiencia, recabada en las reuniones de coordinación de los profesores, también ha sido muy positiva. Consideran que la tarea, tal y como se ha planteado, ha resultado muy útil para los alumnos puesto que les facilita el aprendizaje y la aplicación de contenidos teóricos y prácticos básicos (descripción de procesos mediante su representación con diagrama de bloques, operación unitaria, aplicación de balances de materia, herramientas de cálculo para la resolución de problemas). Además la tarea permite que el estudiante refuerce su capacidad de análisis y síntesis, mejore su habilidad de resolución de problemas complejos y se familiarice con las dificultades del trabajo en grupo. Sin embargo, y tomando como referencia los resultados de las encuestas de opinión, sería bueno de cara al próximo curso realizar un nuevo planteamiento de la tarea. La tarea debería ser menos compleja y eso permitiría ajustar mejor los tiempos de duración del seminario y la tarea. Además con carácter previo al seminario se debería facilitar a los estudiantes unas pautas básicas de resolución para orientarles mejor en la secuencia de trabajo. Esto último permitiría una mejor adaptación de los objetivos propuestos en la tarea al nivel de aprendizaje y comprensión de alumnos de primer curso. Sería adecuado disponer de más tiempo para discutir con los grupos la utilización de la herramienta de cálculo de Excel, desconocida para la mayor parte de ellos.

En lo referido a las **calificaciones asignadas** a los alumnos en la tarea, los resultados han sido buenos. En esta evaluación se han considerado todos los materiales entregados: hoja resumen cumplimentada durante el seminario, los ficheros de cálculo y el informe final.

De los 57 alumnos evaluados se puede afirmar que el 19% han obtenido una calificación de aprobado (puntuación entre 5 y 7), 33% de notable (puntuación entre 7 y 9) y el 47% restante de sobresaliente. Estos datos corroboran el buen trabajo realizado por los alumnos, el elevado grado de interés mostrado en la realización de la tarea y el buen nivel de conocimientos teóricos y aplicados adquiridos con la realización de la misma.

Aprendizaje Basado en Problemas y Flipped Classroom. Una experiencia de innovación docente en ingenierías del ámbito industrial

Conclusiones

En la asignatura de Tecnología Ambiental y de Procesos se ha aplicado una nueva estrategia metodológica que combina el Aprendizaje Basado en Problemas y la técnica de Flipped Classroom. El resultado de la experiencia de innovación docente, basada en la realización de una tarea de resolución de problemas guiada, ha resultado ser muy satisfactorio tanto para los estudiantes como para el profesorado involucrado.

Esta metodología docente ha permitido que los alumnos tengan una visión integrada de dos partes fundamentales de la asignatura, la dimensión de proceso y la componente ambiental. El planteamiento de la tarea en base a un problema de balances de materia real ha permitido que los estudiantes afiancen algunos contenidos teóricos propios de la disciplina, entre los que destacan el concepto de proceso, operación unitaria y balance de materia. Los estudiantes han mejorado de forma importante su capacidad de resolución de problemas al enfrentarse a un problema complejo que se ha ido simplificando en base a una técnica de flipped classroom (sesiones no presenciales y seminario). Además de forma colateral los estudiantes han mejorado sus competencias transversales entre las que cabe mencionar la capacidad de análisis y síntesis, la capacidad de resolución de problemas, el trabajo en grupo y el razonamiento crítico. Los estudiantes se han sentido protagonistas de su propio aprendizaje y muy motivados. Por otro lado esta metodología, que presenta un gran potencial para facilitar el aprendizaje de contenidos y competencias transversales, adolece de efectividad si no se plantea de forma adecuada. En este caso las dos debilidades que se han manifestado en su planteamiento han sido que el tiempo programado para la actividad ha sido algo insuficiente y relacionado con ello, la carga de trabajo y la complejidad ha sido excesiva. Por ello, y de cara a un futuro planteamiento de esta tarea u otras similares, se deben considerar un problema más acotado o dedicarle más sesiones presenciales a su resolución.

Referencias

- Akinoglu, O., Tandogan, R. (2006). The effects of problem-based active learning in science education on student's academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology*, 3, 71-81.
- Aronson, N., Arfstrom, K.M. (2013). *Flipped Learning in Higher Education*. Flipped Learning Network & Kenneth Tam, Pearson. Disponible en : <http://www.flippedlearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/41/HigherEdWhitePaper%20FINAL.pdf>

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Uruña Alonso

Baker, C. (2012). Flipped classrooms: Turning learning upside down: Trend of “flipping classrooms” helps teachers to personalize education. Deseret News. Disponible en : <http://www.deseretnews.com/article/765616415/Flipped-classrooms-Turning-learning-upside-down.html>

Bergmann, J, Sams, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. Iste ASCD.

Berret, D. (2012). How ‘flipping’ the classroom can improve the traditional lecture. The Chronicle of Higher Education. Disponible en : <http://chronicle.com/article/How-Flipping-the-%20Classroom/130857/>

Fortanet, C.F., González Díaz, C., Mira Pastor, E., López Ramón, J.A. (2014). Aprendizaje cooperativo y flipped classroom. Ensayos y resultados de la metodología docente. Departamento de Comunicación y Psicología Social. Universidad de Alicante. Disponible en : <http://web.ua.es/en/ice/jornadas-redes/documentos/2013-posters/333377.pdf>

Fulton, K. (2012). Inside the flipped classroom. The Journal. Disponible en : <http://thejournal.com/%20articles/2012/04/11/the-flipped-classroom.aspx>

Hamdan, N., McKnight, P., McKnight, K., Arfstrom, K.M. (2013). A review of flipped learning. Flipped Learning Network, <http://www.flippedlearning.org/review>

Herreid, C.F., Schiller, N.A. (2013). Case studies and the flipped classroom. Journal of College Science Teaching, 62-66, 2013. Disponible en : <http://archive.aacu.org/pkal/regionalnetworks/documents/CRWG-SPEE-REF-01.pdf>

Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid. (2008). Aprendizaje Basado en Problemas. Disponible en : http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf

Touron, J. (2013). Eficacia del modelo flipped classroom. ¿qué dice la investigación? Talento y Educación. Disponible en : <http://www.javiertouron.es/2013/07/eficacia-del-modelo-flipped-learning.html>

Aprendizaje activo: un escenario para la motivación de los alumnos a través de la adquisición de competencias

Gabriel Fiol Roig

Departamento de Ciencias Matemáticas e Informática

Universidad de las Islas Baleares

e-mail: biel.fiol@uib.es

Abstract

Student motivation is the main concern in the current undergraduate studies. Learning is an experience and as such the student needs to be an active player to be attracted by it. In this work the importance of using good active learning strategies is justified; also an experience that combines flipped learning, problem-based learning and project-based learning methodologies is described. This experience was developed in the framework of the Algorithmics subject of undergraduate studies in computer science. The good results show that students not only become more motivated, also their reasoning ability is enhanced, increasing the level of their learning.

Keywords: Educational innovation, motivation of college students, learning methodologies, active learning.

Resumen

La motivación de los alumnos constituye el talón de Aquiles en los actuales estudios de grado. El aprendizaje constituye una experiencia y como tal el alumno necesita ser un protagonista activo para verse atraído por la misma. En este trabajo se justifica, por una parte, la importancia del uso de buenas estrategias de aprendizaje activo; por otra parte, se presenta una experiencia que combina metodologías de aprendizaje invertido, aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos, en el marco de la asignatura Algoritmia de los estudios de grado en informática. Los buenos resultados prueban que los alumnos no sólo se motivan más que con las metodologías tradicionales, también se ve incrementado su nivel de aprendizaje al verse potenciada su capacidad de razonamiento.

Palabras clave: Innovación educativa, motivación de los estudiantes universitarios, metodologías de aprendizaje, aprendizaje activo.

Aprendizaje activo: un escenario para la motivación de los alumnos a través de la adquisición de competencias

Introducción

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) debe enfocarse necesariamente hacia el desarrollo de valores y actitudes por parte de los estudiantes que conduzcan inexorablemente a la adquisición de las competencias (medios, habilidades, destrezas y conductas) necesarias para su formación.

Tres actitudes resultan esenciales en los procesos de enseñanza-aprendizaje [1] que el alumno debe interiorizar: autonomía, predisposición personal y colaboración.

La autonomía es la capacidad de actuar por sí mismo con objeto de llevar a cabo una tarea de modo independiente. Tal como se indica en [2], a medida que vaya adquiriendo autonomía, el estudiante no necesitará tanto las explicaciones minuciosas, detalladas y repetidas del profesor, y podrá estudiar por sí mismo, aprender lo esencial, sabrá usar lo que sabe y exponerlo y encontrará sentido a lo que estudia.

La predisposición personal del alumno sobre su propio aprendizaje exige la adquisición de competencias como la planificación y gestión del tiempo, el cumplimiento de normas individuales y en equipo, el cumplimiento de los plazos de entrega de trabajos, de los plazos de estudio, de las exigencias de calidad de los trabajos, etc. El entorno docente debe insistir en la potenciación progresiva de las responsabilidades que los alumnos deben ir asumiendo.

La predisposición a colaborar con los compañeros es fundamental en los trabajos en grupo, así como con el entorno docente en general.

Pocos profesores universitarios dudan de la motivación de sus alumnos, entendida ésta como la asunción de motivos que justifican su permanencia en la universidad. No obstante muchos alumnos –por no decir la mayoría en algunas titulaciones- no justifican sus motivos, o al menos eso es lo que aparentan, por la poca voluntad de participación y estudio en determinadas actividades, de ahí el alto grado de suspensos. ¿Qué ocurre? ¿Por qué en determinadas actividades de aprendizaje los alumnos responden –en general- positivamente y sin embargo apenas se esfuerzan en otras?

Para lograr los objetivos de aprendizaje se precisa responsabilidad, entendida como la capacidad de reflexión y compromiso/disciplina personal, lo cual se traduce en capacidad de esfuerzo. Su ausencia se sintomatiza a través de la apatía, falta de interés, poca o nula participación, etc... lo cual se traduce en una actitud pasiva del alumno.

¿Por qué el aprendizaje activo?

El aprender es una experiencia y como tal el sujeto debe ser un protagonista activo si queremos que se vea atraído por la misma. Pero ello no es suficiente, también es necesario que la experiencia valga la pena, es decir, el sujeto confíe en el valor de la misma –qué le pro-

Gabriel Fiol Roig

porciona- y en las expectativas de lograrla –expectativa de la probabilidad de éxito. La siguiente ecuación se basa en la teoría de las expectativas de Vroom adaptada a la educación universitaria por John Biggs, tal como se describe en [3], aunque ligeramente modificada para indicar la necesidad de protagonismo activo de los alumnos como condición sustancial para el aprendizaje.

Aprendizaje = protagonismo activo and (valor \times expectativas de éxito)

El término *cand* se conoce como *and* condicional, cuyo significado es:

A cand B = if A then B else null

Por tanto, el protagonismo activo juega un papel fundamental en la anterior ecuación, convierte a los alumnos en protagonistas de su experiencia de aprendizaje, motivando su compromiso personal en el desarrollo de las actividades e induciéndoles en la interiorización de las tres actitudes esenciales. Está claro que no todos los alumnos son iguales, incluso algunos no precisan del factor *protagonismo activo* para ser unos excelentes estudiantes.

Mi propia experiencia en actividades basadas en estrategias de aprendizaje activo avalan los resultados. He podido comprobar que los resultados de diferentes actividades de aprendizaje de una misma asignatura son substancialmente diferentes según el grado de implicación activa exigido a los alumnos –incluso en algunos casos resulta frustrante observar, curso tras curso, el fracaso en el rendimiento general de alguna actividad, por mucho empeño que pongo en la misma, como la cuidada organización, la creación de buenos materiales didácticos, una estricta planificación, el establecimiento de incentivos y bonificaciones, etc...-.

Las estrategias y metodologías que desde hace algunos años estoy aplicando con notables resultados son el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas. Recientemente decidí aplicar el aprendizaje inverso en sustitución de las clases magistrales y las actividades situadas en el entorno cercano a las mismas, como las típicas clases de problemas o los seminarios orientados a la resolución de dudas y cuestiones, debido a la pasividad mostrada por muchos alumnos. A pesar de mis esfuerzos de organización, planificación y en especial de elaboración de materiales didácticos de teoría, problemas propuestos, problemas resueltos y cuestiones tipo test propuestas y resueltas, mis expectativas sobre el rendimiento de los alumnos están todavía lejos de los resultados reales.

Metodologías de aprendizaje activo: aprendizaje invertido, aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje basado en problemas

Aprendizaje invertido. También conocido como modelo del aula invertida, es una forma de blended learning con un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa de los alumnos se realiza fuera del aula y el tiempo presencial se utiliza para desarrollar actividades de aprendizaje significativo y personalizado. En [4] se realiza una interesante y minu-

Aprendizaje activo: un escenario para la motivación de los alumnos a través de la adquisición de competencias

ciosa descripción de esta nueva tendencia metodológica, cuyos fundamentos básicos se detallan a continuación.

En el modelo tradicional el profesor es la figura central del modelo de aprendizaje, donde las clases se imparten a modo de instrucción directa a los alumnos, que toman apuntes sobre los contenidos y tareas que les asigna el profesor. Durante la clase el profesor también dedica un tiempo a resolver dudas sobre la clase anterior o al desarrollo de algunos problemas, pero no podrá profundizar lo deseable pues el objetivo del curso es el desarrollo del temario y el tiempo no suele ser suficiente. Resulta imposible mantener una atención personalizada para cada alumno que lo precise, por ello los remite a las tutorías.

El modelo que ha despertado interés por su potencial es el aprendizaje invertido, un modelo centrado en el estudiante que consiste en trasladar una parte o la mayoría de la instrucción directa al exterior del aula, para aprovechar el tiempo en clase maximizando las interacciones uno a uno entre profesor y estudiantes. La Instrucción directa es efectiva cuando se hace de manera dividual, pero debido a los recursos de las universidades, esto requeriría de un equipo docente mucho más grande, inviable para muchas universidades [5].

El Aprendizaje invertido da un giro respecto al modelo tradicional, mejorando la experiencia en el aula [6] al impartir la Instrucción directa fuera del tiempo de clase –generalmente a través de apuntes, problemas, cuestiones y videos. Esto libera tiempo para realizar actividades de aprendizaje más significativas tales como: discusiones, ejercicios, laboratorios, proyectos, entre otras, y también, para propiciar la colaboración entre los propios estudiantes [7]. La rapidez con la que los alumnos reciben retroalimentación cuando las ideas aún están frescas en sus mentes, es uno de los mayores beneficios del modelo y de otros enfoques de aprendizaje activo.

En este método, el profesor asume un nuevo rol como guía durante todo el proceso de aprendizaje de los estudiantes y deja de ser la única fuente o diseminador de conocimiento. Facilita el aprendizaje a través de una atención más personalizada, así como actividades y experiencias retadoras que requieren el desarrollo de pensamiento crítico de los alumnos para solucionar problemas de forma individual y colaborativa. Mientras, redefine el tiempo de clase como un ambiente centrado en el estudiante [8].

Aprendizaje basado en proyectos (ABP). Consiste en plantear una tarea a un grupo de alumnos, para cuya solución tendrán que trabajar de manera colaborativa y autónoma en un proyecto siguiendo las pautas marcadas por el profesor, el cual irá supervisando el estado de desarrollo del mismo. A continuación se describen algunas virtudes y ventajas del APB tal como se indica en [9].

El ABP constituye una metodología activa de aprendizaje entre cuyas virtudes se consideran:

Gabriel Fiol Roig

1. Se centra en el estudiante y promueve la motivación intrínseca.
2. Estimula el aprendizaje colaborativo.
3. Permite que los alumnos realicen mejorías continuas e incrementales en las tareas.
4. Está diseñado para que el estudiante esté comprometido activamente con la resolución de la tarea.
5. Es retador y estimula la autosuperación.

A continuación se presentan algunas ventajas que conlleva trabajar el aprendizaje basado en proyectos apoyado en las TIC:

- Desarrollo de competencias. Para los estudiantes, aumenta el nivel de conocimientos y habilidades en una disciplina o en un área específica.
- Desarrolla las habilidades de investigación. El proyecto mejora ostensiblemente las aptitudes de los estudiantes para la investigación.
- Incrementa las capacidades de análisis y de síntesis.
- Se plantea y emprende una tarea desafiante que requiera de un esfuerzo sostenido durante algún tiempo.
- Aprendizaje del uso de las TIC. Los estudiantes incrementan el conocimiento y habilidades en el manejo de las TIC.
- Aprendizaje sobre como evaluar y coevaluar. Los estudiantes incrementan esta habilidad y se responsabilizan con su propio trabajo y desempeño a la vez que evalúan el trabajo y desempeño de sus compañeros.
- Compromiso en un Proyecto. Los estudiantes se comprometen de forma activa y adecuadamente con la realización del trabajo del proyecto, por lo que se encuentran internamente motivados.

Aprendizaje basado en problemas (ABPB). A continuación se sintetizan las principales cuestiones competenciales y características del ABPB a partir de la clara y precisa descripción que se ofrece en [10].

El ABPB es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos [11]. Los protagonistas del aprendizaje son los propios alumnos, que asumen la responsabilidad de ser parte activa en el proceso. Representa una estrategia eficaz que permite mejorar la calidad de su aprendizaje en aspectos muy diversos. Entre las competencias potenciadas por el ABPB destacan [12]:

Aprendizaje activo: un escenario para la motivación de los alumnos a través de la adquisición de competencias

- Resolución de problemas.
- Toma de decisiones.
- Trabajo en equipo.
- Habilidades de comunicación (argumentación y presentación de la información).
- Desarrollo de actitudes y valores: precisión, revisión, tolerancia...

Aparte de las competencias ya citadas, en [13] se indica que el ABPB favorece el desarrollo del razonamiento eficaz y la creatividad. Como complemento podemos decir además que el ABPB favorece el desarrollo de habilidades en cuanto a la búsqueda y manejo de información y además desarrolla las habilidades de investigación ya que los alumnos deberán, a partir de un enunciado, averiguar y comprender qué es lo que pasa y lograr una solución adecuada.

El ABPB implica un aprendizaje activo, cooperativo, centrado en el estudiante, asociado con un aprendizaje independiente muy motivado. Algunas de sus características principales son:

- Se basa en una metodología centrada en el alumno y en su aprendizaje. A través del trabajo autónomo y en equipo los estudiantes deben lograr los objetivos planteados en el tiempo previsto.
- Los alumnos trabajan en pequeños grupos, lo que favorece la gestión de los posibles conflictos que surjan entre ellos y que todos se responsabilicen de la consecución de los objetivos previstos. Esta responsabilidad ayuda a que la motivación por llevar a cabo la tarea sea elevada y que adquieran un compromiso real y fuerte con sus aprendizajes y con los de sus compañeros.
- Esta metodología favorece la posibilidad de interrelacionar distintas materias o disciplinas académicas. Esto ayuda a que los estudiantes integren en un todo coherente sus aprendizajes.

Adquisición competencial y actividades de aprendizaje de la asignatura Algorítmia

En esta sección se presenta una experiencia docente en la que se implantan los tres tipos de metodologías de aprendizaje activo discutidas en la sección anterior con un notable éxito en el incremento del rendimiento de los alumnos. La asignatura elegida es Algorítmia, de segundo curso del grado en informática, que se imparte durante el primer semestre. Forma parte del marco de asignaturas relacionadas directamente con la programación de ordenadores.

Gabriel Fiol Roig

Las competencias transversales asignadas a la asignatura Algorítmia según el plan de estudios son: capacidad de análisis y síntesis, de organización, de planificación y de toma de decisiones, capacidad de análisis crítico y de propuesta y aplicación de nuevas soluciones y capacidad para comunicar conceptos propios de la informática de manera oral y escrita en diferentes ámbitos de actuación.

Para alcanzar el objetivo en la adquisición de competencias es muy importante que los alumnos interioricen las tres actitudes esenciales en los procesos de enseñanza-aprendizaje, a recordar: autonomía, predisposición personal y colaboración. Tales actitudes constituyen el núcleo de la adquisición competencial y deben ser continuamente reforzadas.

Los contenidos de la asignatura se organizan en cuatro temas:

1. Fundamentos de la programación orientada a objetos (POO).
2. Lógica de programas.
3. Análisis del costo de los algoritmos.
4. Diseño recursivo de algoritmos: conceptos, técnicas y enfoques.

Cada uno de los temas se desarrolla combinando las metodologías de aprendizaje activo más adecuadas a las características del mismo.

El aprendizaje invertido, al constituir una excelente alternativa a las clases magistrales, se aplica en cada uno de los temas. Mientras, el aprendizaje basado en problemas puede combinarse eficazmente con el aprendizaje invertido con objeto de reforzar la adquisición, la integración y el razonamiento sobre nuevos conocimientos.

Una descripción exhaustiva sobre las actividades de aprendizaje implantadas en cada tema a partir de las metodologías descritas no es posible debido a su extensión, por ello con objeto de entrar en detalle se han seleccionado los bloques 1 y 2 del tema *Fundamentos de la programación orientada a objetos (POO)*.

Fundamentos de la programación orientada a objetos: diseño del conjunto de actividades de aprendizaje

A través de este tema se pretende, por una parte, que el estudiante se sitúe en el contexto de la programación dirigida por datos, en particular la POO, la conexión de ésta con las principales metodologías dirigidas por datos, como los tipos abstractos de datos y la programación modular y el acoplamiento con la programación estructurada. Por otra parte, se instruye al estudiante para que sea capaz de explotar las principales virtudes de la POO en el proceso de diseño de software.

Aprendizaje activo: un escenario para la motivación de los alumnos a través de la adquisición de competencias

Además de cubrir todas las competencias de la asignatura, el tema abarca las siguientes: resolución de problemas, trabajo en equipo, desarrollo de actitudes y valores (autonomía, predisposición personal, precisión, revisión, tolerancia...), conciencia del propio aprendizaje.

Este tema consta de cuatro bloques de conocimiento formativos:

1. Programación dirigida por datos.
2. Taller 1: gestión de memoria dinámica.
3. Taller 2: desarrollo de software orientado a objetos.
4. Taller 3: herencia.

En las tablas 1 y 2 se describen las actividades de aprendizaje del primer y segundo bloque respectivamente, junto con la metodología implantada para las mismas, el contexto en el que se llevan a cabo, el seguimiento del proceso de aprendizaje, la evaluación, las competencias ejercitadas y los principales materiales didácticos utilizados.

Bloque 1. *Programación dirigida por datos*. El objetivo de conocimiento de este bloque pretende situar al alumno en el paradigma de la programación dirigida por datos, tomar conciencia de las principales metodologías, su acoplamiento y centrarse en la POO como herramienta y objetivo del bloque.

Tabla 1. Actividades de aprendizaje del bloque 1

Actividades de aprendizaje	Metodologías	Contexto	Seguimiento	Evaluación	Competencias genéricas	Recursos
Lectura, comprensión i síntesis de los apuntes	Aprendizaje invertido	Individual, no presencial	Feedback progreso refuerzo conceptual	Sí: Bonificación	Síntesis, organización, desarrollo de actitudes y valores	Apuntes, información web
Refuerzo conceptual	Aprendizaje inverso	Presencial en el aula, tutorías	Feedback progreso actividad objetiva, autoevaluación progreso.	No	Análisis, desarrollo de actitudes y valores, conciencia del aprendizaje	Diapositivas, Apuntes, resultados de la comprensión de la lectura
Actividad objetiva	Aprendizaje invertido	Individual, presencial	Evaluación, autoevaluación progreso	Sí: porcentaje sobre las actividades.	Conciencia del aprendizaje	Papel y bolígrafo.

Se trata de un bloque conceptual cuya metodología se basa en el aprendizaje invertido. Por una parte, los alumnos deben leerse, intentar comprender y hacer un resumen de los apuntes del profesor sobre el bloque, disponibles en la plataforma Moodle. El resumen se envía al

Gabriel Fiol Roig

profesor a través de la misma plataforma. Por otra, enviarán al profesor una lista con las dudas, aspectos que no comprenden y aspectos sobre los que desean profundizar. Esta lista sirve de feedback al profesor para preparar la discusión necesaria en la próxima clase, evitando repetir las cosas que están claras y aclarando y profundizando en lo que los alumnos han solicitado, lo cual constituye un feedback para el aprendizaje de los alumnos. El resumen junto con la lista de dudas será bonificado. Finalmente se realiza una actividad objetiva sobre el bloque, con una evaluación proporcional a su extensión e importancia en la asignatura.

Bloque 2. *Taller 1: gestión de memoria dinámica*. A través de este bloque el alumno alcanzará la madurez necesaria en la gestión de memoria dinámica en POO.

Aunque la carga conceptual del bloque es reducida y muchos de los conceptos se han visto en asignaturas previas de programación, su plena explotación requiere la adquisición de nuevas habilidades y de una capacidad de razonamiento sobre los mismos más profunda.

En este bloque se combinan las metodologías de aprendizaje inverso, adecuado para la adquisición de los conceptos básicos, y el ABPB, que facilitará la profundización, relación e integración de los conceptos, lo que les permitirá reforzar su capacidad de razonamiento sobre los mismos.

Es necesario superar este bloque para continuar con plenas garantías el aprendizaje de los bloques 3 y 4.

En la tabla 2 se muestran las actividades de aprendizaje del bloque. Las tres primeras actividades de aprendizaje corresponden a la adquisición conceptual y se llevan a cabo, como en el caso de la tabla 1, mediante el aprendizaje inverso. El resto de actividades de aprendizaje se implantan mediante el aprendizaje basado en problemas supervisado por el profesor. A continuación se resumen brevemente tales actividades.

Lectura y análisis enunciados problemas. El profesor proporciona uno o varios problemas a los alumnos para que los resuelvan. La primera etapa consiste en leer detenidamente los enunciados, analizar los términos y conceptos y anotar en una lista las ideas en base a determinar lo que se conoce, desconoce y necesita para resolver el problema. El seguimiento de esta actividad se realiza a través de la siguiente (*SIP*).

Seminario interpretación problemas (SIP). Esta actividad es presencial y sirve de feedback al profesor para determinar las cuestiones y dudas de los alumnos en la anterior actividad. También sirve de feedback a los alumnos en la actividad anterior, lo que permitirá autoevaluar su progreso y aclarar las ideas para la siguiente actividad (*DP*).

Definición del problema (DP). Ahora es el momento de que los alumnos planifiquen todas las acciones que como equipo tienen que llevar a cabo, tales como obtener la información necesaria, estudiarla y comprenderla, pedir ayuda si es necesario, etc., para posteriormente

Aprendizaje activo: un escenario para la motivación de los alumnos a través de la adquisición de competencias

poder definir adecuadamente el problema que van a resolver. El seguimiento de esta actividad se lleva a cabo a través de la siguiente (SSP)

Tabla 2. Actividades de aprendizaje del bloque 2

Actividades de aprendizaje	Metodologías	Contexto	Seguimiento	Evaluación	Competencias genéricas	Recursos
Lectura, comprensión i síntesis de los apuntes	Aprendizaje invertido	Individual, no presencial	Feedback progreso refuerzo conceptual	Sí: Bonificación	Síntesis, organización, desarrollo de actitudes y valores	Apuntes, información web
Refuerzo conceptual	Aprendizaje inverso	Presencial en el aula, tutorías	Feedback progreso actividad objetiva, autoevaluación progreso.	No	Análisis, desarrollo de actitudes y valores, conciencia del aprendizaje	Diapositivas, Apuntes, pizarra, resultados de la comprensión de la lectura.
Actividad objetiva	Aprendizaje invertido	Individual, presencial	Evaluación, autoevaluación progreso	Sí: porcentaje sobre las actividades.	Conciencia del aprendizaje	Papel y bolígrafo.
Lectura y análisis enunciados problemas	APPB	Individual y en grupo, no presencial	Feedback progreso SIP	Sí: Bonificación	Análisis, organización, análisis crítico, desarrollo de actitudes y valores, conciencia del aprendizaje, trabajo en equipo, resolución de problemas.	Enunciado problema, Apuntes
Seminario interpretación problemas (SIP)	ABPB	Presencial	Autoevaluación progreso	No	Conciencia del aprendizaje, Análisis, desarrollo de actitudes y valores.	Diapositivas, Apuntes, pizarra,
Definición del problema (DP)	ABPB	Individual y en grupo, no presencial.	Feedback progreso SSP	Sí: Bonificación	Análisis, organización, análisis crítico, desarrollo de actitudes y valores, conciencia del aprendizaje, trabajo en equipo, resolución de problemas, toma de decisiones.	Apuntes,
Seminario sugerencias problema (SSP)	ABPB	Presencial	Autoevaluación progreso	No	Conciencia del aprendizaje, Análisis crítico, desarrollo de actitudes y valores.	Diapositivas, Apuntes, pizarra,
Presentación y corrección resultados (PCR)	ABPB	En grupo, presencial	Evaluación, autoevaluación progreso	Si: porcentaje sobre las actividades	Comunicación oral y escrita, trabajo en equipo, capacidad de síntesis.	Ordenador, memoria en papel.

Gabriel Fiol Roig

Seminario sugerencias problema (SSP). Esta actividad presencial permite el feedback de los alumnos en la anterior actividad. Se realizan sugerencias al profesor sobre posibles definiciones del problema y sus diferentes vías de resolución. Potencia, entre otras, las competencias de análisis crítico y el desarrollo de actitudes y valores sobre su propio aprendizaje.

Presentación y corrección resultados (PCR). Cada grupo de alumnos presenta los resultados de su problema, algunos de los cuales constituyen programas de ordenador. Las presentaciones pueden hacerse en clase, mediante diapositivas, lo cual les obliga a ejercitarse en la comunicación oral y escrita. Junto con la presentación oral, cada grupo debe entregar una memoria escrita donde se plasman las diferentes etapas del desarrollo del problema.

Para que el lector interesado pueda hacerse una idea motivadora sobre la importancia del aprendizaje activo, vamos a resumir los aspectos más destacados de los bloques 3 y 4, cuya descripción no es posible por cuestiones de extensión.

Bloques 3 y 4. *Taller 2: desarrollo de software orientado a objetos; Taller 3: herencia.*

Se trata de dos bloques eminentemente prácticos en los que se pone en escena el uso de la POO en el desarrollo de un proyecto software de extensión razonable. El proyecto se desarrolla en grupos de tres personas y los resultados se plasman en una práctica de ordenador junto con una memoria donde se detallan cada una de sus etapas.

El eje central del proyecto gira en torno a la identificación de los datos y al diseño de eficientes estructuras. Cuatro cuestiones resultan fundamentales: la identificación de las clases y sus relaciones, la organización de los elementos (objetos) de cada clase y entre clases, la jerarquización de clases a través de la propiedad de herencia y el diseño de los módulos del programa.

Cada una de las anteriores cuestiones constituye una etapa en el desarrollo del proyecto, en el orden especificado, con la adición de una primera etapa o etapa 0, en la que cada grupo debe proceder a la lectura y análisis del enunciado de la tarea que el profesor proporciona.

Para el desarrollo del proyecto se combinan mayoritariamente las metodologías del aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos. En cada etapa de desarrollo del proyecto se plantea el problema central de la misma, que será discutido y supervisado por el profesor en el correspondiente seminario presencial. También se implantan seminarios para supervisar las cuestiones de planificación, organización y compromiso de los miembros del proyecto.

La corrección final de los resultados es presencial y en ella se evalúa, además de la calidad de los mismos, la participación e implicación de cada miembro del grupo, para lo cual cada uno debe rellenar una hoja de trabajo que les proporciona el profesor al inicio del proyecto.

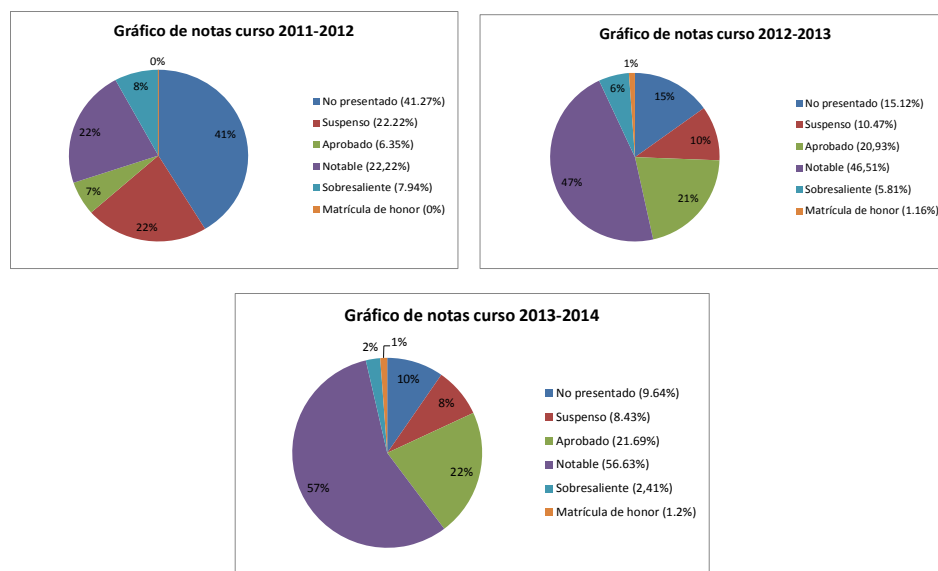
Aprendizaje activo: un escenario para la motivación de los alumnos a través de la adquisición de competencias

De esta forma se pretende que una tarea con tanto peso y en la que se ejercitan numerosas competencias, sea evaluada lo más objetivamente posible.

Resultados

La figura 1 ilustra la evolución de los resultados publicados por la universidad desde el curso 2011-2012 al 2013-2014; los resultados definitivos del presente curso todavía no han sido publicados.

Figura 1 Resultados de los tres últimos cursos



Durante el curso 2011-2012 se aplicaron metodologías tradicionales de aprendizaje basadas en clases magistrales, clases de problemas y prácticas de laboratorio. Se aprecia un elevado grado de desmotivación, plasmado en el número de alumnos no presentados (41.2%). De los que se presentaron, un poco más de un tercio suspendió la asignatura, mientras que de los que aprobaron, la mayoría obtuvieron un notable.

En el curso 2012-2013 se aplicaron las metodologías de aprendizaje activo fundamentadas en el ABP y ABPB, mientras que para las clases de teoría se continuó con las clases magistrales. El éxito aumentó notablemente en todas las calificaciones, excepto en el porcentaje de sobresalientes y matrículas de honor que permaneció similar. Es de destacar el grado de activación que mostraron los alumnos, pues el porcentaje de no presentados disminuyó en un 63.3% del total, mientras que el porcentaje de suspensos lo hizo en un 52.9%. Asimismo, la cantidad de alumnos que realmente se implicó en los estudios también aumentó

Gabriel Fiol Roig

notablemente (el porcentaje de aprobados creció el 229.6% y el de notables un 109.3% del total).

El curso 2013-2014 fue el de la implantación total de las metodologías de aprendizaje activo, sustituyendo las clases magistrales por el aprendizaje inverso. Cabe destacar respecto al curso anterior la disminución en un 36.24% del número de no presentados, mientras que el de suspensos se redujo un 19.48% del total. Asimismo, aumentó de forma notoria la cantidad de notables hasta un 21.76% del total, a costa sobre todo del número de aprobados.

Estos resultados muestran que la introducción de metodologías de aprendizaje activo resultan muy adecuadas no sólo en la activación de los alumnos en su proceso de aprendizaje, también en su implicación, traducida en esfuerzo.

Conclusiones

La implicación de los alumnos en su propio proceso de aprendizaje es la clave del éxito de las metodologías y estrategias con resultados altamente exitosos. Activarlos para que se impliquen supone otorgarles el máximo protagonismo en su experiencia de aprendizaje.

El aprendizaje activo consiste precisamente en ceder el papel de protagonista al aprendiz, estimulando las tres actitudes esenciales que los alumnos deben interiorizar: autonomía, predisposición personal y colaboración. La responsabilidad supone un compromiso y es misión del profesor activarlos en este sentido, estimulando los hábitos que incentiven su capacidad de esfuerzo.

Se han implantado metodologías de aprendizaje activo en todas las actividades de aprendizaje de la asignatura Algorítmia, de segundo curso del grado en ingeniería informática. Las características de cada tema y las actividades de aprendizaje diseñadas determinan las metodologías más adecuadas al caso.

La sustitución de las tradicionales clases magistrales por actividades de aprendizaje activo constituyen el paso más novedoso e importante que hemos dado últimamente. No obstante, el primer año no resulta fácil, pues el cambio es bastante profundo y supone un incremento de la carga de trabajo de los estudiantes y del profesor. Existen en la actualidad herramientas informáticas que facilitan la tarea del profesor, que en un futuro inmediato tenemos intención de utilizar.

La mayor implicación de los alumnos en su aprendizaje no sólo se traduce en un mayor porcentaje de aprobados, sino en una mejora substancial de su aprendizaje. Aspectos como la capacidad de razonamiento, la búsqueda de vías para la solución de sus tareas, la mayor capacidad de toma de decisiones y colaboración con sus compañeros, etc... han potenciado las habilidades competenciales de los alumnos, orientando su experiencia de aprendizaje hacia el «aprender a aprender».

Aprendizaje activo: un escenario para la motivación de los alumnos a través de la adquisición de competencias

Cabe reseñar no obstante algunos obstáculos de carácter institucional que no facilitan precisamente el desarrollo de las metodologías activas, entre las que cabe destacar la escasez de recursos humanos, la rígida distribución de la actividad docente presencial en algunas universidades, la distribución actual de los cursos en semestres en algunas universidades y las horas que los profesores tienen computadas en docencia (en algunos casos como el mío, fácilmente se doblan las horas dedicadas a la docencia respecto a las computadas por la universidad).

Referencias

- [1] Villa A., Poblete M. (2008). *Aprendizaje Basado en Competencias*, 2ª edición, Ed. Mensajero, Bilbao.
- [2] Burón J. (1993). *Enseñar a aprender. Introducción a la metacognición*, E. Mensajero, Bilbao.
- [3] Prieto, A. (2014). La piedra filosofal de la educación universitaria: ¿cómo potenciar la motivación del alumno?. Profesor 3.0 (16/05/2014) URL: <http://profesor3punto0.blogspot.com.es/2013/11/celebracion-de-las-10000-primeras.html>
- [4] Observatorio de innovación educativa del Tecnológico de Monterrey (2014). *Aprendizaje invertido*. Reporte Edu Trends.
- [5] Bergmann J., Sams A. (2014). *Flipped Learning: Maximizing Face Time*. T+D. Feb2014, Vol. 68 Issue 2, p28-31. Biblioteca digital ITESM: EBSCO Business Source Premier.
- [6] Fulton K. P. (2014). *Time for Learning: Top 10 Reasons Why Flipping the Classroom Can Change Education*. California, US. Corwin a Sage Company.
- [7] Pearson Partners on Flipped Learning. (2013). Electronic Education Report. 7/8/2013, Vol. 20 Issue 14, p5-5. Biblioteca digital ITESM: EBSCO Business Source Premier.
- [8] Bergmann J., y Sams A. (2013). *Flip Your Students' Learning*. Educational Leadership, 70(6), p16-20.
- [9] Martí J. A., Heydrich M., Rojas M., Hernández A. (2010). *Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente*. Revista Universidad EAFIT. Vol. 46, núm. 158, pp11-21. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.
- [10] Servicio de innovación educativa de la Universidad Politécnica de Madrid (2008). *Aprendizaje basado en problemas. Guías rápidas sobre nuevas metodologías*.
- [11] Barrows H. S. (1986). *A taxonomy of problem based learning methods*. Medical education. November 1986, Volume 20, Issue 6, p481-486.
- [12] Prieto A., Barbarroja J., Reyes E., Monserrat J., Díaz D., Villarroel M., Alvarez-Mon M. (2006). *Un nuevo modelo de aprendizaje basado en problemas, el ABP 4x4, es eficaz para desarrollar competencias profesionales valiosas en asignaturas con más de 100 alumnos*. Aula abierta, vol 87 p171-194.
- [13] Benito, A., Cruz, B. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria*. Madrid: Narcea.

Estrategia de aprendizaje activo en la asignatura “Ingeniería Ambiental”

Marina Corral Bobadilla^a, Rubén Lostado Lorza^b, Eliseo P. Vergara González^c y Fátima Somovilla Gómez^d.

^aDepartamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de La Rioja, Logroño, Spain (marina.corral@unirioja.es). ^bDepartamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de La Rioja, Logroño, Spain (ruben.lostado@unirioja.es). ^cDepartamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de La Rioja, Logroño, Spain (eliseo.vergara@unirioja.es). ^dDepartamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de La Rioja, Logroño, Spain (fatima.somovilla@alum.unirioja.es).

Abstract

The purpose of this research is to describe and to compare different Active Learning Strategies in a topic in Engineering of the Environment. The latter is studied in the second semester of the first course of the Degrees in Mechanical Engineering, Electrical Engineering and Industrial and Automatic Electronics Engineering, in the Top Technical School of Industrial Engineering of the University of La Rioja.

The present paper analyses the academic results obtained in the subject of Environmental Engineering, and the results of a survey applied to students. The purpose to the survey was to obtain information about the methodology followed in the research. The results obtained allow one to conclude that knowledge assimilation is much greater in a class of active learning, in which the students are the protagonists of their learning.

Keywords: Active learning strategies, teaching methodologies.

Resumen

El objetivo de este trabajo es describir y comparar distintas estrategias de aprendizaje activo en un tema sobre contaminación atmosférica de la asignatura de Ingeniería del Medio Ambiente, que se imparte en el segundo semestre del primer curso de los Grados en Ingeniería Mecánica, Eléctrica, y Electrónica Industrial y Automática en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Rioja.

Estrategia de aprendizaje activo en la asignatura “Ingeniería Ambiental”

El presente trabajo analiza los resultados académicos obtenidos por los alumnos, así como la información recogida en una encuesta realizada a los alumnos para conocer sus opiniones sobre la metodología seguida. Los resultados obtenidos permitieron concluir que la asimilación de conocimientos es mucho mejor en una clase de aprendizaje activo, en la que los alumnos son los propios protagonistas de su aprendizaje.

Palabras clave: *Aprendizaje activo, metodologías de enseñanza, resultados de aprendizaje.*

Introduction

Los profesores, en nuestras clases desarrollamos diferentes tipos de actividades en las que participan los estudiantes, pero no en todas las actividades el grado de participación de los alumnos es el mismo. Es importante indicar, que se entiende por enseñanza tradicional y por enseñanza activa. La enseñanza tradicional, estaría representada principalmente por la clase magistral, el alumno por repetición aprende cada uno de los conceptos de la materia y forma con ellos la estructura conceptual de la ciencia. El aprendizaje es generalmente deductivo, el docente emite conocimientos, y el alumno los recibe y los asimila, en una actitud esencialmente pasiva. Sin embargo la enseñanza activa va más allá del modelo de pedagogía transmisiva, se propone abrir al entorno la enseñanza, y hacer que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje.

Atkins y Brown hacen una clasificación en la que los diferentes métodos de enseñanza pueden ser situados en continuo (Fig.1). En un extremo estarían las lecciones magistrales en las cuales la participación y el control del estudiante son mínimos. En el otro extremo estaría el estudio autónomo en el cual la participación y control del profesor son mínimos. Entre los dos extremos se encuentran la enseñanza en grupos pequeños y el trabajo en el laboratorio. La localización exacta de estos tipos de enseñanza no es fácil. Cada tipo de enseñanza contiene una variedad de métodos que incluyen distintos grados de participación del profesor y del alumno. Por ejemplo, la enseñanza en grupos pequeños puede estar muy estructurada y controlada rígidamente por el profesor, o puede ser una discusión libre en la cual el profesor interviene ocasionalmente. El trabajo de laboratorio puede ser una serie de experimentos rutinarios especificados con precisión por el profesor o un conjunto de investigaciones guiadas en las que el estudiante desarrolla las hipótesis a probar, elige los métodos y diseña los experimentos apropiados [March, 2005].

Sabemos que la capacidad de retención de información, y por lo tanto de aprendizaje, depende del tipo de actividad realizada. Lang y McBeath prueban que la actividad que más retención de información produce es enseñar a otros, mientras que, asistir a una clase magistral produce una retención de información de apenas el 5%. Por ello, conscientes de que el grado de aprendizaje de los estudiantes mejora cuanto más se involucran en las activida-

Marina Corral Bobadilla, Rubén Lostado Lorza, Eliseo P. Vergara González, Fátima Somovilla Gómez.

des que realizan para aprender, se describen en este artículo los diferentes métodos que hemos desarrollado y una comparativa de resultados, que muestran que existe un relación directa entre el aprendizaje activo, trabajando conceptos en clases más prácticas o de laboratorio y el aprendizaje en las clases teóricas en las que el nivel de participación del alumno es muy inferior.

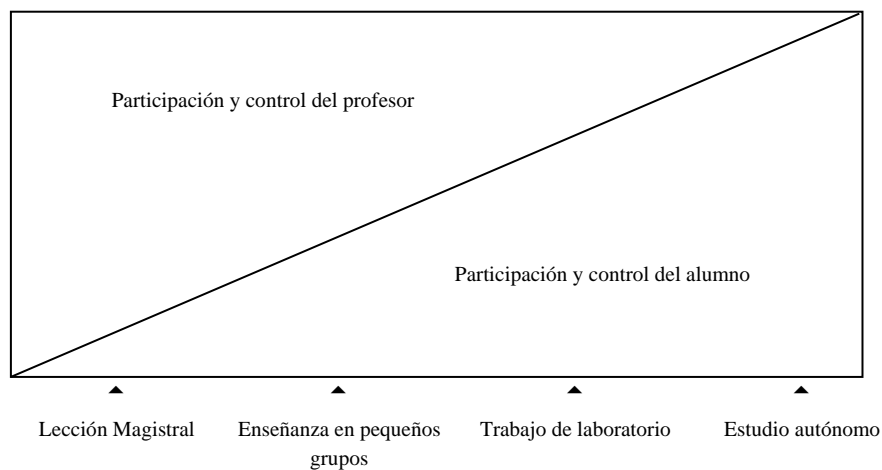


Figura 1. Diferentes métodos de enseñanza según Atkins y Brown.

McDermott expone algunas generalizaciones sobre enseñanza–aprendizaje que resumen los resultados obtenidos en esta experiencia, y que se podrían sintetizar en que a menudo las relaciones entre conceptos, representaciones formales y la realidad son inexistentes después de una clase magistral, y que para la mayoría de los estudiantes la enseñanza basada en la exposición de contenidos es un modo ineficiente de aprendizaje.

Para superar estos problemas los métodos de enseñanza activa ponen énfasis en el rol que el alumno debe tener en el proceso de construcción de su propio conocimiento.

La enseñanza impartida en la Universidad y sobre todo en las Escuelas de Ingeniería sigue todavía apoyándose en la clase magistral, y por esto es importante impulsar un cambio en la metodología docente orientándolas hacia metodologías activas que sirvan para que el estudiante desarrolle sus destrezas y habilidades.

El objetivo de este trabajo es describir y comparar distintas estrategias que pueden ser adoptadas en la enseñanza para que el alumno adquiriera las competencias previstas. Se presentan varias experiencias con distintas metodologías de enseñanza en un tema sobre contaminación atmosférica de la asignatura de Ingeniería del Medio Ambiente impartido en el segundo semestre del primer curso de los Grados en Ingeniería Mecánica, Eléctrica, y Elec-

Estrategia de aprendizaje activo en la asignatura “Ingeniería Ambiental”

trónica Industrial y Automática en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Rioja.

Además de los resultados obtenidos se analiza una encuesta implementada a los alumnos. El objetivo de la misma fue conocer sus opiniones sobre distintos aspectos de la estrategia didáctica seguida.

Contexto

Este trabajo se centra en la experiencia llevada a cabo en la asignatura denominada Ingeniería del Medio Ambiente. Esta asignatura aborda contenidos relacionados con la contaminación atmosférica y los procesos avanzados de eliminación de contaminantes producidos en las industrias.

Durante primer semestre del curso 2014 un alumno de último año de Ingeniería realizó como Proyecto Fin de Carrera el diseño, la construcción y la implementación de un ciclón (Fig. 2) para el tratamiento de efluentes mediante separación centrífuga, similar a los que se utilizan a escala industrial. El ciclón se construyó con el fin de que pudiera ser utilizado en una práctica de laboratorio de la asignatura Ingeniería del Medio Ambiente.

Figura 2 Ciclón



Fuente: Corral, M (2015)

Marina Corral Bobadilla, Rubén Lostado Lorza, Eliseo P. Vergara González, Fátima Somovilla Gómez.

La asignatura Ingeniería del Medio Ambiente es común en los Grados en Ingeniería Mecánica, Eléctrica, y Electrónica Industrial y Automática. Los estudiantes del primer curso se dividen en seis grupos reducidos de 25 alumnos cada uno, algunos de los cuales comparten alumnos de dos o incluso de los tres grados. En los grupos, en los que se ha realizado el estudio que se describe en este trabajo, la mayoría de los alumnos son del Grado en Ingeniería Mecánica y Eléctrica, pero también hay alumnos del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

En el segundo semestre del mismo curso, se realizaron las experiencias en la que se basa este estudio, en las que se aplican distintas modalidades de enseñanza en el tema “Sistemas de Control de Material Particulado en Contaminación Atmosférica” de la asignatura Ingeniería del Medio Ambiente. Posteriormente se analizan los resultados de aprendizaje obtenidos en los diferentes casos; Usando el trabajo en aula para la resolución de problemas, y usando una estrategia de aprendizaje activo en el laboratorio, donde se utilizó y evaluó el ciclón diseñado por medio de diferentes pruebas experimentales.

Con los distintos grupos, la primera acción fue comunicarles que participarían en una experiencia didáctica y trazar la estrategia de aprendizaje así como la metodología a seguir, analizando el programa objeto de estudio, buscando la motivación de los estudiantes y el compromiso con el aprendizaje.

Metodología

Antes de comenzar la experiencia, en clase de teoría de la asignatura Ingeniería del Medio Ambiente se desarrolló el tema “Sistemas de Control de Material Particulado en Contaminación Atmosférica” en unas clases teóricas-expositivas en las que el profesor explicó detalladamente los distintos tipos de equipos de depuración de contaminantes en emisiones de aire, sus principios de funcionamiento y campos de aplicación así como el dimensionamiento de los separadores centrífugos. Esta es la metodología más habitual para este tipo de asignatura, en la que los profesores facilitan a los alumnos el material teórico que deben leer y preparar para poder superar la asignatura. La clase magistral es viable en grupos grandes de 60 o 70 alumnos, actualmente es lo que nos encontramos en las clases teóricas de esta asignatura, ya que el excesivo número de alumnos determina que el docente sea el protagonista principal y la actividad del alumno sea mínima.

Trabajo en aula

El trabajo en el aula es una de las metodologías adoptadas en los grupos reducidos. El objetivo en este grupo es que los alumnos trabajen de forma autónoma, o en grupos de trabajo, sobre las relaciones de ejercicios que completan el tema “Sistemas de Control de Material Particulado en Contaminación Atmosférica” explicado en las clases teóricas.

Estrategia de aprendizaje activo en la asignatura “Ingeniería Ambiental”

Como hemos comentado anteriormente los grupos en los que se implementó esta metodología, estaban formados por 25 alumnos, un tamaño adecuado para lanzar la experiencia sin que afectara a su desarrollo. En los grupos reducidos o grupos de trabajo en aula, el profesor planteó un caso de estudio sobre el dimensionamiento y cálculo de un ciclón referente a la materia teórica, que los alumnos habían visto previamente. Los alumnos tenían que resolver el problema trabajando en grupos para, posteriormente, exponer al profesor y al resto de alumnos la solución del problema. Los estudiantes podían contar en cualquier momento con la asistencia del profesor para ayudarles sobre cualquier aspecto de su trabajo.

El profesor adoptará distintas actitudes durante las clases. Puede ayudar a los grupos de alumnos cuando estos lo requieran. Puede hacer breves exposiciones para llamar la atención sobre aspectos relevantes del contenido, consejos generales, alertas sobre errores frecuentes, y puede iniciar él mismo la relación con alumnos o grupos de alumnos para reforzar su confianza y valorar la evolución de cada estudiante [Gillies, 2006]

Los resultados del aprendizaje de los distintos grupos reducidos se midieron en una prueba escrita.

Laboratorio

La sesión de laboratorio es otra de las metodologías de aprendizaje aplicadas. Los grupos de laboratorio, al igual que los grupos anteriores estaban formados por 25 alumnos. En el laboratorio se pretende que el alumno se familiarice con los métodos experimentales y la interpretación de los resultados obtenidos mediante ensayos similares a la realidad.

Las prácticas que se realizaban en el laboratorio de la asignatura Ingeniería del Medio Ambiente, estaban muy limitadas por el equipamiento que estaba disponible, requiriéndose prototipos que simulen las condiciones reales. Los grupos de laboratorio utilizaron el diseño de un equipo ciclónico de alto rendimiento que desarrolló como proyecto fin de carrera un alumno de Ingeniería Industrial. Este equipo, similar a un equipo utilizado a escala industrial, ha permitido a los alumnos evaluar el efecto de diferentes variables operacionales.

Los estudiantes, previamente a la realización de la sesión de laboratorio, debían leer el guión de la práctica, además de resolver una serie de cuestiones previas y preparar un esquema de la metodología de trabajo. Durante la sesión el profesor explicó brevemente los aspectos más relevantes del trabajo a realizar y supervisaba al estudiante durante el desarrollo de la práctica en cualquier duda que éste pueda tener o error que pueda cometer. El estudiante debía anotar los datos de las medidas o simulaciones realizadas así como las incidencias que ocurrieron en la manipulación práctica. Finalmente cada estudiante analizó las observaciones o datos obtenidos y anotó en su cuaderno las conclusiones pertinentes contestando, las cuestiones adicionales que el guión indicaba.

Marina Corral Bobadilla, Rubén Lostado Lorza, Eliseo P. Vergara González, Fátima Somovilla Gómez.

Al finalizar el trabajo en el laboratorio se evaluó a los estudiantes mediante una prueba escrita.

Resultados

El objetivo de este estudio fue determinar la influencia de las dos metodologías de enseñanza aprendizaje expuestas anteriormente en los resultados académicos de los grupos reducidos y de laboratorio.

La evaluación no es un elemento diferenciador en la metodología ya que en todos los grupos se siguió el mismo sistema. La recolección de los datos se hizo recurriendo a distintas fuentes y procedimientos. Así mismo, los instrumentos empleados una vez finalizada la experiencia fueron:

- Para evaluar el aprendizaje de los estudiantes: una prueba escrita igual en las dos metodologías de aprendizaje expuestas anteriormente, a todos los alumnos de los distintos grupos.
- Para indagar sobre la experiencia didáctica: un encuesta a los alumnos que nos permitió conocer sus opiniones sobre la metodología que habían seguido.

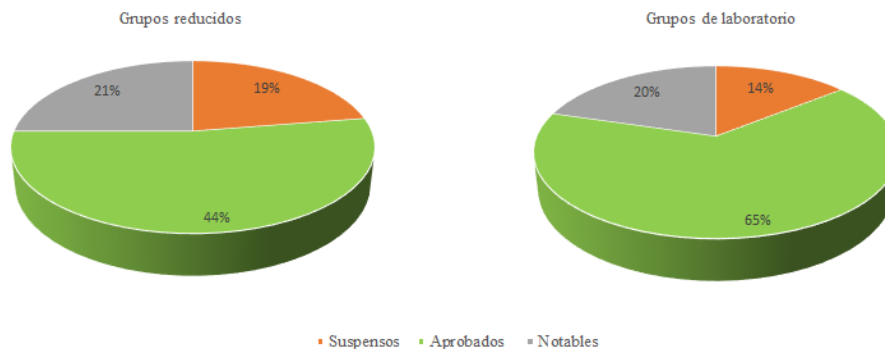
A continuación se muestra un resumen de las calificaciones obtenidas (Fig. 3). Se puede observar que la proporción de alumnos aprobados en los grupos reducidos es de un 65%, frente al 85% de los grupos de laboratorio. Aun así tenemos que anotar que este porcentaje ha aumentado significativamente en comparación con cursos anteriores en los que se siguió una metodología tradicional, basada en clases magistrales y en el que solo el 46% de los alumnos superó la prueba final. Estos datos nos permiten comparar la destreza que presentan, ante un mismo problema, estudiantes que han trabajado mediante las metodologías de trabajo en aula frente a estudiantes que han recibido una metodología basada en la clase magistral.

La metodología de aprendizaje basada en el trabajo en aula en grupos reducidos, mediante al resolución de casos prácticos hace que los estudiantes se impliquen en la búsqueda de información y que la apliquen en la resolución de problemas, haciendo que reflexionen acerca de lo que hacen y aprenden.

La metodología de aprendizaje en laboratorio, ha arrojado muy buenos resultados consiguiendo que el 85% de los alumnos que participaron en la experiencia superará con éxito la prueba final. Este tipo de aprendizaje activo y participativo permite a los alumnos obtener una visión más real de las tecnologías y procesos que se utilizan actualmente para el control de la contaminación atmosférica por partículas, en concreto en el tratamiento de efluentes mediante separación centrífuga y también contar con una herramienta que hará más eficiente el logro de los objetivos de aprendizaje marcados en el curso.

Estrategia de aprendizaje activo en la asignatura “Ingeniería Ambiental”

Figura 3 Resumen de calificaciones



La metodología de aprendizaje en laboratorio, ha arrojado muy buenos resultados consiguiendo que el 85% de los alumnos que participaron en la experiencia superará con éxito la prueba final. Este tipo de aprendizaje activo y participativo permite a los alumnos obtener una visión más real de las tecnologías y procesos que se utilizan actualmente para el control de la contaminación atmosférica por partículas, en concreto en el tratamiento de efluentes mediante separación centrífuga y también contar con una herramienta que hará más eficiente el logro de los objetivos de aprendizaje marcados en el curso.

Los estudiantes aprenden más cuando participan activamente y cuando ellos hacen respecto a cuando reciben pasivamente información. Los resultados de este trabajo demuestran que cuanto más participa el alumno en su aprendizaje más profunda es la comprensión y la retención a largo plazo.

Los docentes que han participado en la experiencia han observado un aumento importante en el interés, motivación y mejora de rendimiento y resultados por parte de los alumnos de los grupos reducidos y de laboratorio en comparación con las clases magistrales que se venían impartiendo hasta el momento. Los resultados obtenidos permitieron concluir que la asimilación de conocimientos es mucho mejor en una clase de aprendizaje activo, en la que los alumnos son los propios protagonistas de su aprendizaje.

Para profundizar sobre la experiencia didáctica se elaboró un cuestionario con nueve ítems. Los mismos fueron formulados para conocer las opiniones de los alumnos sobre diferentes aspectos como: objetivos, desarrollo de la clase, proceso de aprendizaje, rol del docente, participación, aplicación industrial, nueva metodología. Ocho de los nueve ítems fue medido mediante respuestas cerradas con cinco alternativas de elección.

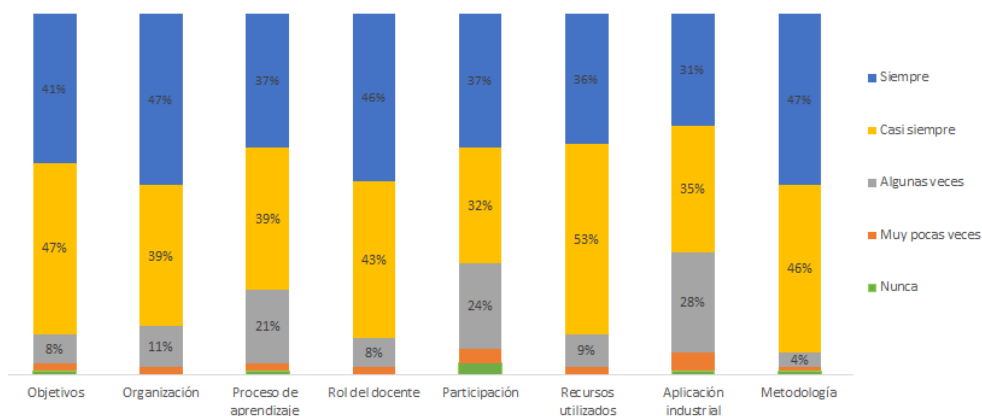
Los resultados obtenidos en los cuestionarios nos permiten observar que un 93% de los alumnos estarían satisfechos con la nueva metodología de aprendizaje y les parecería muy interesante aplicarla en todos los contenidos de la asignatura. En cuanto a la motivación y

Marina Corral Bobadilla, Rubén Lostado Lorza, Eliseo P. Vergara González, Fátima Somovilla Gómez.

participación de los alumnos podemos ver que más un 67% de los encuestados manifestaron satisfacción al haberse involucrado en la experiencia.

La figura 4 muestra las opiniones de los alumnos en porcentajes sobre las distintas cuestiones formuladas.

Figura 4 Distribución porcentual de las respuestas a las preguntas formuladas



Por último, podemos hacer una síntesis de alguno de los comentarios obtenidos por los alumnos de primero de grado en la última pregunta de la encuesta (única de respuesta abierta) destinada a la evaluación de la metodología implantada, que demuestran lo satisfactorio de la experiencia: “De separadores ciclónicos sabíamos muy poco. Sabíamos qué existían, y para qué sirven, lo que nos enseñaban en clase de teoría, pero no conocíamos su diseño real”, “En el laboratorio hemos descubierto como son los ciclones realmente y cómo funcionan en diferentes condiciones”, “Esta experiencia ha sido muy satisfactoria, ya que viendo ejemplos reales se asimilan mejor los conceptos”, “Es más entretenido, por lo que prestamos más atención. Esto ayuda a que asimilemos mejor los contenidos a estudiar”, “Muy interesante y más entretenida que una clase teórica”. Así mismo, Luis, el alumno que realizó el proyecto y construyó la maqueta también comenta: “Es increíble y satisfactorio saber que va a ayudar a aprender a compañeros sobre lo mismo que yo aprendí y poder llegar a la industria con más conocimientos de cómo es en la realidad. Porque no es lo mismo aprender el funcionamiento de un ciclón sobre papel, en un texto, o realizando problemas en la pizarra, que en el laboratorio. Poder verlo físicamente y ponerlo en funcionamiento es una cosa totalmente distinta”.

Estrategia de aprendizaje activo en la asignatura “Ingeniería Ambiental”

Conclusiones

Este proyecto ha sido muy enriquecedor, ha resultado ser una experiencia muy útil para el desarrollo de las habilidades, capacidades y competencias demandadas por el mundo laboral [Corral et al, 2015]. Los alumnos han participado con gran entusiasmo en la experiencia, en sus distintos grados de desarrollo. Donde la diferencia con otros proyectos ha sido el trabajar para generaciones futuras de alumnos de su propia carrera, para que puedan disponer de un equipo y protocolo de práctica de laboratorio de depuración de una corriente de aire contaminada de la asignatura Ingeniería del Medio Ambiente, que les permita obtener un mejor aprendizaje. Antes nos encontrábamos bastante limitados con el equipamiento que disponíamos para este tipo de prácticas. Hoy podemos evaluar el efecto de diferentes variables operacionales críticas para este proceso de eliminación de material particulado de una corriente de aire contaminado.

Esta nueva concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje rompe con los esquemas tradicionales de enseñanza a la vez que posibilita obtener resultados superiores tanto cualitativos como cuantitativos, así como lograr la motivación que tanto necesitan los estudiantes. Es importante continuar insistiendo y aplicando esos resultados para desarrollar con mayor calidad el proceso. Durante el curso que viene, se deberá implementar esta práctica como parte de las actividades de laboratorio para todos los alumnos matriculados en la asignatura. Está claro que siguiendo metodologías de enseñanza que favorecen el aprendizaje activo se obtienen niveles de éxito superiores a los de las clases tradicionales.

Referencias

- Atkins M., & Brown, G. (2002). *Effective teaching in higher education*. Routledge.
- Benegas J. (2007). *Tutoriales para física introductoria: Una experiencia exitosa de Aprendizaje Activo de la Física*. Lat. Am. J. Phys. Educ. 1(1). 32-38 pp.
- Corral M., Vergara E.P., Lostado R., Calvo M. A., Somovilla F., (2015). *Implementation of an active learning strategy for improving teaching in the environmental engineering subject*. 9th International Technology, Education and Development Conference. INTED2015 Proceedings
- Gillies, R. M., *Teachers' and students' verbal behaviors during cooperative and small-group learning*. British Journal of Educational Psychology, 76(2), 271-287, 2006.
- Lang H. R., & McBeath A. (2003). *Fundamental principles and practices of teaching: a practical theory-based approach to planning and instruction*. Faculty of Education. Fort Worth: HBJ-Holt.
- March A. F. (2005). *Nuevas metodologías docentes*. Talleres de Formación del profesorado para la Convergencia Europea impartidos en la UPM.
- McDermott L. C. (2001). *Oersted medal lecture: Physics Education Research: The key to student learning*. American Journal of Physics. 69(11). 1127-1137pp.

Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen. Caso práctico del electroscópio como experiencia interdisciplinar entre Física y Matemáticas.

Jesús Alba^a, Romina del Rey^b, Anna Vidal^c y Bernardino Roig^d

Universitat Politècnica de València. Escola Politècnica Superior de Gandía, c/ Paranimf, 1. 46730 Grao de Gandía, Valencia.

^ajesalba@fis.upv.es, ^broderey@doctor.upv.es, ^cavidal@mat.upv.es, ^dbroig@mat.upv.es

Abstract

In this paper an application of active learning methodology based on projects in the degree in Telecommunications Systems Engineering, Sound and Image is presented. It is a multidisciplinary case involving the subjects of Physics and Mathematics 2. It is intended to achieve an increased motivation in the subjects by dealing with a real project.

Keywords: *Project Based Learning, electric field, electromagnetic induction, measurement and control of errors, application of the definite integral.*

Resumen

En este trabajo se presenta un caso práctico de aplicación de la metodología activa de aprendizaje basado en proyectos en el Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen. Es un caso multidisciplinar que involucra las asignaturas de Física y Matemáticas 2. Se pretende conseguir el aumento de la motivación en las asignaturas trabajando con un proyecto real.

Palabras clave: *Aprendizaje Basado en Proyectos, campo eléctrico, inducción electromagnética, medida y control de errores, aplicación de la integral definida,*

Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen. Caso práctico del electroscópio como experiencia interdisciplinar entre física y matemáticas.

Introducción

La ingeniería puede entenderse como una actividad que pretende transformar el conocimiento en algo práctico. Utiliza conocimientos científicos para la invención o perfeccionamiento de técnicas. Esta aplicación de conocimientos debe realizarse de forma ágil puesto que el ingeniero tiene una actividad limitada por el tiempo y los recursos disponibles (Wright y Samaniego, 2004; Aparicio et al., 2005). El ingeniero debe valorar los recursos disponibles, sus limitaciones, coste, estética, etc. para realizar su diseño.

En el caso de ingenierías la metodología activa de enseñanza basada en proyectos/problemas, (PBL, del inglés Project Based Learning) parece muy recomendable. La enseñanza basada en PBLs trata el desarrollo de un proyecto hasta su producto final. Este tipo de estrategia puede ayudar a que los futuros ingenieros tengan más aproximaciones a un proyecto real de ingeniería antes de finalizar su carrera, lo que en el ámbito de las titulaciones de ingeniería debe tener una gran importancia (Case y Light, 2011).

En la técnica de PBL los alumnos, con la supervisión de los profesores y/o tutores, se agrupan en proyectos relativamente abiertos y en muchos casos multidisciplinares buscando simular entornos profesionales en los que aplicar ciertos conocimientos y habilidades. Gracias a esta técnica deben manejar diferentes fuentes de información, analizar y sintetizar, resolver problemas complejos que abarcan varias disciplinas, pensamiento crítico, planificarse, organizarse, tomar decisiones, etc (De Miguel, 2006).

El aprendizaje PBL pretende la resolución de proyectos reales, de forma que sus soluciones pueden implementarse. Pueden encontrarse ya varias experiencias específicas en PBLs. Algunos ejemplos: para expresión gráfica (Urza y Ortega, 2009), aplicación a informática de gestión (Calvo et al, 2010), diseño de sistemas de navegación de bajo coste (Gonzalez-Jorge et al, 2014), etc.

En este trabajo se realiza una propuesta de PBL que involucra la asignatura FÍSICA y la asignatura MATEMÁTICAS 2 del Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen (GISTSI). Hay que tener en cuenta que en el caso de estas asignaturas los alumnos ya parten de una acepción negativa puesto que se presupone que las asignaturas básicas son más bien teóricas y tienen menos conexión con el mundo profesional al que deberá incorporarse el alumno al finalizar sus estudios. Esto produce cierta desmotivación que debe corregirse.

La asignatura FÍSICA es una asignatura anual fundamental de primer curso. En el segundo semestre se tratan los siguientes temas:

- Campo eléctrico

Jesús Alba, Anna Vidal, Romina del Rey, Bernardino Roig

- Potencial eléctrico
- Corriente eléctrica
- Campo magnético
- Inducción electromagnética

Estos cinco bloques temáticos deben impartirse en 15 semanas de clase en el segundo semestre. En el segundo semestre los alumnos tienen una clase colectiva de teoría de 1,5 horas, se dividen en 2 seminarios de 1 hora de manera asimétrica (se llena el grupo 1 y cuando está lleno van rellenando el 2...). Además realizan 4 prácticas de 2 horas durante el dicho semestre. Por tanto, el alumno tiene 45 horas presenciales en el citado semestre y 67,5 no presenciales realizando el cómputo de horas según créditos.

En el caso de FÍSICA, el PBL que se pretende incorporar sólo afecta a los grupos de seminarios y teoría, 37 horas presenciales y 55,5 horas no presenciales. La distribución por semanas que se propone es la siguiente:

- Campo eléctrico: 4 semanas
- Potencial eléctrico: 2 semanas
- Corriente eléctrica: 3 semanas
- Campo magnético: 2 semanas
- Inducción electromagnética: 4 semanas

En el PBL propuesto, se abordan los dos primeros temas, aunque también son necesarios conocimientos del tema de dinámica del primer semestre (Serway y Jewett, 2005, 2008; Tipler 1992, 1994).

La asignatura de Matemáticas 2 es una asignatura anual del primer curso del GISTSI y tiene un total de 9 créditos ECTS repartidos en clases de teoría y práctica de aula (4.6 ECTS), clases de seminario de problemas (3 ECTS) de una hora semanal y 7 prácticas de laboratorio informático de 2 horas cada una (1.4 ECTS). En cuanto al programa de la asignatura, engloba las siguientes unidades:

Primer semestre: integral indefinida y aplicación a la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias; integral definida e integrales impropias; series numéricas; series de potencias y representación en serie de potencias.

Segundo semestre: estudio de las funciones de varias variables; optimización y finalmente integrales dobles y triples.

En la parte de prácticas informáticas se estudia una parte del Cálculo numérico (cálculo aproximado de integrales, ajuste, interpolación) y geometría de curvas y superficies.

Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen. Caso práctico del electroscopio como experiencia interdisciplinar entre física y matemáticas.

METODOLOGIA DEL PBL

En este apartado se realiza la descripción del PBL: título, contexto, temario al que afecta, objetivos, pregunta motriz, enunciado, actividades, plan de trabajo y evaluación.

Título: “Creación de un prototipo para medir la carga de un cuerpo”. Básicamente se trata de abordar un dispositivo similar al electroscopio.

Contexto: Física y Matemáticas 2. Primer curso, segundo semestre, cuatro semanas en 10 horas presenciales, 15 no presenciales, 3-4 personas/grupo (estimación sobre 60 alumnos) – 15 grupos.

Temario al que afecta

Física: Campo eléctrico y potencial eléctrico (carga, materiales, historia, fuerza eléctrica, campo eléctrico).

Matemáticas 2: Geometría, trigonometría, derivadas parciales, integrales definidas, integrales de línea.

Hay que señalar que durante el primer semestre los/las alumnos/as se han examinado de integración en la asignatura de Matemáticas 2, por lo que este tema lo tienen bastante reciente, aunque apenas se incide en la integral de línea. Este PBL se aprovechará para que los/las alumnos/as conozcan y sepan manejar este tipo de integrales a partir de los conocimientos del primer semestre. En cuanto a las derivadas parciales, se están viendo en paralelo en la asignatura de Matemáticas 2, junto con la realización de este PBL en Física.

Objetivos

Al finalizar el proyecto, el estudiante será capaz de:

- Explicar el concepto de carga, conductor, aislante
- Plantear problemas con fuerzas y campos eléctricos
- Dibujar las líneas de campo eléctrico en cualquier caso
- Calcular descomposición de fuerzas de un campo eléctrico
- Calcular e interpretar integrales de línea
- Medir intervalos de incertidumbre en los datos
- Explicar la propagación de errores en los cálculos

Jesús Alba, Anna Vidal, Romina del Rey, Bernardino Roig

- Calcular cotas de error en los resultados
- Utilizar el cálculo de derivadas parciales para la determinación de cotas de error

Pregunta motriz

¿Por qué a veces al bajar de un coche, o al darle la mano a alguien nos da calambre?

O bien, ¿Podría saber si estoy cargado electrostáticamente y si me voy a pegar un calambrazo al tocar algo?

O bien, ¿Podría ocurrir alguna desgracia si estoy cargado electrostáticamente? Ver el vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=EyW78B_Fijk

Enunciado

Crear un prototipo para medir la carga de un cuerpo. El proyecto consistirá en el diseño y creación de un prototipo que permita conocer si un objeto está cargado, evaluar su carga y error cometido. Debe estar realizado con materiales caseros y/o reciclados.

Tipos de actividades

Búsqueda de información

Lectura de materiales complementarios

Test individual de comprensión de conceptos por asignatura

Exposición pública en el Hall de la escuela de los proyectos

Plan de trabajo

Estructurado a 6 semanas. Se ajusta al horario de clases.

	Teoría (1,5h)	Seminario (1h)	No presencial (3,5 horas)
Semana 1	Búsqueda de información. Lectura de materiales		
Semana 2	trabajo grupos	<i>Entregable 1</i>	trabajo grupos
Semana 3	trabajo grupos	trabajo grupos	trabajo grupos
Semana 4	<i>Entregable 2</i>	trabajo grupos	trabajo grupos
Semana 5	trabajo grupos	<i>Test de conceptos</i>	trabajo grupos
Semana 6	trabajo grupos	<i>Entregable 3</i>	<i>Exposición pública proyectos Hall</i>

Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen. Caso práctico del electroscopio como experiencia interdisciplinar entre física y matemáticas.

Los entregables son los siguientes:

E1. Posible prototipo y materiales a utilizar.

E2. Previsión de cálculos del prototipo: obtención de la carga y estimación del error.

E3. Entrega de prototipo y poster explicativo del prototipo.

Todos los entregables son de grupo.

MATERIALES COMPLEMENTARIOS

Matemáticos: como el/la alumno/a no ha utilizado el concepto de integral de línea ni ha practicado su cálculo, ni tampoco ha estudiado la incertidumbre inherente a los datos y la propagación de errores, tendrá a su disposición un dossier con los conceptos matemáticos mencionados, junto con una serie de ejercicios resueltos y bibliografía.

Físicos: transparencias con conceptos teóricos resumidos, boletines con ejemplos y bibliografía.

Otros: regla milimétrica, transportador de ángulos, báscula.

EVALUACION DEL PBL

La valoración final se compone de tres tipos de evaluaciones

- 1) La evaluación continua del alumno con reuniones periódicas con los profesores tutores, verificando el cumplimiento de tiempos de ejecución y resultados de cada fase. Se analizan aspectos como responsabilidad personal, iniciativa, grado de implicación y toma de decisiones
- 2) Evaluación centrada en cada asignatura a través de test de conceptos
- 3) Evaluación del grado de consecución de las competencias propuestas a través de la siguiente rúbrica.

Jesús Alba, Anna Vidal, Romina del Rey, Bernardino Roig

Tabla 1. Rúbrica

Competencias	Nivel de desempeño			
	Excelente (4)	Bueno (3)	Regular (2)	Malo (1)
1) Diseño de un equipo para determinar la carga eléctrica y aplicación correcta de las tecnologías y principios ingenieriles asociados				
1.1) Es capaz de diseñar el equipo	Supera las expectativas iniciales	Equipo diseñado correctamente	Pequeños errores en el diseño	Errores mayores en el diseño
1.2) Aplicación de criterios ingenieriles	Aplicación de los criterios superior a lo esperado	Buena capacidad en la aplicación de los criterios	Mínima capacidad	Incapacidad de aplicar los criterios
2) Aplicación de restricciones económicas y de métodos de optimización para llegar a la mejor solución en un problema complejo				
2.1) Define los objetivos y las variables de decisión	Nivel excepcional de desempeño	Nivel correcto en la definición de objetivos y variables de decisión	Definición pobre de los objetivos y las variables de decisión	Nivel deficiente en la definición de objetivos y variables de decisión
2.2) Utiliza métodos de optimización	Optimización que conduce a una solución única	Metodología de optimización correcta	Errores en la metodología empleada	No usa técnicas de optimización correctamente
3) Resolución de un problema complejo mediante su descomposición en actividades más sencillas que lo forman				
3.1) Reconoce problemas más sencillos integrados en el problema global	Capacidad superior para reconocer los componentes del problema global	Buena capacidad para descomponer un problema en sus partes	Poca capacidad para descomponer los componentes del problema	Incapacidad para reconocer los componentes del problema
4) Suficiencia en la comunicación oral y escrita de sus ideas y trabajos realizados				
4.1) Mecánica de la presentación	Confiado y claridad en la exposición	Buena presentación	Algo nervioso, actitud ligeramente insegura	Muy nervioso e inseguro
4.2) Presentación lógica	Contenidos muy bien organizados	La presentación demuestra buena comprensión	Algunos puntos son presentados fuera de orden	Totalmente desorganizado
4.3) Respuestas	Respuestas correctas y con matices	Respuestas correctas	Alguna respuesta es incorrecta	No responde o con evasivas
5) Capacidad para aprender tanto individualmente como durante el trabajo en equipo				

Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen. Caso práctico del electroscopio como experiencia interdisciplinar entre física y matemáticas.

5.1) Capaz de aprender materiales no explicados	Hace análisis muy detallados	Estudia materiales no explicados en las asignaturas	Demuestra poca capacidad	No es capaz
6) Capacidad para realizar un trabajo con plazos de entrega				
6.1) Cumplimiento de plazos	Nivel excepcional de desempeño	Nivel correcto	Pequeños retrasos en las entregas	No cumple con los Plazos

Además se valora la interdependencia positiva y la exigibilidad personal a través de un test individual y preguntas en la exposición. Se subirá un punto a los miembros del grupo en el caso de que todos ellos obtengan una calificación superior a 6.

UN EJEMPLO DE RESOLUCION

A continuación se muestra un ejemplo de un prototipo construido para clase.

Figura 1 Montaje posible

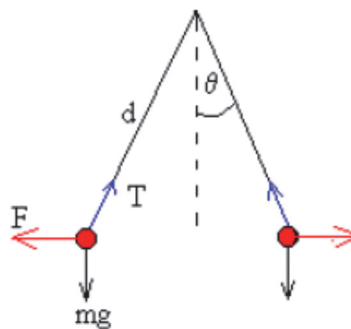


Jesús Alba, Anna Vidal, Romina del Rey, Bernardino Roig

El prototipo se basa en el electroscopio, que es un instrumento que se utiliza para saber si un cuerpo está cargado eléctricamente. William Gilbert, (1544 –1603), fue el que ideó el primer electroscopio. Consiste en una varilla metálica vertical que tiene en su extremo inferior dos láminas de aluminio muy delgado. Al acercar un objeto electrizado a la varilla, ésta se electriza y las laminillas cargadas con igual signo de electricidad se repelen, separándose, siendo su divergencia una medida de la cantidad de carga que han recibido. La fuerza de repulsión electrostática se equilibra con el peso de las hojas. Si se aleja el objeto de la esfera, las láminas, al perder la polarización, vuelven a su posición normal.

El prototipo se puede abordar con diferentes niveles de complejidad. Un primer nivel es suponer un modelo simplificado donde se consideran dos pequeñas esferas de masa m cargadas con cargas iguales Q y del mismo signo que cuelgan de dos hilos de longitud d , tal como se indica la Figura 2.

Figura 2 Modelo básico



En la figura puede verse la fuerza eléctrica de repulsión, F , la tensión en la lámina, T , el ángulo de inclinación respecto a la vertical, θ , la masa de cada lámina, m , la aceleración de la gravedad, g , y la longitud de cada lámina, d .

En este caso se puede demostrar que la fuerza eléctrica en cada hoja es:

$$F = mg \tan \theta$$

Y la carga, Q , que adquiere cada hoja, se puede obtener de la relación:

$$Q = \sqrt{\frac{mg \tan \theta}{k_e}} 2d \sin \theta$$

donde k_e es la constante de Coulomb.

Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen. Caso práctico del electroscopio como experiencia interdisciplinar entre física y matemáticas.

Para calcular el error de este dispositivo, deben obtenerse las derivadas parciales respecto a m , g y k_e (en función de la resolución deseada), θ y d . Los errores de g y k_e se basan en los siguientes datos:

$g = 9,81 \pm 0,01 \text{ m/s}^2$ en la superficie terrestre.

$k_e = (8.9875 \pm 0.0001) \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ en el vacío.

Los alumnos podrían ampliar el modelo propuesto, considerando la lámina completa y la carga distribuida en ella, y cualquier otra suposición que pueda mejorar el diseño y la disminución del error.

Conclusiones

En este trabajo se presenta una experiencia práctica de PBL multidisciplinar para dos asignaturas básicas de ingeniería, como son Física y Matemáticas, que a priori parecen no prestarse a trabajos prácticos o, por lo menos, esa es la visión que actualmente tienen los alumnos. Esta experiencia es exportable a cualquier ingeniería que trate las mismas materias (telecomunicaciones, industriales, química, etc.). Además, ya introduce a los alumnos en la dinámica del PBL acercándolos desde primer curso a la problemática que tendrán en su vida profesional.

Es indudable el aumento de motivación que produce en el alumnado de estas asignaturas este tipo de proyectos. Sin embargo, el alumnado de primer curso no está todavía acostumbrado al aumento de carga de trabajo que supone este tipo de aprendizaje, lo que produce también un efecto de cierto desagrado cuando se han de cumplir los plazos establecidos. La valoración final es positiva, puesto que ayuda a desmitificar que asignaturas consideradas básicas como Física y Matemáticas son sólo teóricas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación y al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València la concesión del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa en la convocatoria 2014 “A02/14 Metodologías activas en aprendizaje multidisciplinar. Protocolo de creación de catálogos o mapas de motivación de título” que permite tener financiación para la presentación de este trabajo.

Jesús Alba, Anna Vidal, Romina del Rey, Bernardino Roig

Referencias

- Alamar, M. Roig, B., Vidal, A. (2005). Fundamentos Matemáticos I. Universitat Politècnica de València.
- Alamar, M. Roig, B., Vidal, A. (2006). Fundamentos Matemáticos para la Ingeniería II. Universitat Politècnica de València.
- Aparicio, F., González, R. M. y Sobrevila, M. A. (2005). Formación de Ingenieros. Objetivos, métodos y estrategias. Instituto de Ciencias de la Educación, UPM.
- Case, J. M. y Light, G. (2011). Emerging Methodologies in Engineering Education Research. *Journal of Engineering Education*, 100 (1), 186–210.
- Calvo, I., López-Guede, J.M. y Zulueta, E. (2010). Aplicando la metodología Project Based Learning en la docencia de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*. Vol. 3, Nº 4, 166-181
- De Miguel, M. (2006). Modalidades de Enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Universidad de Oviedo.
- González-Jorge, H., Roca, D., Torres, S., Armesto, J. y Puente, I. (2014) Una experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos en el ámbito tecnológico: Diseño de un sistema de navegación indoor de bajo coste, *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*. Vol. 7, Nº 1, 8-19
- Gregori, V. y Roig, B. (2015). Errores, optimización y resolución numérica de sistemas. Universitat Politècnica de València.
- Rogawski, J. (2012). Cálculo varias variables. Reverté.
- Serway, R. A. y Jewett, J. W. (2005). Física para ciencias e ingeniería. Volumen I. México D.F. International Thomson, 6ª ed.
- Serway, R. A. y Jewett, J. W. (2008). Física para ciencias e ingenierías. Volumen II. México D.F. : Cengage Learning.
- Tipler, P. A. (1992) Física Tomo 1. Barcelona etc. : Reverté
- Tipler, P. A. (1994) Física Tomo 2. Barcelona etc. : Reverté
- Urraza Digón, G. y Ortega Arceo, J.M. (2009) Diseño de una experiencia de aprendizaje por proyectos en la asignatura de Expresión gráfica y diseño asistido por ordenador mediante grupos cooperativos, *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*. Vol. 2, Nº 3, 128-138
- Wright, P. H. y Samaniego, Á. H. F. (2004). Introducción a la Ingeniería. Limusa Wiley.

Modelos matemáticos en un problema de epidemias

Anna Vidal Meló^a, Francisco José Boigues Planes^b y Vicente D. Estruch Fuster^c

Departamento de Matemática Aplicada. Campus de Gandia de la Universitat Politècnica de València.
Grup d'Innovació Educativa i Recerca en Mètries Científiques (GIEMAC).

^aavidal@mat.upv.es, ^bfraboipl@mat.upv.es y ^cvdestruc@mat.upv.es.

Abstract

The introduction of mathematical concepts through the development and the study of models have been addressed in several studies. The introduction of these models is usually done from the professor's speech and the student work is normally reduced to the experimentation with the given model. The IBM (Individual Based Model) approach to a problem is more understandable for the student, provides justification and can complement other approaches to the solution (differential-continuous and/or discrete models). In this paper a teaching experience is presented, which tackles the same problem by means of a complementary approach on a continuous, discrete and IBM models basis. Finally, a methodological proposal is put forward in order to implement it using the Cooperative Learning and Problem/Project Based Learning.

Keywords: Active methodologies, mathematical modeling, IBM.

Resumen

La introducción de conceptos matemáticos a través del desarrollo y estudio de modelos ha sido tratado en numerosos trabajos. La introducción de los modelos suele hacerse básicamente desde el discurso del profesor y el trabajo del alumno suele reducirse a la experimentación con el modelo dado. La aproximación a un problema mediante modelos IBM (Individual Based Model) resulta más comprensible para el alumno, permite justificar y complementar otras aproximaciones a la solución (modelos diferenciales continuos y/o modelos discretos). En este trabajo se presenta una experiencia docente basada en afrontar un mismo problema mediante un enfoque complementario en base a modelos continuos, discretos e IBM y se presenta una propuesta metodológica para ponerla en práctica utilizando el Aprendizaje Cooperativo y el Problem/Project Based Learning.

Modelos matemáticos en un problema de epidemias

Palabras clave: Metodologías Activas, Modelización Matemática, IBM.

Introducción

La formación del ingeniero exige una formación de calidad en matemáticas orientada hacia las aplicaciones, es decir, hacia los modelos matemáticos. En primer curso de Grado la introducción de los modelos suele hacerse básicamente desde el discurso del profesor puesto que es difícil que un alumno sea capaz de construirlos mediante ecuaciones diferenciales o en diferencias. En este nivel el trabajo del alumno suele reducirse a la experimentación con un modelo dado. Sin embargo la aproximación a un problema mediante modelos IBM (Individual Based Model) [1], que explican un sistema a partir del comportamiento de cada uno de los elementos o de partes que lo forman, resulta más accesible para el alumno.

Una encuesta, exploratoria, pasada a 169 alumnos (74 de 1º del Grado en Ingeniería Química, GIQ; 48 de 1º de Ciencias Ambientales, CCAA; 39 de 1º de Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen, GISTSI, y 8 alumnos del 2º curso del mismo), reveló un alto nivel de acuerdo en que la motivación por las matemáticas está relacionada con las aplicaciones que en dicha asignatura se estudian (un 67% de las respuestas indican acuerdo o acuerdo total). Además, un 60% de los alumnos encuestados ha resuelto con cierta frecuencia, en asignaturas de matemáticas, problemas reales y, de éstos, a un 75% les han resultado interesantes o muy interesantes estos problemas. Sin embargo, un 74% del alumnado participante nunca ha oído hablar de la modelización matemática, y sólo un 18% define dicho concepto con más o menos acierto. Como conclusión general, se percibe la conveniencia de tratar en clase problemas reales, para influir positivamente en la motivación del alumno frente a las matemáticas, y, como consecuencia, la necesidad de introducir la modelización matemática desde el primer curso de Grado en ingeniería y ciencias.

En este trabajo se presenta el recorrido de aprendizaje seguido en una experiencia docente puesta en marcha, durante el curso 2014-2015, en las titulaciones anteriormente citadas. La experiencia se basa en afrontar un mismo problema en base a formas alternativas o complementarias de modelizar: modelos continuos, discretos e IBM. La experiencia se ha desarrollado en prácticas de laboratorio informático en las asignaturas de matemáticas correspondientes. Finalmente se propone un diseño metodológico para desarrollar la experiencia en el aula mediante aprendizaje cooperativo a través de un Problem/Project Based Learning (PBL) [2-3], y utilizando el puzle de Aronson [4-5].

Modelos matemáticos

La introducción de conceptos matemáticos a través del desarrollo y estudio de modelos ha sido tratada en muchos trabajos [6-7] y es objeto de discusión en Jornadas y Congresos, principalmente en aquellos orientados al campo de la innovación docente. Trabajar con

Anna Vidal Meló, Francisco José Boigues Planes y Vicente D. Estruch Fuster

modelos va íntimamente asociado a realizar ensayos con los mismos, lo que viene en llamarse simulación. En la línea de Shannon [8], la simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, para comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias y a los resultados numéricos concretos se les denomina realizaciones de la simulación.

Un modelo matemático es una descripción, en lenguaje matemático, de una realidad existente en un universo no necesariamente matemático. Un modelo es dinámico si el tiempo es una de las variables independientes del sistema de estudio (en algunos casos la única). Es discreto sólo si las variables dependientes forman conjuntos discretos (de cardinal finito o numerable) y continuo si éstas pueden tomar los valores de intervalos de la recta real. Por último, es determinista si no cabe ningún tipo de aleatoriedad o dependencia del azar en el modelo, mientras que será estocástico o probabilístico si el azar interviene en el modelo.

Un modelo basado en agentes (agent-based model o ABM) es un modelo computacional orientado a simular las acciones e interacciones de agentes autónomos (sean entidades individuales o colectivas) con el fin de evaluar los efectos sobre el sistema en su conjunto. En ecología, a los ABM se les llama modelos basados en el individuo (individual-based model o IBM), [1]. Los IBM son modelos en los que los individuos, o partes parciales que componen el sistema, son tratados de forma autónoma y, desde esta perspectiva, se obtienen los resultados globales, por agregación. Esta forma de modelizar se centra en caracterizar el comportamiento del individuo, o de las partes, mediante reglas que permiten representar la interacción entre individuos y la de individuos con el entorno [9]. Los IBM son, en general, sencillos de plantear y de entender, y no requieren teorías matemáticas avanzadas [10], por lo que son adecuados, para la modelización matemática en tiempo discreto.

Objetivos

Entendemos por recorrido de aprendizaje un proceso del cual forman parte los conceptos a aprender y las competencias a adquirir, y que es seguido en primer término por los alumnos con la guía del profesor. Para el aprendizaje de un concepto matemático concreto pueden seguirse distintos recorridos. En el trabajo presentado se propone un recorrido de aprendizaje para introducir al alumnado de un primer curso de Grado en la modelización matemática. Partiendo de un problema epidemiológico simple, el de la expansión de una plaga o enfermedad, se aborda la modelización matemática del problema mediante modelos continuos, descritos con sistemas de ecuaciones diferenciales, modelo discretos, representados por sistemas de ecuaciones en diferencias y, por último, mediante una aproximación IBM. El objetivo principal es que el alumno adquiera competencias básicas sobre modelización matemática y que refuerce los elementos matemáticos aprendidos.

Modelos matemáticos en un problema de epidemias

Descripción del problema

La aplicación de las matemáticas a la epidemiología se sitúa en 1760, cuando D. Bernoulli publica un pequeño tratado sobre la epidemia de peste europea, aunque es en 1927, [11], al describir una epidemia de peste en la India, cuando aparece la modelización de epidemias con un enfoque matemático moderno:

$$\frac{dx}{dt} = -k \cdot x \cdot y, \quad \frac{dy}{dt} = k \cdot x \cdot y - l \cdot y, \quad \frac{dz}{dt} = l \cdot y, \quad (1)$$

con x , y , z denotando respectivamente el número de individuos sanos, infectados y resistentes. Esta formulación, a través de un sistema de ecuaciones diferenciales no lineal, se basa en modelos comportamentales, donde los individuos pueden pasar de ser susceptibles a infecciosos y de ahí a resistentes (SIR), modelos que siguen perfeccionándose a día de hoy [12]. Existe numerosa literatura científica sobre la modelización de las epidemias, pero suelen considerarse epidemias que se transmiten por el contacto entre individuos, dependiendo del número de encuentros entre individuos sanos e infectados ($k \cdot x \cdot y$), dando lugar a sistemas similares a (1). Sistemas parecidos aparecen en el estudio de los sistemas depredador-presa o en el estudio de la evolución del cáncer, donde se consideran las células tumorales y células inmunes [13]. Sin embargo su resolución requiere conocimientos matemáticos que no suelen abordarse en un primer curso de Grado, por lo que no son, en general, adecuados para nuestro alumnado. Puesto que nuestro objetivo es ofrecer diferentes aproximaciones a la modelización matemática de una epidemia SIR en base a modelos y que el alumnado pueda resolver utilizando los contenidos de las asignaturas matemáticas de primer curso, al plantear el problema, hemos considerado un modelo similar al descrito en [14], dejando para cursos más avanzados los modelos no lineales, y que pasamos a describir.

Se detecta una enfermedad o plaga que puede inmunizar contra la misma al individuo que la ha sufrido. Se desea averiguar la evolución de la enfermedad a lo largo de varios periodos (días, meses, ...) partiendo inicialmente de un número concreto de individuos infectados y/o resistentes. En la descripción de las variables se tiene en cuenta que, en cada etapa t , la población se divide en tres grupos: los individuos sanos pero que son susceptibles a la enfermedad, $S(t)$, los individuos infectados, $I(t)$, y el grupo formado por individuos sanos con inmunidad o resistentes a la enfermedad, $R(t)$. Se supone que, en cualquier instante t , $S(t) + I(t) + R(t) = N$, es decir, es un sistema cerrado (sin nacimientos ni muertes).

Modelización determinista y continua: ecuaciones diferenciales

Los modelos diferenciales representan un caso particular de la multitud de modelos matemáticos que pueden construirse al estudiar el mundo circundante [14]. El análisis por com-

Anna Vidal Meló, Francisco José Boigues Planes y Vicente D. Estruch Fuster

partimentos, [15], da lugar a la ecuación diferencial $x'(t) = \text{razón de entrada} - \text{razón de salida}$, que permite describir la evolución de la cantidad de una sustancia en el compartimento en el instante t , $x(t)$, y que puede aplicarse en el estudio de la evolución de una población $P(t)$, a través de Ecuación (2) o Ley de Ley de Malthus para el crecimiento de poblaciones

$$P'(t) = k \cdot P(t), P(0) = P_0 \quad (2)$$

siendo P_0 la población inicial. Si $k > 0$, la población es creciente con el tiempo, y si $k < 0$ el modelo también es útil para estudiar la desintegración de un elemento radiactivo. Si se tienen varias especies que interactúan y compiten, la evolución de sus poblaciones se describe mediante un sistema de ecuaciones diferenciales. Para el problema descrito, un modelo que simplifica la situación real [14], parte de las siguientes hipótesis:

- La velocidad o tasa de variación de la población de individuos susceptibles es proporcional al número de los mismos, es decir, $\frac{dS}{dt} = -mS$.
- Puesto que cada individuo susceptible puede infectarse, la tasa de variación de la población de infectados es la diferencia en la unidad de tiempo, entre los que han enfermado y aquellos que han pasado a resistentes o inmunes, $\frac{dI}{dt} = mS - cI$.
- La tasa de variación de los resistentes es igual a la disminución de infectados, $\frac{dR}{dt} = cI$.

Por lo tanto, el modelo matemático correspondiente viene dado por:

$$\frac{dS}{dt} = -mS, \quad \frac{dI}{dt} = mS - cI, \quad \frac{dR}{dt} = cI \quad (3)$$

con m y c constantes positivas. La constante m es una medida de la rapidez de transmisión de la enfermedad de una persona infectada a la población susceptible. La c representa la razón con la que sana la población infectada haciéndose resistente o inmune a la enfermedad. El sistema obtenido es un sistema lineal con coeficientes constantes, similar a los que se plantean en el estudio de una serie de desintegración radiactiva, de competencia entre especies, problemas de tanques y mezclas o de redes eléctricas.

Modelización determinista y discreta: ecuaciones en diferencias

En contraste con las ecuaciones diferenciales las ecuaciones en diferencias se adaptan bien a situaciones donde ocurren cambios etapa a etapa y van asociadas a procesos de iteración. Replanteamos el problema de la siguiente forma: Se sabe que periódicamente (diariamente,

Modelos matemáticos en un problema de epidemias

semanalmente, mensualmente,...) determinado porcentaje ($M=100 \cdot m \%$) de los susceptibles a la enfermedad, contraen la enfermedad quedando infectados, y otro porcentaje ($C=100 \cdot c \%$) de los infectados se vuelven inmunes, es decir, resistentes, a la enfermedad. El tiempo t representa el número de periodos. Las relaciones entre variables de estado, al pasar de una del modelo se ilustran en la Figura 1.

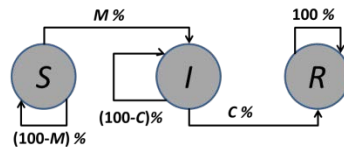


Figura 1. Relaciones entre las variables de estado

Tendremos en cuenta que:

- o Los enfermos son capaces de contagiar a los sanos en una proporción m , por lo tanto, en dos instantes o periodos sucesivos:

$$S(t+1) = S(t) - M \frac{S(t)}{100} = S(t) - \frac{M}{100} S(t) = S(t) - mS(t) = (1-m) \cdot S(t) \quad (4)$$

- o El número de infectados en el periodo $(t+1)$, es igual a los que había en el instante t más los nuevos infectados, menos los que se han curado:

$$I(t+1) = I(t) + M \frac{S(t)}{100} - C \frac{I(t)}{100} = I(t) + m \cdot S(t) - cI(t) = mS(t) + (1-c) \cdot I(t) \quad (5)$$

- o Los nuevos resistentes son los que había más los curados entre los infectados:

$$R(t+1) = R(t) + C \frac{I(t)}{100} = c \cdot I(t) + R(t) \quad (6)$$

En resumen, se tiene el sistema de ecuaciones en diferencias:

$$S(t+1) = (1-m) \cdot S(t), \quad I(t+1) = m \cdot S(t) + (1-c) \cdot I(t) \quad \text{y} \quad R(t+1) = c \cdot I(t) + R(t) \quad (7)$$

Para la resolución del sistema de ecuaciones en diferencias (7), pueden utilizarse, por ejemplo, asistentes matemáticos como Matlab[®]. Los bucles “for”, posibilitan la repetición de operaciones de forma iterativa y de esta forma, incorporando las tres ecuaciones en diferencias, se puede determinar, etapa a etapa, el nº de individuos de cada grupo así como la representación gráfica de la evolución de las poblaciones. Otra alternativa es la resolución algebraico-matricial. El sistema de ecuaciones en diferencias admite la formulación matricial $E(t+1) = T \cdot E(t)$, que da lugar a la solución:

Anna Vidal Meló, Francisco José Boigues Planes y Vicente D. Estruch Fuster

$$E(t) = T \cdot E(t-1) = T \cdot (T \cdot E(t-2)) = T^2 \cdot E(t-2) = \dots = T^t \cdot E(0) \quad (8)$$

siendo

$$E(t) = \begin{bmatrix} S(t) \\ I(t) \\ R(t) \end{bmatrix} \quad T = \begin{bmatrix} 1-m & 0 & 0 \\ m & 1-c & 0 \\ 0 & c & 1 \end{bmatrix}.$$

Esta nueva formulación permite, conociendo el vector de estados inicial, $E(0)$, calcular el vector de estados en el instante t , $E(t)$, solo calculando la potencia t -ésima de la matriz T .

Aunque no se ha considerado en este trabajo, este planteamiento puede profundizarse un poco más con el estudio de los valores propios de T , como puede verse en [6].

Sobre la discretización de un modelo continuo

La solución $y = y(t)$ del problema de valor inicial $y'(t) = f(t, y)$, $y(t_1) = y_1$, en el intervalo $t \in [t_1, b]$, puede aproximarse con tramos de rectas tangentes. Considerando un paso $h = \frac{b-t_1}{n}$, y partiendo del punto inicial (t_1, y_1) , las fórmulas recurrentes (método de Euler)

$$t_{i+1} = t_i + h, \quad y_{i+1} = y_i + f(t_i, y_i) \cdot h, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (9)$$

proporcionan una sucesión de puntos, $(t_i, y_i), i = 1, 2, \dots, n+1$, de la gráfica de la curva que aproxima a dicha solución $y = y(t)$ en todo el intervalo $[t_1, b]$. Aplicando este método, con

paso $h=1$, a la ecuación diferencial $\frac{dS}{dt} = -mS$ de la epidemia (con $f(t, S) = -mS$), se tiene

$$S_{i+1} = S_i + f(t_i, S_i) \cdot h = S_i + (-m \cdot S_i) \cdot 1 = S_i - m \cdot S_i = (1-m) \cdot S_i \quad (10)$$

Razonando análogamente en el caso de infectados y resistentes, finalmente se tiene el sistema de ecuaciones en diferencias, que no es más que el sistema en diferencias (7):

$$S_{i+1} = (1-m) \cdot S_i, \quad I_{i+1} = m \cdot S_i + (1-c) \cdot I_i \quad \text{y} \quad R_{i+1} = R_i + c \cdot I_i, \quad (11)$$

Modelización estocástica y discreta

A la hora de plantear a los alumnos un sistema determinista como el que se ha introducido, una cuestión que puede ser planteada, de forma natural, como elemento de discusión en el aula es: ¿Cómo podemos asegurar que exactamente un M % de los susceptibles (S) van a

Modelos matemáticos en un problema de epidemias

pasar a infectados (I) y que un $C\%$ de infectados pasarán a ser resistentes (R)?. Una forma de abordar constructivamente esta cuestión y transformarla en un objeto de aprendizaje activo es explicar el fenómeno tomando como referencia a cada individuo, trasladando el modelo a la evolución del mismo. Que un $M\%$ de sanos pasan a infectados significaría que la probabilidad de que un susceptible se infecte es de $m=M/100$ (tasa de infección). Por otra parte que un $C\%$ de infectados pasen a ser resistentes en el siguiente periodo indicaría que la probabilidad de que un infectado pase a ser resistente es de $c=C/100$ (tasa de resistencia). La evolución, al pasar de una etapa a la siguiente, para un individuo cualquiera, se resume en la Figura 2, donde los valores en cada flecha indican probabilidades.

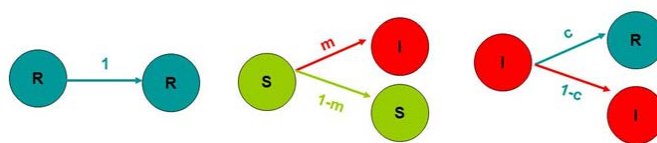


Figura 2. Proceso de cambio de una etapa a la siguiente

Esta descripción, individuo a individuo, no lleva necesariamente a que, al pasar de una etapa a otra, siempre, exactamente un $M\%$ de los sanos vayan a infectarse, o que un $C\%$ de los infectados pasen a ser resistentes. De hecho en el caso de epidemias [16] el agente infeccioso puede ser transmitido al ser humano de forma indirecta, mediante partículas aéreas u otros vehículos de infección, siendo por tanto la transmisión un proceso aleatorio.

Podemos replantear el problema objeto de estudio como un problema de transmisión de plagas en una población de árboles de una finca agrícola o forestal, considerando una parcela rectangular de tamaño $F \times K$, donde, en cada posición (i,j) hay un árbol. La posible evolución cada tipo de árbol se describe generando valores aleatorios (método de Montecarlo). Para cada árbol, en cada etapa, fijada la condición inicial del mismo, pueden darse diversas realizaciones. La descripción de la evolución de todo el bosque vendrá dada por la agregación de los resultados de las realizaciones obtenidas árbol a árbol. El resultado del modelo IBM y el que proporcionan los modelos deterministas, se descubre al calcular los promedios de los resultados obtenidos mediante el método de Montecarlo para cada grupo de árboles, considerando muchas realizaciones (miles). Para la aplicación del modelo IBM consideraremos las siguientes etapas:

o **Inicio:**

Los árboles están distribuidos en un espacio rectangular de alto F y de ancho K , siendo el total de la población $N=F \times K$. Se define una matriz $a = (a_{ij})$, $i=1,2,\dots,F$, $j= 1,\dots,K$ para describir el grupo al que pertenece el individuo que ocupa una posición arbitraria (i,j) : $a(i,j)=1$ si es resistente, $a(i,j)=2$ si es susceptible y $a(i,j)=3$ si está infectado. Los datos de entrada

Anna Vidal Meló, Francisco José Boigues Planes y Vicente D. Estruch Fuster

iniciales son: F (número de filas de la matriz), K (número de columnas de la matriz), S, I, R (nº inicial de susceptibles, infectados y resistentes respectivamente), m (tasa de infección), c (tasa de resistencia) y el número de etapas, *Etapas*.

○ **Procedimiento a seguir (a repetir) de una etapa a la siguiente**

Si en una etapa se tiene la matriz de individuos $\mathbf{a} = (a_{ij}), i = 1, 2, \dots, F, j = 1, 2, \dots, K$, en la siguiente pueden cambiar los elementos no resistentes: si en una etapa $a(i,j)=2$ (susceptible), en la siguiente puede permanecer igual o cambiar a $a(i,j)=3$ (infectado) y si en una etapa $a(i,j)=3$ (infectado), en la siguiente o permanece igual o bien $a(i,j)=1$ (resistente). En estos casos, se establecerá si se produce o no el cambio mediante simulación probabilística, es decir generando valores aleatorios. Para ello puede utilizarse la orden **rand('state',sum(100*clock))** seguida del comando **rand** de Matlab[®]. La primera sentencia permite aleatorizar el punto de partida en la serie de valores preudo-aleatorios de Matlab[®], para que comando **rand** genere un valor real aleatorio distribuido uniforme en el intervalo de extremos 0 y 1. Así **rand(n)** y **rand(F,K)** generarán, respectivamente, **n** valores y una matriz $F \times K$ de valores todos ellos aleatorios, siempre distribuidos uniforme en el intervalo de extremos 0 y 1. Así si en una etapa $a(i,j)=2$ (árbol susceptible), se genera un valor aleatorio, u , y si $u < m$, se supone que el árbol se infecta y por tanto en la siguiente etapa $a(i,j)=3$; en otro caso $a(i,j)=2$. De forma análoga si $a(i,j)=3$ (infectado), se genera un valor aleatorio u , y si $u < c$, suponemos que el árbol se vuelve resistente, $a(i,j)=1$ y en otro caso $a(i,j)=3$. Para mayor comodidad, se puede generar una matriz $F \times K$ de valores aleatorios, **aleat**, y hacer uso de los valores aleatorios que ocupen un lugar de un individuo sano o infectado, $aleat(i,j)$. Contando los elementos con valor 1, 2 y 3 en la nueva matriz $\mathbf{a} = (a_{ij})$, se actualiza etapa a etapa el número total de sanos, infectados y resistentes.

Soluciones

Procedemos a comparar los resultados obtenidos al simular los modelos planteados, para una población total de $N=400$ individuos, con 50 infectados, 350 susceptibles y ninguno resistente inicialmente, siendo $m=0.01$ y $c=0.02$. Las necesidades matemáticas de la resolución del modelo continuo son, por la naturaleza del sistema, sólo conocimientos sobre las ecuaciones diferenciales de variables separables, aunque también puede utilizarse Matlab[®] (comando **dsolve**) lo que permite la representación gráfica de las soluciones

$$\begin{aligned}
 S(t) &= 350e^{\left(-\frac{t}{100}\right)}, & I(t) &= 350e^{\left(-\frac{t}{100}\right)} - 300e^{\left(-\frac{t}{50}\right)}, \\
 R(t) &= -700e^{\left(-\frac{t}{100}\right)} + 300e^{\left(-\frac{t}{50}\right)} + 400.
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

Modelos matemáticos en un problema de epidemias

La solución (12) permite estudiar el comportamiento a largo plazo, observándose en la Figura 4 a) que el número de susceptibles y de infectados tiende a desaparecer, mientras que toda la población pasaría a ser resistente. En la misma Figura 4 b) se aprecia la evolución de los grupos en el caso determinista discreto durante las 90 etapas.

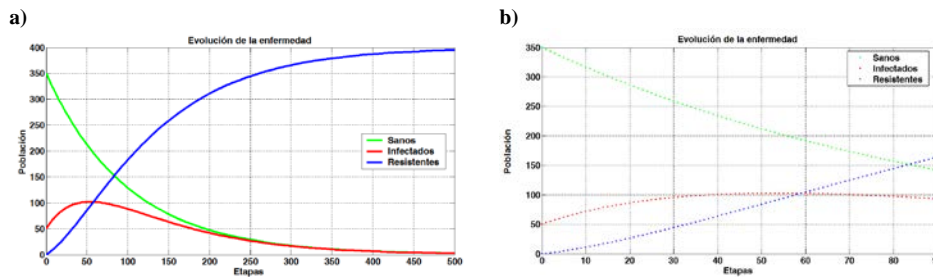


Figura 4. a) Estabilidad en el caso continuo b) Evolución en 90 etapas del determinista discreto

Aunque las imágenes gráficas en el caso discreto ofrecen información bastante clara sobre la evolución de la plaga a largo plazo, podemos establecer la tendencia del sistema estudiando los valores propios y vectores propios de la matriz T , [6], comprobando que el sistema es asintóticamente estable y convergente a una situación estacionaria en la que toda la población es resistente.

En la Figura 5 se ve que la evolución de los infectados, en ambos modelos, es similar.

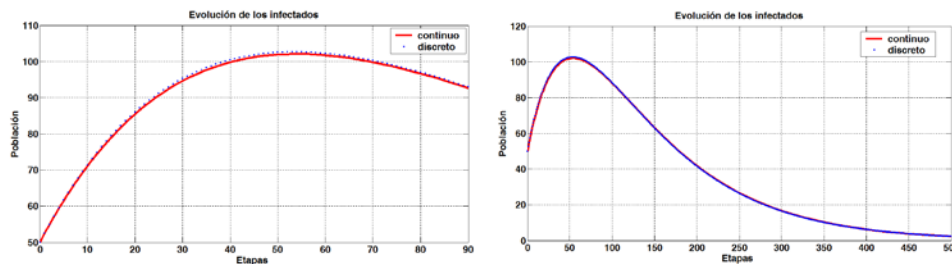


Figura 5. Evolución de los infectados en los modelos continuo y discreto, en 90 y 500 etapas.

Para el modelo IBM, presentamos la solución obtenida al ejecutar un M-File de Matlab[®] implementado expofeso. En la Figura 6 se observan varias de las gráficas que resultan al ejecutar dicho script: la evolución de los tres grupos respecto al tiempo, la distribución inicial (fija) y la distribución final utilizando un mapa de color.

Anna Vidal Meló, Francisco José Boigues Planes y Vicente D. Estruch Fuster

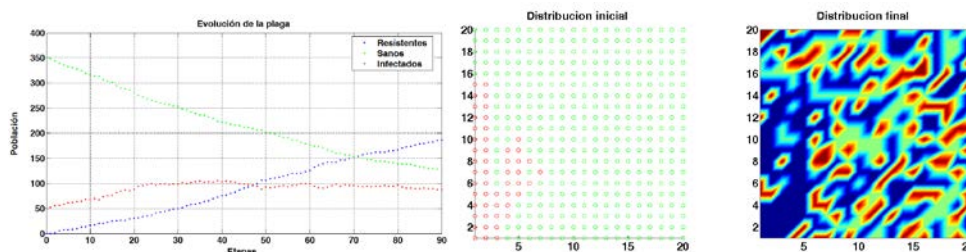


Figura 6. Resultados gráficos del M-File Matlab© para el modelo IBM

El número final de individuos por grupo al final de las 90 etapas aparece en la Tabla 7.

Tabla 7. Estimación del número de individuos al final de las 90 etapas

	Susceptibles	Infectados	Resistentes
Modelo determinista continuo	142.30	92.71	164.99
Modelo determinista discreto	141.66	92.96	163.51
Modelo IBM (65 repeticiones)	136	94.82	169.11

Propuesta metodológica

En el curso 2014-15 se ha ensayado el recorrido de aprendizaje en clases de laboratorio informático, con alumnos conocedores del manejo del programa Matlab[®]. El profesor presentó los modelos y el alumno experimentó con ellos, proponiéndoles al final como ejercicio la incorporación de muerte en el modelo. No obstante creemos que esta metodología es susceptible de ser mejorada. El objetivo en un futuro inmediato (curso 2015-16) es plantear esta actividad como un PBL [2-3], mostrando el problema antes de dar el conocimiento, de forma que los estudiantes descubran la necesidad de aprender nuevos conceptos para la resolución del problema, trabajando además de forma colaborativa en pequeños grupos, haciendo uso de la metodología del puzzle de Aronson [4-5]. En esta sección presentamos una serie de líneas básicas. Puede diseñarse un recorrido de aprendizaje para cualquier asignatura en la que se trate el cálculo matricial como una aplicación del mismo, afrontando primero el modelo determinista discreto y continuando con la modelización IBM. También puede plantearse un recorrido después del estudio del cálculo de primitivas, puesto que con conocer las ecuaciones diferenciales de variables separables es suficiente. En este caso se abordaría primero el modelo determinista continuo, se pasaría al modelo discreto, bien con la formulación directa del sistema dinámico o a partir de la aplicación del método de Euler, y por último el modelo IBM. En cualquier caso el estudio del modelo IBM es fácilmente comprensible por el alumnado que puede experimentar con el Método de Montecarlo.

Modelos matemáticos en un problema de epidemias

Todo PBL se construye a partir de una pregunta motriz que haga que dicho proyecto sea motivador, desafiante y conectado con la realidad. Ante los recientes acontecimientos relacionados con la epidemia de Ébola, una posible pregunta motriz sería: ¿Se tienen los recursos necesarios para hacer frente a una epidemia?. El material que se le proporcionará al alumnado se corresponderá con los tres modelos expuestos y deberán afrontar el caso de añadir a las hipótesis planteadas, la posible mortalidad de los infectados. Además de estudiar la evolución de los 4 grupos de individuos (ahora se tiene el grupo de muertos), puede pedirse el periodo de máxima infección, el número máximo de infectados, si en algún instante se igualan los susceptibles con los resistentes, etc. En cursos más avanzados se puede trabajar con un modelo más complejo, abarcando también modelos no lineales. Exponemos a continuación un plan de trabajo:

Primera sesión; presencial y en aula (1h): Test sobre modelización y explicación del tipo de modelos. Presentación del PBL, creación de grupos de expertos y reparto de material informativo. En el caso de considerar los tres modelos, se pueden formar grupos de 3 expertos, siguiendo la metodología del puzzle de Aronson, donde cada uno de ellos debe, a partir del planteamiento del problema de epidemias, preparar uno de los modelos. El resto del tiempo cada alumno o experto debe estudiar dicho material.

Sesión no presencial: Terminar de estudiar el material, realizar un mapa conceptual o esquema (primer entregable a través de Tareas de Poliformat, individual) y realización de un examen test de PoliformaT relacionado con el material estudiado.

Control de trabajos 1 (profesor): revisión del primer entregable y del test de PoliformaT.

Segunda sesión; presencial y en aula informática (2h): Habiendo analizado las respuestas del test de cada alumno y el entregable, el profesor puede destinar los primeros 20 minutos para comentar los fallos y señalar las respuestas correctas. Seguidamente se pasa a la reunión de expertos para la posible resolución de dudas y realización de un mapa conceptual o resumen que constituirá el segundo entregable individual. A continuación se volverá a los grupos nodriza donde cada experto debe explicar a los compañeros su modelo y, a partir del nuevo material que el profesor ha preparado con un ejemplo concreto, pasar a la resolución del problema. El ejemplo para el tercer experto consiste en la aplicación del IBM, como un juego, a una población 3x3 a partir de una plantilla, utilizando una tabla de valores aleatorios o bien un programa como Matlab[®] para generarlos. Deben jugar 5 partidas (5 etapas) y presentar como resultado la distribución final. Los resultados constituirán un tercer entregable, en este caso de grupo. Si al final de estas actividades lo requieren los alumnos o el profesor lo considera necesario, éste realizará una breve explicación del global. Es conveniente que los miembros de cada grupo se califiquen entre sí y se tenga en cuenta la nota media obtenida en la evaluación final de esta actividad.

Control de trabajos 2 (profesor): revisión del segundo y tercer entregables.

Anna Vidal Meló, Francisco José Boigues Planes y Vicente D. Estruch Fuster

Tercera sesión, presencial y en aula informática (2h): reparto de las correcciones y resolución de posibles dudas. Planteamiento del problema modificado (con muertes), discusión y resolución por grupos nodriza. El profesor observa y registra la actitud y actuación del alumnado para evaluar competencias.

Sesión no presencial: establecer un primer borrador con el planteamiento del problema según cada modelo y posibles resultados que constituye el cuarto entregable, por grupo.

Control de trabajos 3 (profesor): revisión del cuarto entregable a través de una tutoría personal del grupo y posibles correcciones.

Sesión no presencial: realizar un póster del problema resuelto (plantilla estándar).

Control de trabajos 4 (profesor): revisión de un primer borrador del póster y correcciones. Se puede añadir una cuarta sesión, presencial, en el aula, hall o lugar adecuado para la realización de una exposición pública de los posters con la explicación del trabajo realizado por cada uno de los grupos.

Conclusiones

Durante el curso 2014-2015 alumnos del GCCAA y del GIQ han estudiado el problema a través del modelo determinista discreto, utilizando la resolución matricial-algebraica y el modelo IBM. Los alumnos de primer y segundo curso del GISTSI han estudiado el modelo determinista continuo, el determinista discreto y el modelo IBM, utilizando Matlab[®]. En particular, los alumnos de segundo curso están matriculados en una asignatura optativa en la que se estudian los métodos de resolución numérica de ecuaciones diferenciales y el modelo de sistemas de ecuaciones en diferencias surge al discretizar el sistema de ecuaciones diferenciales mediante el método de Euler. Por lo tanto, la propuesta de recorrido que presentamos se puede adaptar al temario de la asignatura.

Después del estudio de los distintos modelos y de la resolución del problema, una encuesta realizada indica que a un 68% de los alumnos del GISTSI les ha parecido interesante o muy interesante este tipo de estudio. En un futuro próximo, se pretende utilizar la metodología del PBL, junto con la del puzle de Aronson, para realizar esta actividad de modelización.

Referencias

1. Grimm V., Railsback S.F. (2005). *Individual-based Modeling and Ecology*. Princeton University Press. 485 pp.
2. Markham T. (2003). *Project Based Learning, a guide to Standard-focused project based*. Buck Institute for Education. 179 pp.

Modelos matemáticos en un problema de epidemias

- 3 Woods D. R. (1994). *Problem-based Learning: How to gain the most from PBL*, The Book Store, McMaster University, Hamilton.
4. Aronson E. y Patnoe S. (1997) *The Jigsaw Classroom, Building Cooperation in the Classroom, Longman (second edition)*, United States .
5. Vidal Meló A. , Roig Sala B. , Estruch Fuster V. D. , Boigues Planes F. J. , del Rey Tormos R. y Alba J. (2012). Rompiendo con la rutina: dos experiencias matemáticas con el puzle de Aronson. *XX CUIEET*. Las Palmas de Gran Canaria.
6. Boigues F.J., Estruch V.D., Roig B. y Vidal A. (2011) *Un modelo de transmisión de plagas para la enseñanza del álgebra lineal en el contexto de estudios de ciencias ambientales*. *Modelling in science Education and learning* 4, 5-11.
7. Zill Dennis G. (2009). *Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones de modelado*. Ed. México : Cengage Learning. 362 pp.
8. Shannon R. , Johannes J. D. (1976). *Systems simulation: the art and science*. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. 6(10). pp. 723-724.
9. Railsback S.F. (2001). *Concepts from complex adaptive systems as a framework for individual-based modelling*. *Ecological Modelling* 139, 47-62.
10. Ginovart M. , Blanco M. , Portell X. y Ferrer-Closas P. (2012). *Modelización basada en el individuo: una metodología atractiva para el estudio de biosistemas*. *Enseñanza de las ciencias*. Núm. 30.2 93-108.
11. Kermack W. O. y McKendrick A. G. (1927). *A contribution to the mathematical theory of epidemics*. *Proc. Royal Soc. London* 115, 700-721.
12. Brauer F. , van den Driessche P. y Wu J. (Ed.) (2008). *Mathematical Epidemiology (Lecture Notes in Mathematics / Mathematical Biosciences Subseries)*. Springer-Verlag.
13. Chrobak J. M. y Herrero H. (2011). *A mathematical model of induced cancer-adaptive immune system competition*. *Journal of Biological Systems*, Vol. 19, No. 3 1–12.
14. Amelkin V. (1987) *Ciencia popular. Ecuaciones diferenciales aplicadas a la práctica..* Ed. Mir-Moscú, pág 45.
15. Nagle R. Kent, Saff Edward B., Snider Arthur D. (2005). *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*. Ed. Pearson Educación.
16. Beaglehole R. , Bonita R. y Kjellström T. *Epidemiología básica*.(1994, reimpresión 2003). Organización Panamericana de la Salud. 184 pp.

Rescate de la magnitud tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Turbomáquinas Hidráulicas

J. L. Vicéns Moltó^a, B. Zamora Parra^b

E.T.S. Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica de Cartagena

Doctor Fleming s/n, 30202 Cartagena

^a agricol@msn.com, ^b blas.zamora@upct.es

Abstract

The behaviour of a Hydraulic Turbomachine includes several coupled processes, which are in general not instantaneous, and require specific periods of time for achieving their final status. In this work, a teaching approach to the learning process of hydraulic times, is proposed. Different hydraulic characteristic times are identified and calculated, which linking to the control and dynamic simulation of the turbomachine performance.

Keywords: *Engineering Education, Hydraulic Turbomachinery, Hydraulic characteristic time*

El comportamiento de una Turbomáquina Hidráulica incluye diversos procesos acoplados, en general no instantáneos, que precisan de periodos de tiempo específicos para su completa ejecución. En este trabajo, se propone una actuación docente sobre el aprendizaje de los tiempos hidráulicos. Se identifican y caracterizan diversos tiempos hidráulicos característicos, que enlazan con los algoritmos de control y simulación de las turbomáquinas.

Palabras clave: *Enseñanza de la Ingeniería, Turbomáquinas hidráulicas, Tiempo hidráulico característico.*

1. Introducción

1.1. Un problema de carácter general

Gran parte del alumnado de la Enseñanza de la Ingeniería presenta una tendencia hacia la bidimensionalidad en su visualización cognitiva, así como un predominio del pensamiento lineal sobre el holístico o sistémico. Esta *mentalidad bidimensional* se deriva en parte de la falta de pensamiento geométrico de la enseñanza de la matemática pre-grado, en tanto que

Rescate de la magnitud tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Turbomáquinas Hidráulicas

puede decirse que el déficit de pensamiento sistémico resulta de la orientación conductista lineal del conjunto de la enseñanza en el pre-grado.

La situación descrita se manifiesta en las titulaciones de Grado en Ingeniería en forma de ciertas *dificultades* para el proceso de aprendizaje, entre las que cabe señalar:

- Aversión al croquis a mano alzada y al dibujo manual en general.
- Débil prospectiva tridimensional en el diseño.
- Desubicación conceptual de las magnitudes vectoriales.
- Dificultad cognitiva para el análisis multivariable.
- Percepción algebraica del cálculo vectorial diferencial, infravalorando su naturaleza geométrica.
- Dificultad para relacionarse con las ecuaciones diferenciales, en especial con las ecuaciones en derivadas parciales.
- Problemas para una comprensión constructivista de la dinámica de sistemas.

Estas tendencias, *bidimensionalidad* y *linealidad*, favorecen la propensión a la simplificación de la modelización matemática, evitando la presencia de más de una variable independiente, en especial si las variables son de diferente naturaleza. La simplificación descrita lleva a una percepción estática, plana, fotograma a fotograma, del problema, al resultar dificultosa la presencia añadida de la variable *tiempo*. Se añade además una parcelación académica que trocea las competencias curriculares de procesos multidisciplinares.

Mientras que no se rescate el aprendizaje geométrico-matemático en los ciclos curriculares previos o se implante en el Grado el *Aprendizaje Basado en Proyectos* para integrar competencias multi-área, caben actuaciones puntuales como la que se expone en este trabajo.

1.2. Particularización al caso de la turbomaquinaria hidráulica

Una turbina hidráulica constituye un sistema complejo que se integra a su vez en un sistema de mayor envergadura (Central Hidroeléctrica-Red de distribución eléctrica). Se tienen entonces implicados sistemas hidráulicos, sistemas mecánico-sólidos, sistemas mecánico-fluidos, sistemas electromagnéticos, y sistemas de distribución-consumo-disipación. Este hecho determina que la enseñanza-aprendizaje de este complejo proceso de producción de energía eléctrica de origen hidráulico, sólo cobre consistencia en un contexto cognitivo significativo que abarque a la vez todas las partes y el conjunto, dando paso al conocimiento metacognitivo, que es el objetivo final de la formación del Ingeniero. El nexo que puede servir para engranar cognitivamente los subsistemas presentados, es la magnitud compartida por todos ellos en una misma forma, el *tiempo*.

Existe un *tiempo* (una duración), y un *tempo* (el ritmo al que suceden los eventos) que son propios y críticos para el sistema hidráulico aguas arriba del rodete, así como para todo el

J.L. Vicéns Moltó y B. Zamora Parra

sistema móvil del rotor, incluyendo la conversión energética de mecánica a electromagnética, y finalmente, también para la evacuación definitiva de la masa hídrica del sistema por el tubo de descarga o tubo difusor. Puesto que los programas de las asignaturas establecidos en las Guías Docentes suelen ser extensos, en muchas ocasiones las particularidades temporales no cobran relevancia en el contexto habitual de aprendizaje, al considerar en general procesos estacionarios para conseguir un aprendizaje más asequible para el alumno. Por otra parte, la enseñanza de procesos transitorios exige un esfuerzo mayor al profesor, que debe cambiar la tendencia mental del estudiante medio a la consideración del estudio de variables y procesos siempre en el espacio, no en el tiempo.

Este trabajo presenta una propuesta didáctica para que el alumno ubique por un lado el todo de un sistema complejo, y por el otro, las partes en las que puede dividirse el sistema, en un cauce común a todos ellos, que es el transcurrir del proceso en el *tiempo físico real*. Esta actitud de simultaneidad cognitiva le permite intuir las interdependencias y limitaciones recíprocas que ejercen unos subprocesos sobre otros, y así se facilita acometer el aprendizaje significativo de la regulación de una Central Hidroeléctrica, manejando el sentido físico y mecánico de los parámetros temporales que configuran los algoritmos de control.

2. Metodología

Pueden establecerse tres etapas en la metodología a desarrollar: una etapa conceptual previa, un acercamiento a los modelos de regulación, y una aproximación a la simulación.

2.1. Etapa conceptual previa

La primera fase de esta etapa es de naturaleza autónoma. Comprende la auto-revisión y la verificación por parte del alumno del bagaje competencial curricularmente exigible para una provechosa integración en el proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido de interés. Para ello, la figura del *tutor facilitador* (Vicéns, 2012; Vicéns y Zamora, 2014), proporciona algunos mapas conceptuales e indicaciones bibliográficas asequibles en el centro universitario, que abarquen y delimiten los contenidos mínimos de las Turbomáquinas Hidráulicas y de la Mecánica de Fluidos. El alumno dispone así de la oportunidad, de los medios y de la intencionalidad necesarias para actualizar sus conocimientos, de modo que el aprendizaje posterior sea claramente significativo.

En una segunda fase, de carácter presencial y dialogada, se efectúa el análisis de los diversos procesos temporales que intervienen en el funcionamiento global del sistema, determinando el *tiempo característico* en cada caso, así como su papel y su relevancia. Estos tiempos deben relacionarse con la morfología de la Central Hidroeléctrica, incluyendo la obra civil (tuberías forzadas desde el embalse) y la configuración mecánica de los conductos de admisión y de descarga de la turbina, así como de la turbina en sí (distribuidor, rodete, etc.)

Rescate de la magnitud tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Turbomáquinas Hidráulicas

2.2. Etapa de acercamiento a los modelos de regulación

Una vez conocidos los diversos *tiempos característicos*, o simplemente *tiempos*, se explora el ámbito de relación entre ellos con especial atención al hecho de que la realidad del sistema *conducciones hidráulicas-turbina-generator-consumo* no es estacionaria, sino que está sujeta permanentemente a variaciones de la carga solicitada (es decir, al consumo eléctrico). De este modo, para conseguir la mejor eficiencia del sistema, se hace necesaria la operación con unas condiciones mantenidas de minimización continua de estas pequeñas fluctuaciones, con el objetivo de que sean toleradas tanto hidráulica como eléctricamente.

Puede dividirse la regulación del sistema en dos facetas: la *detección* y el *gobierno*. En la primera de ellas, el objetivo principal consiste en la detección de una desviación en un parámetro crítico, como es la velocidad o la potencia. En la segunda, se persigue la aplicación de medidas mecánicas correctoras en el plazo más breve posible, en armonía con las limitaciones temporales derivadas del régimen de funcionamiento, de la obra civil y de la magnitud y morfología del conjunto turbina-rotor.

La detección, el análisis y la orden de respuesta al fenómeno transitorio suponen un consumo de tiempo, que aunque sea pequeño, siempre es real y mensurable. La respuesta mecánica de la orden siempre está sujeta a las limitaciones de inercia propias y a las restricciones que otros componentes determinen. En particular, la no adecuación a los requerimientos de índole temporal de todos los elementos puede suponer la presencia de fenómenos transitorios de una violencia explosiva (como por ejemplo, el fenómeno del *golpe de ariete*).

2.3. Etapa de aproximación a la simulación

La simulación del proceso transitorio se lleva a cabo mediante el modelo hidráulico apropiado, que puede ser suficientemente simplificado (lineal), o más completo (no lineal, incluyendo los efectos de compresibilidad y elasticidad). En cualquier caso, los modelos hidráulicos no suelen incluir las pérdidas hidráulicas, con el objetivo de conseguir relaciones más simplificadas. El alumno accede a estos modelos, que debe comprender de forma conveniente. Para concluir, se facilita al estudiante la opción de tantear la simulación de un *Sistema de Control* de tipo Proporcional Integrativo Derivativo (PID), mediante una simulación efectuada con la aplicación *Simulink*® de MATLAB, asistida por el tutor facilitador.

3. Desarrollo. Etapa conceptual

3.1. Tiempos hidráulicos y mecánico-inerciales

Tiempo hidráulico de aceleración en la tubería forzada

El *tiempo de aceleración* en la tubería de presión o forzada presenta en la literatura una sinonimia abundante: “Water starting time”, “Temps caractéristique de mise en régime”,

J.L. Vicéns Moltó y B. Zamora Parra

“Time constant inertia water mass”, “Water start up time” o “Water running up time”. Es el tiempo requerido para que el flujo de agua cambie desde el estado de reposo (embalse) hasta alcanzar el valor de caudal nominal Q_n (m^3/s) para la altura neta nominal H_n (m). Suele designarse en la bibliografía como T_w y su expresión habitual de cálculo, deducida de la conservación de la cantidad de movimiento, en caso de tubería de sección constante, es:

$$T_w = \frac{LU_n}{gH_n} = \frac{LQ_n}{gH_nA} \quad (1)$$

donde L es la longitud de la tubería de presión (m), A la sección de la conducción (m^2), g la aceleración de la gravedad (m/s^2) y U_n la velocidad nominal estacionaria (m/s). En el caso general de que la tubería esté compuesta por m tramos diferentes, la expresión es:

$$T_w = \frac{Q_n}{gH_n} \sum_{i=1}^{i=m} \frac{L_i}{A_i} \quad (2)$$

El tiempo de aceleración T_w pone en evidencia la importancia de la obra civil aguas arriba de la turbinas. Se utiliza como un parámetro dinámico de evaluación de la estabilidad del sistema de generación que debe de controlar el gobernador de una Central Hidroeléctrica. Sus valores típicos varían entre 0,5 y 4,0 s. Es el parámetro determinante en los modelos hidráulicos lineal simplificado y lineal no ideal (Kundur, 1994; Naghizadeh et al., 2012).

Tiempo hidráulico de parada en el tubo de descarga

Existe en la bibliografía cierta discusión con la inclusión del tubo de descarga (tubo de aspiración o tubo difusor) en el sistema de turbinado. El sistema de conducción de agua desde el embalse comprende la torre de toma o simplemente toma de agua, conducción o conducciones forzadas, carcasa o caja espiral, distribuidor, rodete, y descarga o tubo de aspiración (Viedma y Zamora, 2008). Algunos autores, como Zopetti (1979) consideran que el tubo difusor debe considerarse independiente, puesto que al estar situado aguas abajo del rodete, presenta un fenómeno transitorio específico: el *contra-golpe de ariete* (o golpe de ariete inverso). Este fenómeno es similar al golpe de ariete en una instalación de bombeo, cuando la bomba para súbitamente. El *tiempo de parada* de la columna de agua en el difusor después de un cierre repentino en el sistema rotor puede aproximarse por

$$T_{dif} = \frac{\varepsilon L_{dif} U_{dif}}{g \Delta H_{dif}} \quad (3)$$

donde ε es un coeficiente experimental de valor 1,0 en tubos cortos y 1,7 en tubos largos, L_{dif} es la longitud del tubo difusor, U_{dif} es la velocidad media en su interior, y ΔH_{dif} es el salto energético en la descarga. Si el tiempo de cierre del distribuidor (es el *tiempo crítico* del problema en este caso) es inferior a T_w en la tubería forzada o a T_{dif} en el tubo de des-

Rescate de la magnitud tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Turbomáquinas Hidráulicas

carga, pueden aparecer fenómenos transitorios con sobrepresiones o depresiones elevadas. En el peor de los casos, si los efectos de compresibilidad del agua y elasticidad de la tubería son importantes, tiene lugar el golpe de ariete en la tubería de presión, o el contra-golpe de ariete en el tubo de difusor, lo que lógicamente condiciona el diseño del grupo rotativo.

Tiempo mecánico de arranque

El *tiempo mecánico de arranque* o *tiempo de lanzamiento*, también se denomina en la literatura en inglés por “Mechanical startup time”, “Mechanical running up time”, “Mechanical starting time” o “Unit acceleration time turbine/generator”. Es el tiempo en el que el sistema rotativo de producción de energía se acelera desde el reposo hasta la velocidad nominal ω_R (rad/s) (también denotado por N_R , expresado en revoluciones por minuto, r.p.m.), cuando se aplica el par nominal T_R (N.m). Aplicando la segunda ecuación de Newton,

$$T_m = \frac{I\omega_R}{T_R} = \frac{2\pi I N_R}{60 T_R} \quad (4)$$

donde I (kg.m²) es el momento angular de inercia del conjunto turbina-generator. Es de uso más práctico la expresión en función de la potencia nominal, P_R , expresada en MW,

$$T_m = \frac{I N_R^2}{91,2 \times 10^6 P_R} \quad (5)$$

Teniendo en cuenta que en el caso de presentarse un desequilibrio entre el par motor y el par resistente de la red, la tendencia es a que el distribuidor actúe rápidamente, es de suponer que un incremento del tiempo mecánico de arranque para un sistema dado, llevará a que se incremente el tiempo de cierre del distribuidor para acoplar ambos y evitar así la aparición del golpe de ariete.

Tiempo de inercia del generador

La relación entre la energía cinética acumulada en el eje a la velocidad de sincronismo y la potencia nominal del generador suele llamarse en la literatura *constante de inercia del generador*, y se denota por H . Véase que tiene unidades de tiempo, de modo que puede interpretarse también como un *tiempo de inercia del generador*

$$H = \frac{\frac{1}{2} I \omega_R^2}{P_R} \quad (6)$$

Efectivamente, la potencia almacenada de origen mecánico en un eje (kW) estará disponible para ser convertida en potencia eléctrica (kVA), al menos durante un cierto periodo de tiempo, H . En ese periodo, se evitará la variación de la velocidad angular, por lo que se impedirá también una variación de la tensión eléctrica producida. El uso de este parámetro en la ecuación de gobierno del sistema, con magnitudes normalizadas, facilita el manejo de

J.L. Vicéns Moltó y B. Zamora Parra

los tiempos implicados en el proceso de aceleración y desaceleración del conjunto giratorio cuando se rompe el equilibrio entre el par mecánico y el par eléctrico, debido a alguna perturbación (Piriz et al., 2012; Otto, 2012; Rojas y Martín, 1997). Véase que la relación entre los tiempos mecánico de arranque e inercial del generador es

$$H = \frac{T_m}{2} \quad (7)$$

Inercia natural

Existe un valor especial del tiempo de inercia del generador, H , llamado *inercia natural*, denotado como $H_{natural}$, con dimensiones de tiempo, que es el valor de H que se corresponde con el diseño de las masas del conjunto giratorio que ocasiona el menor costo de construcción, manteniendo la máxima eficiencia. Pueden encontrarse distintas expresiones en la literatura. Por ejemplo, Sanz Feito (1993) propone

$$H_{natural} = \left(\frac{\frac{k_1 k_3 T_R^2}{k_2^2}}{3 \left[a \frac{k_3 k_2^2}{k_1^2} \right] \frac{1}{T_R^3}} \right)^{1/4} \quad (8)$$

donde a , k_1 , k_2 y k_3 son constantes experimentales. Otto Villa [2012] presenta una expresión más sencilla,

$$H_{natural} = 1.7 \left[\frac{P_R}{N_R^{1,5}} \right]^{0,166} \quad (9)$$

con P_R la potencia eléctrica en kVA.

3.2. Tiempos relacionados con fenómenos de elasticidad

Son los que guardan una estrecha relación con el carácter compresible del agua para muy altos valores de la presión, y con la elasticidad de las paredes de las conducciones forzadas.

Tiempo de ida y vuelta de las ondas de presión

En una tubería en la que el flujo de líquido se interrumpe de forma súbita, el fenómeno transitorio generado tiene un tiempo característico de reflexión o de ida y vuelta de las ondas de presión que recorren la tubería. Si el tiempo *crítico* o tiempo de cierre del distribuidor de la turbina es inferior a este tiempo, aparece el fenómeno del *golpe de ariete* puro (puede calcularse con la clásica fórmula de Allievi). Cuando el tiempo de cierre no es lo suficientemente rápido, se tienen situaciones intermedias (pueden utilizarse aproximaciones como la de Michaud), pero en cualquier caso el tiempo de reflexión condiciona la configuración de los mecanismos de apertura y de cierre del sistema (Sharma y Kumar, 2014).

Rescate de la magnitud tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Turbomáquinas Hidráulicas

El *tiempo de reflexión* (en inglés, “Penstock reflection time”) se calcula por

$$T_{al} = \frac{2L}{c} \quad (10)$$

También se utiliza el tiempo característico de ida de una onda de presión (la mitad de T_{al})

$$T_{ep} = \frac{L}{c} \quad (11)$$

El valor de c , que es la velocidad de la onda de presión (también llamada *celeridad*) puede calcularse por la expresión de Joukowski,

$$c = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{\rho D}{E e}}} \quad (12)$$

en donde a es la velocidad del sonido en el agua, ρ la densidad del líquido, D el diámetro interior de la conducción, e el espesor de la conducción, y E el módulo de Young del material de la tubería. Efectivamente, los tiempos presentados se utilizan como parámetros determinantes en los modelos hidráulicos no lineales que asumen los fenómenos de compresibilidad del agua y de elasticidad del material de la tubería forzada [Naghizadeh et al., 2012].

Constante temporal elástica

La relación entre el tiempo característico de la onda de presión (al cuadrado) y el tiempo de aceleración del agua en la tubería forzada da lugar a un tiempo que juega un importante papel en la modelización de los fenómenos en estudio, llamado *constante temporal elástica*,

$$T_e = \frac{T_{ep}^2}{T_W} = \frac{L^2}{T_W c^2} \quad (13)$$

De hecho, siempre que el tiempo de cierre del distribuidor sea lo suficientemente pequeño como para considerar un cierre rápido, T_e evaluará de alguna manera la importancia de los efectos de los efectos de compresibilidad y elasticidad frente a los habituales de establecimiento de la corriente en el conducto.

Impedancia hidráulica normalizada

Siguiendo con el razonamiento anterior, la Ecuación (13) puede ponerse por $T_e = T_{eq}/(T_W/T_{ep})$, de modo que es posible interpretar que la relación T_W/T_{ep} juega un papel similar a una impedancia. Si esta impedancia es lo suficientemente elevada, los efectos de compresibilidad y elasticidad debe ser forzosamente considerados, de manera que el modelo

J.L. Vicéns Moltó y B. Zamora Parra

para la simulación transitoria resulta no lineal (Mishra et al., 2012; Sharma y Kumar, 2014). Por tanto, la *impedancia hidráulica normalizada* puede definirse por

$$Z_p = \frac{T_w}{T_{ep}} \quad (14)$$

4. Desarrollo. Etapa de acercamiento a los modelos de regulación

Una de las razones de la nueva pujanza de las Centrales Hidroeléctricas radica en la fiabilidad y potencia de los mecanismos, tanto para monitorizar sus parámetros de funcionamiento, como para una inmediata transducción de las órdenes de gobierno correctoras a sistemas eficaces de regulación mecánica. Estos mecanismos se conciben a partir de una modelización adecuada de los sistemas, que permite diseñar los algoritmos de adquisición de datos de funcionamiento y de emisión de instrucciones adecuadas. Los modelos del sistema hidráulico pueden ser lineales o no-lineales, como se ha venido indicando.

En general, la evolución temporal de la generación hidráulica integral presenta un comportamiento no lineal (Naghizadeh et al., 2012). Su descripción y simulación alcanzan grados de complejidad que dificultan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia. El alumno debe entender que la no-linealidad del proceso implica que el grado de aproximación será mayor al aumentar la complejidad de las ecuaciones. En todo caso el alumno debe identificar en todas las expresiones que componen los modelos los tiempos ya estudiados, en especial, T_w , T_m y H . Estos tres tiempos contienen implícitamente las características y dimensiones físicas de la obra civil, de la magnitud del conjunto turbina-generador, y del régimen de funcionamiento.

Los primeros modelos eran lineales, y se ciñen a pequeñas variaciones respecto al punto de funcionamiento considerado. Los modelos más recientes incorporan ecuaciones no lineales, y son los adecuados cuando las variaciones de velocidad y potencia son grandes durante unas condiciones de aislamiento, de rechazo de carga, o de restauración del sistema. Un modelo no lineal debe incluir el efecto de la compresibilidad del agua y de la elasticidad de la tubería que dan lugar a ondas de presión en las conducciones [Xiao et al, 2015]. Los modelos lineales admiten un tratamiento algorítmico convencional, en tanto que los modelos no lineales precisan de la representación con diagramas de bloque, y el manejo como sistema dinámico. El alumno debe estructurar la idealidad o no del modelo, y su linealidad o no, en el contexto de la simulación dinámica, estableciendo las distinciones conceptuales precisas respecto del sentido que tienen las expresiones “lineal” y “no-lineal”, “ideal”, y “no ideal” en la Mecánica de Fluidos General.

Rescate de la magnitud tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Turbomáquinas Hidráulicas

4.1. Función de transferencia

Para conocer la respuesta de un sistema en función del tiempo, parecen lógicas dos actuaciones. La primera consiste en definir una señal identificable en la entrada del modelo, para evaluar la respuesta que se origina en la salida. La segunda estriba en hacer que las condiciones iniciales de la entrada y la salida sean nulas.

La *Transformada de Laplace* simplifica el manejo de las ecuaciones diferenciales, convirtiéndolas en algebraicas, ya que la integración y derivación se convierten en multiplicación y división por el operador s . Como los sistemas se modelizan en forma de ecuaciones diferenciales respecto al tiempo, la comparación entre las Transformadas de Laplace de las señales de entrada y de salida simplifica el estudio del problema.

En un sistema, el *output* que resulta de un *input* depende de cómo *funciona* el sistema. Un modelo, una simulación, es un proceso matemático que imita ese comportamiento, intentando generar un *output* a partir de un *input*, como si funcionara de un modo similar.

$$Gtr(s) = \frac{\text{output}(s)}{\text{input}(s)} \quad (15)$$

Se puede definir la *función de transferencia* $Gtr(s)$ de un sistema como el cociente entre la transformada de Laplace de la señal de salida, y la transformada de Laplace de la señal de entrada, suponiendo las condiciones iniciales nulas. Su uso permite analizar la respuesta del sistema ante una señal de entrada determinada, verificar su estabilidad y explorar qué parámetros lo hacen estable.

La función de transferencia de una turbina hidráulica es, funcionalmente, su modelo de comportamiento, embridado por las constantes temporales propias de todo el sistema en el que la turbina está situada.

4.2. Modelos lineales

Los modelos lineales merecen confianza cuando describen oscilaciones respecto a un estado determinado, lo que se conoce como modelos de *pequeña señal* (Kundur, 1994; Naghizadeh et al., 2012). Su formulación se obtiene desarrollando las ecuaciones básicas de los modelos hidráulicos de la turbina y asumen determinadas simplificaciones, por lo que son aproximados.

Cuando se utilizan generadores síncronos, lo adecuado es valorar la respuesta dinámica del gobierno de los álabes del distribuidor que alimenta a una turbina que se encuentra acoplada al generador mediante un eje mecánico. Si se considera el caso del modelo lineal ideal, la función de transferencia utilizada para este tipo de turbinas se formula habitualmente mediante un modelo lineal simplificado (Kundur, 1994)

J.L. Vicéns Moltó y B. Zamora Parra

$$\frac{\Delta \overline{P}_m}{\Delta \overline{G}} = \frac{1 - T_w s}{1 + \frac{1}{2} T_w s} \quad (16)$$

donde $\Delta \overline{P}_m$ representa la variación en la potencia rendida normalizada y $\Delta \overline{G}$ una variación pequeña de la apertura normalizada del distribuidor. Esta es la función clásica de transferencia del sistema de turbina-tubería forzada. Expone los cambios que experimenta la potencia de la turbina en respuesta a la variación pequeña de la apertura del distribuidor. El alumno puede revisar el camino matemático que lleva a esta expresión a partir de la formulación básica, suponiendo que la velocidad establecida en la tubería forzada es función del salto y de la posición de los álabes del distribuidor,

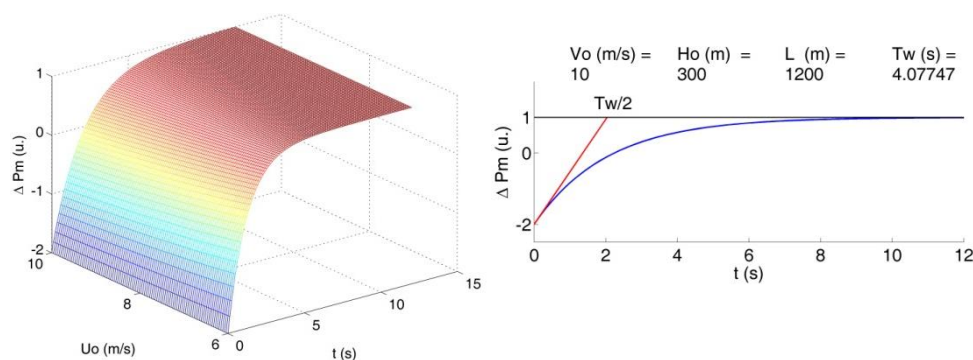
$$\Delta \overline{U} = \frac{\partial \overline{U}}{\partial \overline{H}} \Delta \overline{H} + \frac{\partial \overline{U}}{\partial \overline{G}} \Delta \overline{G} \quad (17)$$

De este modo, el alumno internaliza la continuidad cognitiva significativa desde los elementos mecánicos propios del sistema hidráulico a los elementos matemáticos que configuran los algoritmos de control. La respuesta temporal final viene dada por

$$\Delta \overline{P}_m = \left[1 - 3 e^{\left(\frac{2}{T_w}\right)t} \right] \Delta \overline{G} \quad (18)$$

expresión en la que observa que la variación inmediata a la apertura se define en el sentido contrario al cambio de la posición del distribuidor. La inercia tiende a impedir el cambio pero la disminución de presión origina una pérdida de potencia mecánica. El alumno puede desarrollar los modelos lineales con ayuda de Matlab, como en la Figura 1. Ello le permite explorar un ejemplo de sensibilidad de este tipo de modelos.

Figura 1 Modelo lineal ideal de variación de la potencia normalizada en función del gasto (apertura de compuertas) normalizado, dependiendo del tiempo hidráulico T_w (Ecuación 18).



Rescate de la magnitud tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Turbomáquinas Hidráulicas

Sin embargo, los modelos lineales no ideales o elásticos, que tienen en cuenta las interacciones del fluido con las conducciones y el generador, presentan una complejidad de cálculo excesiva, precisando la determinación de seis coeficientes correspondientes a las derivadas parciales de la potencia normalizada y la velocidad respecto de la altura de cabecera, del gasto y de la velocidad de giro del generador. Suelen obtenerse por simulación o con ayuda de bases de datos experimentales.

5. Desarrollo. Modelos no lineales. Simulación dinámica

Los modelos no lineales son adecuados para variaciones más acusadas, y abarcan las dinámicas del fluido y del proceso mecánico-eléctrico, por lo que son preferibles para galerías de presión largas (Nanaware et al., 2012). El manejo de sus ecuaciones resulta cuando menos engorroso y poco práctico, como es el caso genérico:

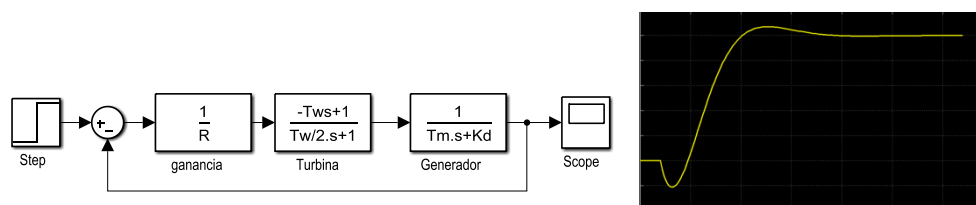
$$F(s) = \frac{-1}{Z_p \tanh(T_{ep}s)} \quad (19)$$

Por ello, la herramienta adecuada para construir, manejar y explorar estos modelos, es del tipo de Simulink®, que es un entorno de diagramas de bloque para la simulación multi-dominio y el diseño basado en modelos.

Con esta herramienta es posible estructurar el problema por bloques correspondientes a entidades funcionales individuales, e ir adquiriendo soltura en el manejo del entorno para explorar la sensibilidad de respuesta frente a los diversos parámetros (T_m , T_w , y otros), que configuran las funciones de transferencia asignadas a cada bloque.

En primer lugar, el alumno, asistido por el tutor facilitador, explora con Simulink® un modelo sencillo de control de velocidad tomado de Kundur (1994) (Figura 2). Este modelo consta de un factor de ganancia y de funciones de transferencia lineales de turbina y generador. Es importante advertir la transcendencia de los valores de T_m y T_w para configurar el modelo.

Figura 2 Control de velocidad de una central hidráulica con una carga aislada. En esta simulación, $T_w = 2s$, $T_m = 10s$, $K_D = 0$, y la estabilidad aparece a partir de $R > 0.2$, siendo R el factor de ganancia.



J.L. Vicéns Moltó y B. Zamora Parra

A continuación (Figura 3), el alumno maneja un modelo para explorar la influencia de los parámetros de proporcionalidad, derivación e integración del controlador PID en relación a una función de transferencia constante. Finalmente, el alumno (Figura 4), explora otro modelo inspirado en Kundur (1994), un regulador de velocidad PID con caída transitoria.

La finalidad es facilitar que el alumno esté en condiciones de aprender significativamente y con capacidad metacognitiva el funcionamiento y el uso del modelo completo de una central hidroeléctrica que Matlab lleva incorporado en una Toolbox de Simulink®.

Figura 3 Modelo sencillo de control PID efectuado con Simulink®. Incluye una función de transferencia sencilla. El alumno puede desarrollar modelos elementales y explora su sensibilidad.

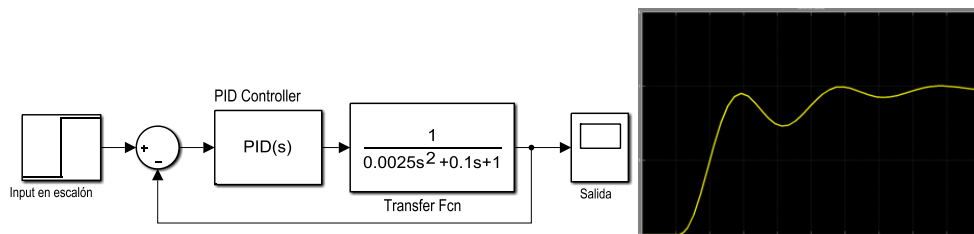
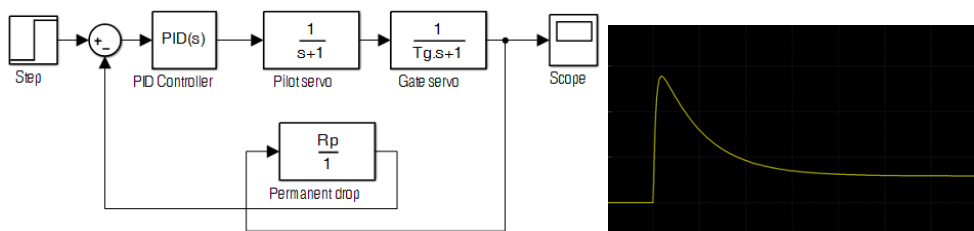


Figura 4 Modelo de control PID, de la respuesta de apertura de las compuertas del distribuidor ante cambios de velocidad, que incluye una caída permanente.



6. Conclusiones

En este trabajo se ha planteado un “rescate” de la magnitud tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las turbinas hidráulicas funcionando en Centrales Hidroeléctricas. El proceso didáctico presentado puede contribuir a superar algunas barreras conductistas previas, propiciando que el alumno construya un continuum cognitivo de todos los procesos que intervienen, desde las características físicas de la obra civil aguas arriba, hasta los problemas de demanda de red. El procedimiento puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Centrales Hidroeléctricas, y en concreto coadyuva a:

1. Temporalizar unos procesos que suelen estudiarse por separado, estableciendo la simultaneidad para facilitar el acercamiento a la complejidad sistémica del conjunto.

Rescate de la magnitud tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Turbomáquinas Hidráulicas

2. Favorecer la hibridación cognitiva, al facilitar la continuidad entre una fuerte carga conceptual mecánica y el entorno abstracto de la simulación dinámica.
3. Facilitar un acercamiento amistoso a la simulación dinámica, consiguiendo un uso (y disfrute) de la simulación, sin proceder como caja negra, fomentando el aprendizaje autónomo posterior.

Referencias

- Kundur P. (1994). *Power System Stability and Control*. MacGraw-Hill. Toronto. 1176 pp.
- Mishra S., Singal S.K, Khatod D.K. (2012). *Effect of Variation of Penstock Parameter on Mechanical Power*. International Journal of Energy Science, Vol. 2(3), pp.110-114.
- Naghizadeh R.A., Jazebi S., Vahidi B. (2012). *Modeling Hydro Power Plants and Tuning Hydro Governors as an Educational Guideline*. International Review on Modelling and Simulations, Vol. 5(4), pp. 1780-1790.
- Nanaware R. A., Sawant S. R., Jadhav B. T. (2012). *Modeling of Hydraulic Turbine and Governor for Dynamic Studies of HPP*. ICRTITCS-2012. Proceedings published in International Journal of Computer Applications® (IJCA) (0975 – 8887).
- Otto Villa, A. (2012). *Estudio Estabilidad en Unidades de Generación Hidráulica*. Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad, Vol. 24 (34), pp. 124-130.
- Piriz H.D., Cannatella A.R., Guerra E., Porcari D. A. (2012). *Inertia of Hydro Generators. Influence on the Dimensioning, Cost, Efficiency and Performance of the Units*. 7th Annual CIGRÉ Canada Conference on Power Systems (Monreal, Quebec, Canadá).
- Sanz Feito J. (1993). *Centrales eléctricas*. Universidad Politécnica de Madrid
- Rojas S., Martín,V. (1997). *Centrales hidroeléctricas: Teoría y problemas*. Universidad de Extremadura. Cáceres. 313 pp.
- Sharma J.D., Kumar A. (2014). *Development and Implementation of Non-Linear Hydro Turbine Model with Elastic Effect of Water Column and Surge Tank*. International Journal of Electrical and Electronics Research, Vol. 2(4), pp 234-243.
- Vicéns J.L., Zamora B. (2014). *Utilización de la CFD como herramienta de apoyo al estudio inicial de las Turbomáquinas Hidráulicas*. Modelling in Science Education and Learning. Vol. 7., pp. 49-59.
- Vicéns J. L. (2012). *Una modalidad de Tutor Facilitador en la Enseñanza de la Ingeniería*, Actas del XV Congreso Nacional y V Iberoamericano de Pedagogía, Burgos (España).
- Viedma A., Zamora B. (2008). *Teoría y problemas de máquinas hidráulicas*. H. Escarabajal Editores y Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena. 367 pp.
- Xiao Z., Meng S., Lu N., Malik O.P. (2015). *One-Step-Ahead Predictive Control for Hydroturbine Governor*. Mathematical Problems in Engineering (Hindawi Article ID 382954).
- Zoppetti G., *Centrales Hidroeléctricas: su Estudio, Montaje y Ensayo*, Gustavo Gili, 1979.

Representando números enteros en el computador mediante un puzle de Aronson

Antonio Martí-Campoy

Departamento de Informática de Sistemas y Computadores. Universitat Politècnica de València.
amarti@disca.upv.es

Abstract

This work presents four experiences developed with students of first year of Grade on Computers and Grade on Telecommunications at Universitat Politècnica de València. Students worked integer number representation by means of an Aronson's puzzle. Satisfaction survey conducted at the end of each experience shows that students like the experience and think it is a nice way to learn. Download the puzzle from <http://hdl.handle.net/10251/49683>

Keywords: *Aronson's puzzle, cooperative and collaborative learning, self-assessment, peer-assessment, integer number representation.*

Resumen

Este trabajo presenta cuatro experiencias desarrolladas con alumnos de primer curso del Grado en Ingeniería Informática y el Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la Universitat Politècnica de València. Los alumnos trabajaron la representación de números enteros utilizando un puzle de Aronson. Una encuesta de satisfacción realizada al final de cada experiencia muestra que los alumnos se encuentran satisfechos con la experiencia y piensan que es útil para el aprendizaje. Todos los materiales están disponibles en <http://hdl.handle.net/10251/49683>

Palabras clave: *Puzle de Aronson, aprendizaje cooperativo y colaborativo, auto-evaluación, evaluación entre pares, representación de números enteros.*

Introducción

El curso Fundamentos de Computadores se sitúa en el primer semestre del primer curso del Grado en Ingeniería Informática (GII) de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, y en el Grado en Ingeniería de Tecnologías y Sistemas de Telecomunicación

Representando números enteros en el computador mediante un puzle de Aronson

(GITST) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, ambas en la Universitat Politècnica de València.

Aunque las dos asignaturas comparten el nombre y algunos objetivos, se trata de dos asignaturas completamente diferenciadas, tanto en objetivos, contenidos, evaluación y organización académica. La asignatura para el GII comienza con el diseño digital de circuitos combinacionales y sistemas secuenciales (Wakerly, 2000) y termina con una introducción a la arquitectura del juego de instrucciones (Patterson & Hennessy, 2007), mientras que la asignatura de telecomunicaciones tiene el foco en las unidades funcionales del computador (Hamacher et al., 2002). La tabla 1 muestra las principales características de las dos asignaturas y un resumen de los contenidos.

En las dos asignaturas existe un tema dedicado a la representación de la información en los computadores. Al final de este tema los alumnos tienen que ser capaces de representar números naturales en diferentes bases (binario, octal y hexadecimal), números enteros en diferentes convenios de representación (signo y magnitud, complemento a 2 y exceso K), números reales en el estándar IEEE754 de números en coma flotante, y también representar datos en otras representaciones comunes como BCD y ASCII.

El tema sobre representación de la información tiene una parte dedicada a la representación de números enteros, donde se trabajan los diferentes acuerdos de representación de enteros utilizados en los computadores actuales (Knuth, 1969). Cuando los estudiantes finalizan esta parte del tema deben ser competentes en la representación de números enteros en tres convenios: signo y magnitud, complemento a dos, y exceso K. Además los estudiantes deben ser capaces de realizar operaciones aritméticas de suma y resta con números representados en complemento a dos. Finalmente también tienen que ser capaces de elegir el convenio de representación más adecuado para diferentes escenarios o aplicaciones.

Este trabajo presenta una experiencia desarrollada con el tema de representación de enteros donde se ha utilizado un puzle de Aronson para su estudio. El objetivo de utilizar este puzle es que los alumnos entrenen métodos de aprendizaje como el autónomo y el cooperativo, mejorando algunas competencias transversales. Además, embebidos en el puzle hay tareas de autoevaluación y de evaluación entre pares que pueden ayudar a mejorar la autonomía del estudiante (Black & Wiliam, 2006).

El puzle de Aronson fue creado hace más de 40 años para reducir los conflictos raciales en los colegios de los Estados Unidos de América. Pero este método de aprendizaje mostró rápidamente que también mejoraba los resultados y la satisfacción de los alumnos que participan en él. (Aronson & Patnoe, 2011). La simplicidad del método y su eficacia para aprender tanto competencias específicas como transversales lo hacen adecuado para cualquier nivel académico y materia.

Antonio Martí-Campoy

Tabla 1. Principales características de las dos asignaturas Fundamentos de Computadores.

	GII	GITST
ECTS	6	4.5
Semestre	1	1
Teoría	1.5 horas x 2 por semana	2 + 1 horas por semana
Laboratorio	1.5 horas x 10	1.5 horas x 4
Semanas	14	14
Total alumnos	≈400	≈160
Número de grupos	10	4
Unidades temáticas	<ul style="list-style-type: none"> — Sistemas de numeración. — Diseño digital. — Representación de la información. — Introducción al lenguaje ensamblador 	<ul style="list-style-type: none"> — Sistemas de numeración. — Representación de la información. — Estructura del procesador. — Subsistema de memoria. — Subsistema de entrada/salida.
Evaluación (% de la nota final)	<ul style="list-style-type: none"> — Dos exámenes presenciales (50%). — Resolución de ejercicios con evaluación entre pares (20%). — Trabajo de laboratorio (30%). 	<ul style="list-style-type: none"> — Tres exámenes presenciales (60%). — Resolución de ejercicios con evaluación entre pares (15%). — Trabajo de laboratorio (15%). — Cinco exámenes no presenciales (10%).

De forma breve, los pasos para implementar un puzle de Aronson son los siguientes:

El primer paso es dividir el tema o el objetivo de aprendizaje en partes o segmentos. Después se crean grupos de alumnos con tantos alumnos por grupo como número de segmentos se hayan creado. Cada uno de estos grupos recibe el nombre de grupo puzle. Una vez creados los grupos, cada alumno recibe documentos o material relacionado con uno de los segmentos, y trabaja estos materiales de forma individual. Finalizado el trabajo individual, se crean grupos de expertos, un grupo por cada segmento. En estos grupos se reúnen los alumnos que han trabajado previamente el mismo segmento, mejorando su conocimiento y habilidades por medio de la discusión y el trabajo cooperativo. Cuando se han convertido en expertos vuelven al grupo puzle original donde enseñan y aprenden de sus compañeros, que se han convertido en expertos de otros segmentos. Finalmente los alumnos realizan una

Representando números enteros en el computador mediante un puzle de Aronson

evaluación sobre el tema u objetivo completo tratado en el puzle. Durante todo el proceso, el profesor debe observar los grupos y dar algunas indicaciones si son necesarias.

No hay una única manera de llevar a cabo un puzle de Aronson. Poner el foco en determinadas actividades del puzle mejorará el aprendizaje de los alumnos en competencias específicas de la asignatura o en competencias transversales. El objetivo principal de esta actividad es la representación de números enteros en el computador, una competencia específica del tema. Por ello, algunas prácticas comunes en la implementación de un puzle de Aronson más orientas a competencias transversales, como la designación de líderes en cada grupo, no se utilizan en esta experiencia.

La próxima sección muestra la ubicación del puzle en la planificación del curso y las habilidades que los alumnos han adquirido previamente. Posteriormente los materiales, documentos y actividades que conforman el puzle se describen con detalle. En la sección “Experiencias” se detallan las diferentes experiencias realizadas con el puzle, enfatizando las diferencias entre ellas y las razones para introducir cambios. Finalmente se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

Contexto

Antes de empezar a trabajar la representación de números enteros, los alumnos de las dos asignaturas han trabajado los sistemas de representación en diferentes bases, por lo que dominan el cambio de base entre binario y decimal con números naturales. Asimismo, son capaces de realizar operaciones sencillas de suma y resta con números naturales representados en base 2. De hecho, los alumnos del grado en ingeniería informática llevan casi diez semanas pensando en binario y hexadecimal como se muestra en la Tabla 2.

En su primera versión, el puzle fue diseñado para trabajar cuatro convenios de representación:

- Signo y Magnitud.
- Complemento a uno.
- Complemento a dos incluyendo operaciones aritméticas de suma y resta.
- Exceso K.

Como resultado de cambios en la organización de la asignatura el convenio de representación en complemento a uno se eliminó del temario, y por tanto se eliminó también del puzle en la tercera y cuarta implementación.

Como resultado de las experiencias que se presentan a continuación, tras la tercera implementación, la aritmética en complemento a dos se eliminó del puzle, y se trabajó a posteriori en la forma tradicional.

Antonio Martí-Campoy

Tabla 2: planificación temporal para el tema de representación de la información.

	GII	GITST
Número de tema	6	2
Semana en que se imparte	10	3
Horas aproximadas	6	6

Materiales y organización

Para conseguir que la actividad sea un éxito, ésta tiene que prepararse con antelación y diseñarse con detalle, incluyendo los documentos y materiales para los alumnos y para el profesor. Todos los materiales presentados en este trabajo han sido creado *ad hoc* para esta actividad. Las siguientes subsecciones muestran los documentos que utilizan los alumnos durante el puzle, los documentos que utiliza el profesor que dirige la actividad, y las tareas desarrolladas durante el puzle con una estimación de su duración temporal.

Materiales para los alumnos

Es evidente que los alumnos necesitan documentos que les muestren los conocimientos que tienen que aprender, y herramientas que les permitan entrenar las habilidades que tienen que adquirir. Es también conveniente dar a los alumnos algunas indicaciones sobre las competencias transversales y las actitudes que pueden mejorar durante la actividad, y también el comportamiento que se espera de ellos.

Pero también es muy importante dar a los estudiantes una guía sobre el funcionamiento del puzle. Para algunos alumnos esta es la primera vez que participan en un puzle de Aronson. Pero incluso si algunos alumnos han utilizado anteriormente esta técnica, cada experiencia es diferente y requiere instrucciones detalladas. Esta guía debe incluir la planificación de las tareas que deben realizar, con su duración estimada en el tiempo y los objetivos o metas a alcanzar. Una breve explicación de las razones por las que deben realizar las diferentes tareas puede ayudar a los alumnos a involucrarse en el puzle.

Los documentos que se entregan a los alumnos son:

- Instrucciones: las instrucciones incluyen la lista de documentos que cada alumno debe recibir, directrices para la creación de grupos, plan de las tareas que deben realizar y el tiempo estimado para finalizar cada una de las tareas.
- Artículo docente: se han creado cuatro artículos docentes, cada uno explicando uno de los convenios de representación: Signo y Magnitud, Complemento a Uno, Complemento a Dos y Exceso K. Cada documento incluye ejemplos y ejercicios con sus soluciones. Un alumno recibirá sólo uno de estos cuatro documentos. En la primera versión del puzle, utilizada en las tres primeras experiencias, el documento sobre el convenio Complemento a Dos incluía

Representando números enteros en el computador mediante un puzle de Aronson

también en sus contenidos operaciones aritméticas básicas de suma y resta de números representados en dicho convenio.

- Boletín de ejercicios: se han creado cuatro boletines de ejercicios, uno para cada convenio de representación. Las soluciones a los ejercicios no se incluyen, pero sí se incluyen criterios y reglas para permitir una evaluación entre pares (Martí *et al*, 2014). Un alumno recibirá uno sólo de estos cuatro boletines.

- Boletín final de ejercicios: una colección de ejercicios sobre los cuatro convenios de representación. Este boletín incluye ejercicios sobre el rango de representación, extensión de signo, conversión desde decimal a cualquiera de los cuatro convenios y viceversa. También se incluyen ejercicios de operaciones de suma y restas sólo para el convenio de representación en complemento a dos. No se incluyen las soluciones de los ejercicios.

- Encuesta de satisfacción: un cuestionario sencillo con cuatro preguntas de respuesta múltiple y una pregunta de respuesta libre.

Es importante remarcar que durante la actividad, cada alumno recibe sólo una pareja artículo-ejercicios sobre uno de los cuatro convenios. De esta forma, el número de documentos que recibe cada alumno es de cinco: instrucciones, artículo docente sobre uno de los convenios de representación, boletín de ejercicios para el mismo convenio, el boletín final de ejercicios y la encuesta sobre la actividad.

Al finalizar la actividad, los alumnos tienen acceso al puzle completo, excepto a los soluciones de los ejercicios planteados en los boletines. Si algún alumno quiere comprobar que sus soluciones son correctas deberá solicitar una tutoría al profesor.

Materiales para el profesor

Diseñar y preparar una actividad de este tipo requiere tiempo y reflexión, necesariamente con meses de antelación al desarrollo de la actividad. Las conclusiones, las decisiones tomadas y los objetivos marcados durante la fase de diseño deben ser anotados para que en el momento de realizar la actividad, el profesor pueda actuar coherentemente con los objetivos marcados durante el diseño, y pueda reaccionar de forma rápida ante situaciones no planeadas o cuestiones de los alumnos acerca del puzle. Asimismo, mantener un registro de los sucesos más significativos y del tiempo real empleado en las diferentes tareas ayudará al profesor a mejorar la actividad en implementaciones futuras.

Esta es la lista de documentos que el profesor debe tener durante la realización del puzle:

- Objetivos: un resumen de los objetivos de aprendizaje que el profesor quiere alcanzar con esta actividad.

- Lista de documentos que deben entregarse a los alumnos, y cuando deben entregarse.

Antonio Martí-Campoy

- Planificación de las tareas, incluyendo el detalle sobre cómo organizar a los alumnos, las tareas que deben realizar y el tiempo para terminarlas.
- Una tabla vacía para anotar que convenio de representación ha trabajado cada alumno, y el grupo puzzle al que pertenece.
- Diario con tablas vacías para registrar fácilmente el tiempo real empleado en realizar cada tarea y los sucesos que el profesor considere relevantes.

Organización de la actividad

El puzzle se realiza en clase durante las horas asignadas a las lecciones magistrales y a la resolución de ejercicios, que era la forma en que se trabaja este tema anteriormente.

A continuación se presenta la lista de tareas a realizar tanto por el profesor como por los alumnos, y el tiempo estimado para cada una de ellas. El tiempo mostrado es la estimación que hizo el autor antes de la primera experiencia.

1. Presentación del puzzle, entrega de las instrucciones y creación de los grupos puzzle, formados por cuatro alumnos. Tiempo estimado: 15 minutos.
2. Entrega de los artículos docentes, Tiempo estimado: 10 minutos.
3. Los alumnos trabajan de forma individual el convenio de representación que han recibido. Cada alumno resuelve los ejercicios propuestos en el artículo docente y comprueba sus soluciones con las que se incluyen en el documento. Tiempo estimado: 20 minutos.
4. Creación de los grupos de expertos. Cada alumno se une a sus compañeros que han trabajado el mismo convenio de representación. Los alumnos discuten las principales ideas y resuelven dudas. Tiempo estimado: 10 minutos.
5. Dentro del grupo de expertos cada alumno resuelve individualmente el boletín de ejercicios correspondiente al convenio asignado. Tiempo estimado: 10 minutos.
6. Dentro del grupo de expertos, los alumnos intercambian sus boletines de ejercicios y realizan una evaluación por pares. No hay soluciones oficiales, pero los alumnos pueden hablar entre ellos e interactuar. Tiempo estimado: 10 minutos.
7. Reactivación de los grupos puzzle. En este momento, cada miembro del grupo puzzle es un experto en uno de los cuatro convenios. Todos los estudiantes vuelven al grupo puzzle original y enseñan a sus compañeros el convenio en el que han trabajado. Tiempo estimado: 60 minutos.
8. Resolución del boletín final de ejercicios. Los integrantes del grupo puzzle resuelven, de forma colaborativa y cooperativa los ejercicios de los cuatro convenios. Cada grupo debe obtener una única solución consensuada, por lo que pueden trabajar de forma individual y

Representando números enteros en el computador mediante un puzle de Aronson

luego poner en común las soluciones, o trabajar desde el principio en equipo. No hay soluciones oficiales ni evaluación externa. Tiempo estimado: 20 minutos.

Durante la realización del puzle y principalmente en los momentos de entrega de documentos, el profesor debe dar instrucciones sobre la tarea que se va a realizar y los objetivos perseguidos. Mientras los alumnos realizan las diferentes tareas el profesor puede contestar preguntas y resolver dudas de forma individual, evitando en todo caso el dar breves lecciones magistrales.

Experiencias

El puzle se ha realizado cuatro veces: dos veces en septiembre en los años 2013 y 2014 con uno de los grupos del grado de ingeniería de tecnologías y servicios de telecomunicación, y dos veces a finales de noviembre en los mismos años 2013 y 2014 con un grupo del grado en ingeniería informática. La Tabla 3 muestra las principales características de los grupos de alumnos, y también muestra los contenidos cubiertos por el puzle en cada experiencia.

Tabla 3: principales características de las cuatro experiencias.

	Experiencia 1	Experiencia 2	Experiencia 3	Experiencia 4
Cuando	Septiembre 2013	Noviembre 2013	Septiembre 2014	Noviembre 2014
Grado	GITST	GII	GITST	GII
Número de alumnos	68	36	17	33
Respuestas a la encuesta	25	15	14	27
Contenidos del puzle	Cuatro convenios, incluyendo aritmética en Ca2	Cuatro convenios, incluyendo aritmética en Ca2	Tres convenios, incluyendo aritmética en Ca2	Tres convenios, SIN incluir aritmética en Ca2

Desarrollo de las experiencias

Los dos grupos de alumnos del grado en ingeniería de computadores eran homogéneos, es decir, número de alumnos y nivel académico similar, y los dos grupos se impartían en el mismo idioma.

Los dos grupos de alumnos del grado en ingeniería de tecnologías y servicios de telecomunicación fueron muy diferentes. El grupo de 2013 era muy grande, con 68 alumnos, con diferencias en el nivel académico, desde excelente a medio, y el idioma utilizado era castellano. En 2014 el grupo era muy pequeño, con tan solo 17 alumnos, con un nivel académico muy alto y utilizando el idioma inglés en la docencia.

Antonio Martí-Campoy

La Tabla 4 muestra el detalle del tiempo que los alumnos emplearon para realizar las tareas más importantes incluidas en el puzzle. A primera vista la Tabla 4 muestra que los tiempos estimados fueron erróneos para la mayoría de las tareas, en algunos casos por defecto y en otros por exceso.

Tabla 4: detalle del tiempo empleado en las principales tareas del puzzle (minutos).

	Experiencia 1 GITST 2013	Experiencia 2 GII 2013	Experiencia 3 GITST 2014	Experiencia 4 GII 2014
Trabajo individual	35	40	50	35
Trabajo en el grupo de expertos	55	35	40	30
Trabajo en el grupo puzzle	25	30	30	25
Resolución del boletín final	50	45	60	35
Tiempo total desde el inicio hasta la finalización de la actividad	210	160	190	130

Los alumnos utilizaron más tiempo para resolver los ejercicios que para leer los artículos docentes o enseñar a sus compañeros. Este comportamiento puede ser debido a que los alumnos de ingeniería aprenden y resuelven dudas mientras resuelven los ejercicios, en lugar de hacer un aprendizaje teórico en profundidad previo a la resolución de ejercicios. Pero aunque la estimación de tiempo fue errónea, el autor piensa que es mejor una mala estimación que ninguna previsión del tiempo que necesitarán los alumnos.

También aparece claramente una diferencia significativa entre el tiempo que necesitan los alumnos de telecomunicación y los alumnos de informática. Esta diferencia puede ser debida al periodo del curso donde se realizan los puzzles, justo tres semanas después de comenzar su vida universitaria para los alumnos de telecomunicaciones mientras que los alumnos de informática llevan casi tres meses trabajando y pensando en binario.

Sin embargo, el error en la estimación de la duración de las actividades no es un problema grave, ya que puede ser corregido en las siguientes implementaciones del puzzle. Tampoco es grave que haya diferencia en los tiempos empleados por alumnos de diferentes grados o de diferentes grupos del mismo grado.

El principal problema es cuando se producen diferencias en el tiempo de realización de la misma tarea entre alumnos dentro del mismo grupo porque una de las partes o segmentos del puzzle es más complicado de trabajar. Esto es lo que sucedió en las tres primeras experiencias y motivó una modificación sustancial en la cuarta experiencia.

Representando números enteros en el computador mediante un puzle de Aronson

El problema estaba en el convenio de representación de números enteros en complemento a dos. La complejidad de los cuatro convenios de representación es similar y baja para alumnos universitarios, pero la representación en complemento a dos incluía la aritmética básica, ya que esta es la que se utiliza en los computadores actuales, y es un punto importante de las asignaturas. La aritmética en complemento a dos no es compleja y se limita a la suma y resta, pero los alumnos a los que se les asigna este convenio tienen que aprender más procedimientos y resolver más ejercicios que sus compañeros que trabajan otros convenios.

Esto produce que durante el trabajo individual al inicio del puzle, el miembro del grupo puzle que tiene asignado el convenio complemento a dos es el último en terminar. Y esto sucede para todos los grupos puzle. Esto provoca que el grupo de expertos del convenio complemento a dos sea también el último en crearse, y además es el grupo que requiere más tiempo para hacer las tareas pues tiene más ideas que discutir y más ejercicios que resolver y corregir. Lógicamente, este grupo de expertos es el último en finalizar, y el resto de alumnos tienen que esperarlos para comenzar la siguiente tarea en el grupo puzle. Esta espera fue, de media para las tres primeras experiencias, de unos 20 minutos.

Cuando un grupo de alumnos está en el aula sin nada que hacer, aunque sean universitarios, pronto comienzan a moverse por la sala y a hablar en voz alta molestando a los compañeros que están trabajando. Una opción es dejar a los alumnos que abandonen el aula, pero esto hace que los que todavía no han terminado su tarea se sientan incómodos al ver que sus compañeros están disfrutando de un descanso. La situación se hace complicada de manejar, y en cualquier caso todos los alumnos tienen la sensación de que algo está mal planificado y baja su satisfacción con la actividad.

Una alternativa es añadir la aritmética básica a todos los convenios, incrementado y equilibrando la carga para todos los alumnos. Tristemente sólo la aritmética en complemento a dos forma parte de los objetivos de las dos asignaturas, y por tanto es la única que se evalúa. Los alumnos podrían quejarse arguyendo que es una pérdida de tiempo estudiar las sumas y restas en los otros convenios de representación si luego no se evalúan, y el autor coincidiría con los alumnos hasta cierto punto.

Finalmente, y después de tres experiencias, se eliminó del puzle la aritmética binaria en complemento a dos. En la cuarta experiencia el tiempo total de la actividad se redujo, cómo muestra la Tabla 4, pero lo más importante es que todos los alumnos y todos los grupos finalizaron sus tareas con una diferencia menor de 5 minutos. Esto ayudó a mantener la dinámica del puzle y la atención de los alumnos en el trabajo a realizar.

Evaluación del trabajo del alumno

Respecto de las competencias específicas de la asignatura, es decir, de la representación de números enteros, el trabajo de los alumnos se evalúa tres veces. La primera durante el tra-

Antonio Martí-Campoy

bajo individual, cuando el alumno resuelve los ejercicios incluidos en el artículo docente y compara sus soluciones con las que se proporcionan en el mismo documento. De esta forma el alumno puede realizar una auto-evaluación. (Falchikov & Boud, 1989).

La segunda vez cuando están trabajando en el grupo de expertos. En este caso hay un evaluación entre iguales explícita, pues los alumnos evalúan la resolución del boletín de ejercicios de un compañero. Además, como esta evaluación se hace de forma presencial y permitiendo que los alumnos debatan y discutan, el valor de esta evaluación entre iguales se ve incrementado (Gielen *et al.*, 2010).

Y finalmente, la tercera vez, cuando los alumnos vuelven al grupo puzzle y resuelven el boletín final de forma cooperativa. Los alumnos tienen que consensuar una solución única, por lo que hay una evaluación entre iguales y continúa del trabajo que realiza cada alumno. En (Liu & Carless, 2006) a esta evaluación se le llama realimentación entre iguales, ya que no hay notas ni calificaciones, sólo comentarios entre iguales.

En ningún caso se califica o se registra la evaluación que se realiza durante la actividad. La adquisición de las competencias específicas se evaluará y calificará más tarde, utilizando los mismos instrumentos definidos para los otros temas de las asignaturas.

Respecto de las competencias transversales, no hay ningún tipo de evaluación. El profesor no recoge ningún dato sobre el comportamiento, la actitud o la involucración de los alumnos en la actividad. Tampoco se pregunta a los alumnos sobre ellos mismos o sobre sus compañeros respecto de las competencias transversales que hayan podido trabajarse en el puzzle.

Evaluación de la experiencia

Al finalizar el puzzle los alumnos responden un sencillo cuestionario de cuatro preguntas con cuatro opciones siguiendo una escala de Likert (Likert, 1932) (Carifio & Rocco, 2007) para conocer su opinión y satisfacción con el puzzle. Las cuatro preguntas, las cuatro opciones y el porcentaje de respuestas para el total de las cuatro experiencias se muestran en la **Tabla 5**.

El primer resultado que se puede extraer de la encuesta es que la mayoría de los alumnos están satisfechos con la actividad en todos sus aspectos, siendo los materiales utilizados el componente más apreciado. La utilidad del puzzle es también muy valorada por los alumnos, aunque algunos tienen sus dudas. Las respuestas de los alumnos indican que la planificación del puzzle puede ser mejorada. Y finalmente los alumnos se muestran críticos cuando se les ofrece trabajar otros temas de la asignatura mediante un puzzle de Aronson.

Las Tablas 6, 7, 8 y 9 muestran el detalle de las respuestas para cada experiencia. En las cuatro implementaciones la satisfacción de los alumnos con el puzzle es similar, pero hay

Representando números enteros en el computador mediante un puzle de Aronson

algunos resultados que destacan. Por ejemplo, en la segunda experiencia (Tabla 7) los alumnos de informática dicen que han disfrutado de la actividad y que los materiales son adecuados, pero no están completamente convencidos de la utilidad del puzle, y muestran muy poco interés en que la experiencia se repita con otros temas.

Tabla 5: Porcentaje de respuestas al cuestionario de satisfacción para el total de las cuatro experiencias (Total respuestas: 81).

	Nada	Poco	Bastante	Mucho
La actividad está bien planificada	-	1%	40%	59%
El material de la actividad es adecuado	-	-	22%	78%
La actividad me ha parecido útil	-	1%	33%	65%
Me gustaría que se aplicara a otros temas	-	7%	33%	59%

En el cuestionario se incluía un espacio y se instaba a los estudiantes a expresar libremente su opinión sobre el puzle. En el total de las cuatro experiencias 18 alumnos escribieron algún comentario, la mayoría de ellos positivos. Tres comentarios negativos estaban relacionados con el poco tiempo disponible para llevar a cabo alguna de las tareas del puzle. Otros cuatro alumnos proponían modificaciones al puzle para garantizar que todos los estudiantes tuvieran acceso a todo el material, es decir, a los cuatro convenios, durante la realización del puzle. Esta preocupación por perderse algo importante es común entre la mayoría de los alumnos. Aunque sólo cuatro la manifestaron por escrito, muchos preguntaron al profesor si al finalizar la actividad el material estaría disponible.

Tabla 6: Porcentaje de respuestas a la encuesta. Telecomunicaciones, año 2013 (Total respuestas: 25).

	Nada	Poco	Bastante	Mucho
La actividad está bien planificada	-	4%	48%	48%
El material de la actividad es adecuado	-	-	36%	64%
La actividad me ha parecido útil	-	-	40%	60%
Me gustaría que se aplicara a otros temas	-	-	44%	56%

Tabla 7: Porcentaje de respuestas a la encuesta. Informática, año 2013 (Total respuestas: 15).

	Nada	Poco	Bastante	Mucho
La actividad está bien planificada	-	-	13%	87%
El material de la actividad es adecuado	-	-	13%	87%
La actividad me ha parecido útil	-	-	47%	53%
Me gustaría que se aplicara a otros temas	-	27%	40%	33%

Por último, desde el punto de vista del profesor, las cuatro experiencias fueron muy satisfactorias.

Antonio Martí-Campoy

Tabla 8: Porcentaje de respuestas a la encuesta. Telecomunicaciones, año 2014 (Total respuestas: 14).

	Nada	Poco	Bastante	Mucho
La actividad está bien planificada	-	-	57%	43%
El material de la actividad es adecuado	-	-	21%	79%
La actividad me ha parecido útil	-	7%	43%	50%
Me gustaría que se aplicara a otros temas	-	14%	36%	50%

Tabla 9: Porcentaje de respuestas a la encuesta. Informática, año 2014 (Total respuestas: 27).

	Nada	Poco	Bastante	Mucho
La actividad está bien planificada	-	-	37%	63%
El material de la actividad es adecuado	-	-	15%	85%
La actividad me ha parecido útil	-	-	15%	85%
Me gustaría que se aplicara a otros temas	-	-	19%	81%

Conclusiones y trabajo futuro

Este trabajo presenta el uso de un puzle de Aronson para el aprendizaje de la representación de números enteros. El puzle fue utilizado dos veces en 2013 y dos veces en 2014, con alumnos del Grado en Ingeniería Informática y del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, todos de primer curso.

Al finalizar la actividad, los alumnos respondieron una encuesta de satisfacción, en la que mostraron que la actividad les gusta y les parece útil, coincidiendo con las impresiones del profesor.

Uno de los problemas detectados desde la primera experiencia y resuelto finalmente en la última implementación fue que la carga de trabajo y el tiempo necesario para realizar cada tarea del puzle debe ser el mismo para todos los alumnos y grupos puzle y de expertos.

En próximas experiencias el profesor quiere realizar un análisis del rendimiento académico de los alumnos que participan en el puzle. También quiere investigar como evaluar y dar realimentación a los alumnos sobre la adquisición de competencias transversales.

Agradecimientos

Con el soporte económico del Departamento de Informática de Sistemas y Computadores y de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica de la Universitat Politècnica de València.

Representando números enteros en el computador mediante un puzle de Aronson

Referencias

Aronson, E., & Patnoe, S. (2011). *Cooperation in the classroom: The jigsaw method*. 3rd ed. London: Pinter & Martin, Ltd.

Black, P & Wiliam, D. (2006), Developing a Theory of Formative Assessment. *in J Gardner (ed.), Assessment and Learning*. Sage, London, pp. 81 - 100.

Carifio, J. & Rocco J. P. (2007). Ten Common Misunderstandings, Misconceptions, Persistent Myths and Urban Legends about Likert Scales and Likert Response Formats and their Antidotes. *Journal of Social Sciences* 3 (3): 106-116.

ECTS. 2009. *European Credit Transfer and Accumulation System*.
http://ec.europa.eu/education/tools/ects_en.htm

Falchikov N. & Boud D. (1989). Student Self-Assessment in Higher Education: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research* 59: 395-430.

Gielen S., Peeters E., Dochy F., Onghena P., & Struyven K. (2010). *Improving the effectiveness of peer feedback for learning*. Learning and Instruction, Volume 20, Issue 4.

Hamacher, V. C., Vranesic, Z. G. & Zaky, S. G. (2002). *Computer Organization*. 5th Ed. McGraw-Hill, Inc.

Knuth, Donald E. (1969). *The Art of Computer Programming, Volume 2: Seminumerical Algorithms*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.

Likert, R. (1932). *A Technique for the Measurement of Attitudes*. Archives of Psychology 140: 1-55.

Liu, N.F. & Carless, D. (2006). *Peer feedback: The learning element of peer assessment*. Teaching in Higher Education, 11(3), 279-290.

Marti-Campoy, A., Petit, S. Atienza, V. Rodriguez, F. & Gassó, M.T (2014). *Using peer-assessed returnables in multiple stages to improve learning in computer organization courses*. Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE). IEEE. DOI: 10.1109/TAEE.2014.6900158

Patterson, D. A. & Hennessy, J. L. (2007). *Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface*. 3rd ed. Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Wakerly, J. F. (2000). *Digital Design: Principles and Practices*. 3rd ed. Prentice-Hall, Inc.

El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal

L. Bayón, J. M. Grau, J. A. Otero, M. M. Ruiz, P. M. Suárez

Departamento de Matemáticas. Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón.

Universidad de Oviedo. Tfno.: 985182244. jaurelio@uniovi.es

Abstract

Mentoring is an accompaniment and teaching support that seeks to help students adapt to the university environment, foster the development of skills and the achievement of academic goals. It is considered a crucial issue within the European Higher Education Area. In this paper, we present a proposal on Group Mentoring that our working team has developed last year. The use of the portfolio in group tutoring is proposed as part of increased academic performance and to work the acquisition of instrumental and interpersonal skills. Besides the use of the portfolio of the teacher it defends as an element of evaluation and continuous improvement of the activity of the teacher in the group tutorials.

Keywords: *Group Mentoring, Academic Objectives, Skills, Portfolio.*

Resumen

La tutoría, como acompañamiento y apoyo docente, buscando el desarrollo de competencias y el logro de los objetivos académicos, es un tema de crucial importancia en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior.

En este trabajo, presentamos algunas propuestas sobre Tutoría Grupal que nuestro grupo de trabajo ha desarrollado el último curso. Se propone el uso del portafolio en la búsqueda de mejores rendimientos académicos y para trabajar en la adquisición de competencias instrumentales e interpersonales. Además se defiende el uso del portafolio del profesor como elemento de evaluación y mejora continua de la actividad del docente en las tutorías grupales.

Palabras clave: *Tutoría Grupal, Mejores Rendimientos Académicos, Competencias, Portafolio.*

El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal

Introducción

1.1- EEES

Como ya todos conocemos, el EEES fue impulsado por la Unión Europea para armonizar los sistemas universitarios europeos de manera que todos ellos tengan una estructura homogénea de títulos de grado y postgrado, es decir, una misma valoración de la carga lectiva de los estudios, cursos, asignaturas, calificaciones y una estructura de titulaciones y formación continua fácilmente entendible por todos los Estados miembros. Esta filosofía básica de dotar a Europa de un sistema universitario homogéneo, compatible y flexible que permita a los estudiantes y titulados una mayor movilidad, se complementa con la idea de establecer unos niveles de transparencia y calidad que lo hagan atractivo y competitivo a nivel internacional.

Con este propósito, gracias a los estudios de GRADO, el alumno ha de adquirir una serie de conocimientos generales en un determinado ámbito de estudio que le garantiza una competencia personal suficiente (científica y técnica, ética y social) y que constituyen las denominadas enseñanzas básicas y de formación general. Además de éstas, este primer ciclo comprende también otras enseñanzas orientadas a la preparación para el ejercicio de actividades de carácter profesional, estructuradas como un conjunto de capacidades, habilidades o destrezas que le capacitarán para razonar, formar juicios y comunicarse de forma eficaz, además de gestionar sistemas de complejidad normal, siempre contemplando las responsabilidades sociales y éticas.

A través de los estudios de POSTGRADO, el alumno aprende una serie de conocimientos avanzados que le proporcionan la base para desarrollos originales, incluso en un contexto de investigación, puesto que tienen como finalidad la especialización del estudiante en su formación académica, profesional e investigadora (Master y Doctor).

Parece lógico que, en este contexto, el estudiante pasa a ser el centro del sistema, como principal actor del mismo, para lo que se valora el esfuerzo que necesita realizar para superar las enseñanzas, no únicamente las horas de clase a las que debe asistir. Asimismo, se debe cambiar la filosofía de los estudios, otorgando mayor importancia al manejo de las herramientas de aprendizaje que a la mera acumulación de conocimientos. Otro aspecto

L. Bayón, J. M. Grau, J. A. Otero, M. M. Ruiz, P. M. Suárez

importante y relacionado con el anterior, es la preparación para la formación continuada durante toda la vida académica y laboral del graduado universitario.

1.2 – Competencias del alumno universitario

Tradicionalmente la formación impartida en las universidades españolas se ha caracterizado por la transmisión de conocimientos, la formación de profesionales especializados en un determinado ámbito relacionado con un perfil específico, para el que la titulación obtenida acredita que el graduado puede ejercer, si lo desea, la profesión. Como consecuencia se han formado excelentes profesionales, que acceden a puestos de trabajo demostrando su grado de profesionalidad. Sin embargo, algunas investigaciones recientes demuestran que esto no es suficiente: los empresarios y los usuarios de los servicios públicos demandan otra serie de competencias, que al parecer no se adquirieron durante los estudios universitarios: competencias instrumentales (capacidad de gestión, idiomas, informática...), competencias interpersonales (expresión oral y escrita, liderazgo, trabajo en equipo) y competencias cognitivas (toma de decisiones, pensamiento crítico, razonamiento cotidiano, creatividad). También se echan en falta una serie de conocimientos, no vinculados directamente al ámbito académico, sino más relacionados con lo que se está denominando competencias profesionales, como son la capacidad de integración, de adaptación al cambio, polivalencia, movilidad, disponibilidad, implicación y compromiso con su puesto de trabajo y con la empresa. Estas carencias justificaron la necesidad del cambio, aprovechando el nuevo contexto universitario. Y una parte importante de la responsabilidad de este cambio, debe ser asumida por el profesor universitario, con una nueva concepción de la docencia centrada en el alumno.

2.- Tutoría Universitaria: la TUTORÍA GRUPAL

La oferta de una tutoría universitaria innovadora puede ser una buena y eficaz herramienta para la construcción guiada del aprendizaje de los estudiantes y de su desarrollo autónomo, con la adquisición, integración y puesta en práctica de un conjunto amplio de competencias en acción y para la acción que, inexcusablemente, han de poseer y saber aplicar todos los estudiantes universitarios como certificación de su capacidad, formación y valía profesional y humana. No en vano el significado y la razón de ser de la tutoría universitaria (la acción tutorial del profesorado universitario) es, en términos de asesoramiento académico–

El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal

profesional y de orientación personal, un quehacer relevante e inherente a la tarea de todos los docentes y estudiantes universitarios. Además tiene otras vertientes: su proyección desde la perspectiva de una formación más completa e integral de los estudiantes, facilitar nuevos enfoques metodológicos, favorecer el aprendizaje autónomo de los estudiantes por competencias, etc.

Más aún, la tutoría grupal es el proceso de acompañamiento de un grupo de alumnos con la finalidad de abrir un espacio de comunicación, conversación y orientación grupal, donde los alumnos tengan la posibilidad de revisar y discutir junto con su tutor temas que sean de su interés, inquietud, preocupación, así como también para mejorar el rendimiento académico, solucionar problemas escolares, desarrollar hábitos de estudio, reflexión y convivencia social (De Serranos y Olivás).

Con las tutorías grupales se desarrollan entonces componentes competenciales de tipo intelectual relacionadas con la selección y búsqueda de información, el pensamiento crítico, razonamiento, argumentación, análisis y síntesis, transferencia de aprendizajes a aplicaciones profesionales, búsqueda de relaciones, etc. Todo ello a través de la experimentación, adquisición de técnicas, manipulación, análisis de datos, estudio de casos, contraste de ideas e interacción entre los componentes del grupo. Asimismo, se desarrollan otros componentes competenciales más instrumentales relacionados con habilidades sociales, de comunicación, escucha, tolerancia, apertura, interpersonales, diálogo, socialización, iniciativa y espíritu emprendedor.

La tutoría grupal (TG) surge también como una necesidad propia del proceso de enseñanza-aprendizaje ante grupos numerosos que provocan una actitud ciertamente pasiva del alumnado en su propio aprendizaje, bajo nivel de participación en las clases y escasísima asistencia a las tutorías convencionales (Informe 2005 de la Comisión para la Innovación de la Docencia en las Universidades de Andalucía).

Varios son los problemas que se plantean dentro del trabajo en las tutorías grupales. Entre ellos destacamos por su trascendencia *la importancia de la elección de los miembros del grupo* puesto que se debe de buscar cierto equilibrio en conocimientos, capacidades y actitudes dentro del mismo; también *su configuración*, pues se necesita tiempo para que se consolide el grupo ya que no existe hábito de trabajo con este modelo; por otra parte, cada

L. Bayón, J. M. Grau, J. A. Otero, M. M. Ruiz, P. M. Suárez

grupo tiene un ritmo diferente y el profesor debe observar su evolución a través de la participación lo que puede dar lugar a que *no siempre se consigan los objetivos propuestos, de ahí la importancia de que estén suficientemente explicados e interiorizados.*

3.- Elemento de trabajo: EL PORTAFOLIO

3.1.- Definición y objetivos

Según la RAE el portafolio es una “Cartera de mano para llevar libros, papeles, etc”. A parte del significado literal de esta palabra, el portafolio con un sentido educativo, está importado del contexto anglosajón, Portfolio Assessment que podríamos traducir como “carpetas de evaluación” o “portfolio process” que podríamos denominar en castellano “carpetas de aprendizajes”. Un portafolio es, entonces, un documento diseñado para proporcionar información cualitativa y cuantitativa. Su objetivo es dar cuenta de los logros, habilidades y experiencias del grupo en los temas objeto del mismo.

Sus objetivos son, fundamentalmente:

- Guiar al grupo en su actividad y en la percepción de sus progresos.
- Estimular a los estudiantes para que, no conformes con los primeros resultados, se preocupen de su proceso de aprendizaje.
- Destacar la importancia de la creatividad y el concepto de grupo, e intentar integrar los conocimientos previos en la situación de aprendizaje.
- Resaltar lo que el grupo sabe en relación al curso, sus fortalezas y debilidades.
- Promocionar la autonomía del grupo y el pensamiento crítico reflexivo que, por una parte, asegura el aprendizaje mínimo del grupo y, por otra, aquél que cada uno desea adquirir y profundizar.
- Desarrollar la capacidad para localizar información y para formular, analizar y resolver problemas.

3.2 - Elaboración

El portafolio pretende proporcionar a quien lo revisará tanta información relevante sobre los conocimientos del grupo como sea posible. Es por esto que, **es muy importante** el proceso de reunir información antes de elaborarla y presentarla a quien lo evalúa. La recolección y selección de información es la parte más larga e importante del proceso. La organización de

El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal

la información es más fácil si se establece y trabaja bajo una línea similar al índice que usarás en el portafolio completo. Su presentación debe ser organizada y consistente. Necesitará una portada con los nombres del grupo y título del tema. Incluir páginas numeradas y un índice es buena idea para ayudar a quien lo revise a navegar a través de las secciones.

Existe un cierto consenso entre los autores que han trabajado sobre este tema, que distingan las siguientes fases para el desarrollo del portafolio por parte de los estudiantes (Barberá 2005):

Fase 1. Recogida de información

Esta etapa incluye reunir, debatir, organizar y revisar la documentación necesaria. Esta documentación pueden ser de diferente contenido: conceptual, procedimental, ideas,...; de diferente procedencia pues las tareas pueden haber sido realizadas en clase o fuera de ella (mapas conceptuales, exámenes, monografías, informes, entrevistas,...) y aparecer en diferente soporte físico (digital, papel, audio, etc.).

Fase 2. Selección de la información

En esta fase se han de elegir los mejores trabajos o las partes de aquellas actividades que muestren un buen desarrollo en el proceso de aprendizaje para ser presentado ante el profesor y resto de compañeros.

Fase 3. Reflexión sobre la documentación seleccionada

Esta fase es necesaria porque, si no se incluyen procesos reflexivos, no se detectarán los puntos flojos, ni se procederá a abordar propuestas de mejora.

Fase 4. Elaboración del portafolio

En esta fase se trata de organizar las evidencias con una estructura ordenada y comprensible favoreciendo el pensamiento creativo y divergente dejando constancia de que es un proceso en constante evolución. El portafolio, aunque también puede tener formato electrónico, se presentará en forma impresa. Un buen portafolio siempre es un trabajo en progreso. Habrá de consignar los esquemas resumen de cada tema con sus correspondientes ejemplos y los ejercicios propuestos y de evaluación del mismo. En cada tema el profesor consignará la evaluación tanto de la presentación, como de la documentación escrita presentada.

L. Bayón, J. M. Grau, J. A. Otero, M. M. Ruiz, P. M. Suárez

Más concretamente, nuestro portafolio estará estructurado en cuatro grandes bloques: uno está compuesto por actividades mínimas, obligatorias y comunes para todos; un segundo bloque que se corresponde con la exposición y defensa de esas tareas comunes; el tercer bloque en el que el grupo goza de autonomía para realizar actividades optativas y en el que se pueden incluir actividades complementarias y el último bloque de referencias, etapas de aprendizaje del grupo y su opinión crítica con la que pretendemos recabar las impresiones y la explicación de cómo aprendió y cómo se sintió en todo el proceso.

Partiendo de estos bloques que estructuran el portafolio del grupo, marcaremos los niveles de exigencia:

Los requisitos mínimos, que se corresponden con las actividades obligatorias y dan opción de obtener la calificación de aprobado.

Las actividades complementarias que pueden ser sugeridas o libres y que nos dan una idea de la actitud del alumno en la tutoría grupal

Las aportaciones propias del grupo, que nos dan idea de la información y experiencia adquiridas por el grupo y ponen de manifiesto su iniciativa e implicación en su propio aprendizaje.

Para que el portafolio cumpla óptimamente su cometido, el tutor ha de revisar en diferentes momentos sus actividades, interactuando con el grupo de manera que se va conociendo la evolución del grupo y se mejora el resultado final de la tutoría grupal.

4.- Ámbito de actuación y Metodología

Nuestro planteamiento es el de un programa completo de Tutorías Grupales (TG) para la asignatura de Cálculo, materia básica de 6 créditos ubicada en el primer semestre de primer curso de los diferentes grados en ingeniería. De los 0,9 créditos asignados, 0,45 corresponden a Prácticas de Laboratorio (PL) y otros 0,45 a TG. En total 6 sesiones de 1,5 horas de las que dedicamos 3 a TG. Su peso en el cómputo de la evaluación general será del 10 % para PL y otro 10% para TG. Las tres que corresponden a las tutorías serán en los meses de septiembre, octubre y noviembre para no interferir con los exámenes que comienzan en el mes de diciembre. La propuesta del centro es que se vayan alternando las TG con las PL.

El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal

Se actúa sobre los grupos de entre 12 y 15 alumnos en que se divide el grupo ordinario. Este grupo de estudiantes, en virtud de una evaluación diagnóstica, se subdivide en 3 subgrupos de entre 4 y 5 alumnos, más uniformes en cuanto a nivel de conocimientos previos, que serán los verdaderos grupos de trabajo. Al ser alumnos con los que estamos tratando de primer curso, esta clasificación tendrá que ver con los estudios previos (Bachilleratos Científico-Tecnológico o de Ciencias Sociales, Ciclos Formativos de Formación Profesional,...), centro de procedencia, capacidades propias del alumno o su actitud ante la materia.

Cada uno de los 3 grupos elabora su propio material: esquema-resumen del tema con ejemplos específicos para la comprensión de la materia, así como los ejercicios que se han propuesto sobre el mismo y que, junto con los correspondientes a la evaluación de la sesión, pasan a engrosar el portafolio del grupo en la asignatura que será el sujeto de la evaluación de las TG del grupo.

Cada sesión de TG se distribuye en 3 tiempos de 30 minutos cada uno:

1º tiempo: Exposición del tema del día por los miembros del grupo y entrega de los ejercicios propuestos, con correcciones y matizaciones sobre lo expuesto por parte del profesor;

2º tiempo: Resolución grupal de los ejercicios de evaluación del tema;

3º tiempo: Corrección y evaluación (media de las notas del grupo en la presentación, que hace media con la nota del trabajo realizado durante la sesión).

La presentación sucinta del tema de la siguiente tutoría y la tarea propuesta se realizará durante una clase expositiva.

Algunas de las tutorías grupales realizadas, con su correspondiente propuesta metodológica son las siguientes:

Septiembre - Octubre TG1: ***TG de Fundamentos de Cálculo***

Objetivos generales: mejorar el rendimiento académico, en las asignaturas de Matemáticas; generar actitud positiva, para evitar frustraciones y deserción; desarrollar capacidades: estudio, trabajo en equipo, creatividad y toma de decisiones.

L. Bayón, J. M. Grau, J. A. Otero, M. M. Ruiz, P. M. Suárez

Objetivos específicos: fijar conceptos y algoritmos básicos; homogeneizar conocimientos matemáticos que facilitan la adaptación al entorno universitario; trabajar sobre el manejo del lenguaje matemático.

Metodología: evaluación diagnóstica en la que se detectan las necesidades del alumno; búsqueda de materiales con ejemplo que faciliten su comprensión; organización de los mismos; entrega y defensa del portafolio de la TG compuesto por: esquema-resumen, ejemplo, ejercicios propuestos y ejercicios de evaluación.

Algunos de los *contenidos* trabajados en el marco de esta tutoría son: Números reales y complejos; Desigualdades e inecuaciones; Sucesiones y funciones; Límite y continuidad; Derivadas y sus aplicaciones; Integrales inmediatas, métodos de integración y cálculo de áreas.

En la *evaluación* de la sesión se tienen en cuenta: la respuesta oral de cuestiones que muestren la comprensión y el manejo de los conceptos básicos de la materia; la resolución de problemas encaminados a comprobar la habilidad en las destrezas requeridas; los ejercicios de evaluación no presencial.

Octubre - Noviembre TG2: **TG de Apoyo**

Objetivos: mejorar el rendimiento académico, actuar sobre tópicos de dificultad probada en cursos precedentes; desarrollar capacidades: estudio, trabajo en equipo, creatividad y toma de decisiones.

Metodología: evaluación diagnóstica en la que se detectan las carencias y déficits; búsqueda de materiales con ejemplo que faciliten su comprensión; organización de los mismos; entrega y defensa del portafolio de la TG compuesto por: esquema-resumen, ejemplo, ejercicios propuestos y ejercicios de evaluación.

Algunos Contenidos: Fórmula de Taylor; Integrales Impropias y Paramétricas; Funciones de Varias Variables: Dominio, imagen, curvas de nivel. Límites y continuidad, Derivabilidad y diferenciabilidad, Extremos.

Evaluación: respuesta oral de cuestiones que muestren la comprensión y el manejo de los conceptos básicos de la materia; resolución de problemas encaminados a comprobar la habilidad en las destrezas requeridas; ejercicios de evaluación no presencial; evaluación del

El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal

portafolio teniendo en cuenta las anotaciones del diario de la tutoría grupal en el que se consideran las exposiciones y respuestas del grupo.

Noviembre – Diciembre TG3: **TG de Aplicación: Las Matemáticas y el mundo**

Objetivos: muchos alumnos tienen una visión de la materia como algo ajeno al resto de las áreas del grado por lo que se trata de la búsqueda de aplicaciones prácticas y se puede elegir cualquier tópico de las Matemáticas.

Metodología: se establecen directrices básicas y se propone la elaboración de una presentación que será defendida públicamente.

Algunos Contenidos: se da entera libertad al grupo para la búsqueda de aplicaciones de los temas estudiados en la materia en las diferentes asignaturas del curso.

Evaluación: puesta en común dentro del grupo, elaboración de un diagrama en forma de árbol cuyas ramas son las conexiones entre asignaturas y defensa del tema elegido.

6.- Evaluación

Evaluar un portafolio, y más si es de un grupo, es un proceso complejo que conlleva mucho más que otorgar una nota final. Nuestra intención es priorizar el modelo educativo basado en el grupo y en su aprendizaje y por ello se presta especial consideración al equipo en la gestión y regulación de su capacidad de aprender a aprender. Así, entendemos que la evaluación tiene una función transformadora y formativa y debe producirse durante el proceso de aprendizaje. Y ello ha de conducir a un resultado esperado, cumpliendo las expectativas del grupo y dando lugar a un producto final satisfactorio y justo.

La evaluación del portafolio se ha ido haciendo de forma continua, interactuando con los alumnos del grupo, lo que nos ha permitido la revisión y mejora de los trabajos que se van realizando de cara a su evaluación final. Nuestro sistema de evaluación parte de una visión global del portafolio, no entendiéndolo como suma de las partes que lo componen.

Hemos evaluado el portafolio partiendo de una serie de indicadores que nos informan del proceso de aprendizaje del grupo y que son los determinantes de la calificación final. Algunos de los criterios de evaluación que hemos usado son: la organización, presentación, selección de contenidos y su gestión, desarrollo de ideas propias, etc. En definitiva, estos

L. Bayón, J. M. Grau, J. A. Otero, M. M. Ruiz, P. M. Suárez

critérios están íntimamente relacionados con las competencias que se pretenden trabajar en las tutorías grupales y con los objetivos marcados para las mismas, que condicionan el diseño de actividades propuestas.

Los criterios e indicadores a los que hacemos referencia son:

- **Presentación:** identificación y localización de actividades y de las personas que forman el grupo.
- **Redacción:** ha de ser clara, precisa y con imprescindible corrección gramatical.
- **Información actual, diversa, equilibrada** (procedente de fuentes externas, del profesor y propia del grupo) y seleccionada con criterio.
- **Organización e integración:** debe de quedar claro para el profesor el proceso de aprendizaje que ha seguido el grupo y su capacidad para relacionar todas las actividades de forma que se obtenga una visión de conjunto.
- **Capacidad de selección de actividades complementarias y optativas.**
- **Aportaciones creativas:** contenidos, ideas y sugerencias propias, bien por el lenguaje utilizado, la selección de tareas, la forma,...
- **Implicación, participación y compromiso.**

7.- EL Portafolio o diario del Profesor

El portafolio del profesor se concibe como un producto elaborado con el objetivo de aportar evidencias de su labor docente y la consiguiente reflexión sobre las mismas así como para marcarse objetivos de enseñanza-aprendizaje. Tiene, pues, dos funciones: la acreditativa, puesto que funciona como muestrario hacia el exterior y la formativa, pues permite tomar conciencia de la propia actuación pedagógica y de los objetivos de formación que se fijan a partir de ella. El formato del Portafolio es más o menos estandarizado. Existe consenso en que debe contemplar dos bloques: el de la presentación personal y el de las evidencias con su consiguiente reflexión. En la presentación personal el tutor suele dar cuenta de sus inquietudes, puntos débiles y puntos fuertes y hace una primera reflexión sobre lo que es para él la enseñanza-aprendizaje. Las evidencias y reflexión son el bloque central del portafolio e incluye un conjunto de muestras de la labor docente con su consiguiente reflexión.

El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal

El bloque de evidencias debe constituir una selección representativa de todo lo que constituye la tutoría grupal. Pueden incluirse también las formas de evaluar, acciones docentes, evaluaciones de los estudiantes, informaciones de otros colegas, etc. Cualquier evidencia debe ir acompañada de la correspondiente reflexión que haga patente los aspectos que el docente ha tenido en cuenta para la planificación y realización de la tutoría grupal. En la reflexión, el profesor da cuenta de por qué ha sucedido algo en su acción docente y se plantea vías para la mejora profesional. Por ejemplo, por qué un ejercicio o examen presenta resultados más bajos de lo esperado, con qué criterios valora que una aportación o defensa es buena, etc.

De este modo, el portafolio funciona como instrumento que permite la reflexión sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, a partir de la cual el profesor-tutor se fija objetivos de formación.

El portafolio se va escribiendo a partir de las experiencias en el aula con el grupo de estudiantes de la tutoría grupal. Se va tomando conciencia de si las cosas están funcionando bien o no y si hay buen aprovechamiento de las horas de clase.

Las entradas fijas del portafolio por cada sesión, que deberían de ser redactadas nada más concluida la tutoría grupal, podrían ser las siguientes:

1. ¿Cómo ha ido hoy el día?: Un resumen de la planificación, los objetivos y la visión de lo ocurrido en el aula.
2. Dificultades surgidas. ¿Cuál ha sido la más problemática?. Posibles soluciones.
3. ¿Qué ha funcionado correctamente? ¿A qué se ha debido?
4. Varios: En el que se comentará cualquier cosa que se escape del contenido de las secciones anteriores.

Algunos de los aspectos más destacados del primer punto son: el grado de satisfacción de los grupos que demostraron sentirse relajados con el método empleado, la abundante participación en las discusiones y las diferentes aportaciones en torno a los temas o la mejora de los resultados académicos.

L. Bayón, J. M. Grau, J. A. Otero, M. M. Ruiz, P. M. Suárez

Durante las tutorías, tampoco han surgido grandes dificultades. Quizás, el dejar que las sesiones evolucionen en función de lo que va surgiendo, afecta ante todo a las planificaciones realizadas, porque, en general, retrasa las programaciones y, a veces, cuesta cubrir parte del temario asignado. También surgieron temas en función de algunas de las conferencias programadas por el centro que hicieron que algunas de las sesiones sufrieran retrasos y algunos cambios por lo que nos apuntamos en el debe una mejor organización de las mismas.

Entre lo que ha funcionado correctamente destacamos que lo importante era propiciar el debate y la discusión y se ha conseguido, siempre sustentada en unos conocimientos bastante sólidos y con un importante toque de rigor que no suele ser común en los primeros cursos. Como línea de mejora y con el fin de enriquecer más las tutorías grupales, se podrían preparar actividades para comprobar la comprensión lectora de algún texto o artículo y finalizar la actividad con la escritura en grupo de un artículo sobre el tema o algo similar.

8.- Conclusiones y Consideraciones Finales

De los resultados obtenidos por nuestros alumnos sería destacable el aumento del número de aprobados en la materia (llega hasta el 80%), aunque el reverso de estos datos es el bajo porcentaje de alumnos que obtienen la calificación máxima (sólo el 5%).

Si se pregunta a los alumnos por su grado de satisfacción tenemos que: el 25% manifiesta estar muy satisfecho, el 35% bastante satisfecho, un 30 % satisfecho, un 7% poco satisfecho y un 3% nada satisfecho.

Preguntados por su sensación respecto al desarrollo de competencias, destacan entre las que consideran cómo más desarrolladas y por este orden: el análisis y síntesis de información, las habilidades para la resolución de problemas, la capacidad de crítica, la facilidad para la exposición oral y la creatividad.

Consideramos que todo lo anterior apuntala la opinión de que nuestros esfuerzos van en la dirección correcta.

El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal

Referencias

- Aronson E., Patnoe S. (1997). *“The jigsaw classroom: building cooperation in the classroom”*. Addison Wesley Longman, New York.
- Barberá E. (2005). *“La evaluación de competencias complejas: la práctica del portafolio”*. Educere. Venezuela.
- Barragán R. (2005). *“El portafolio, metodología de evaluación y aprendizaje de cara al nuevo espacio europeo de educación superior”*. RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa. Universidad de Extremadura.
- De Serranos, G. y Olivás, A. (1989). *“Acción tutorial en grupo”*. Escuela Española. Madrid.
- González J., Wagenaar R. (2003). *“Tuning. Educational Structures in Europe”*, Universidad de Deusto.
- Junta de Andalucía (Cidua). (2005). *“Informe de la Comisión para la Innovación de la Docencia en las Universidades de Andalucía”*. Sevilla
- Otero J.A. y otros. (2011). *“Algunas actividades docentes en las asignaturas de Matemáticas en el marco del EEES”*, Actas 15 JAEM. Gijón.
- Otero y otros J.A. (2014). *“Group tutorials: Some experiences”*, Conference Proceedings 4TH VALENCIA GLOBAL.
- Shea G.F. (1992). *“Mentoring”*, London, Kogan Page.
- Tejada J. M., Arias L. F. (2003). *“El significado de la tutoría académica en estudiantes de primer ingreso”*, Revista de Educación Superior, Volumen 3, N° 127, pp. 25.
- Universidad Autónoma de Barcelona. (2004). *“Documento marco sobre la tutoría en la Universidad de Barcelona”*. Barcelona.
- Universidad de Oviedo. *Declaraciones de la Sorbona y Bolonia y Comunicados de Praga, Berlín, Bergen, Londres y Lovaina*, (1998, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007 y 2009). http://www.uniovi.net/zope/EEES/faq/marco_legal

Metodología docente aplicada a las tecnologías de seguridad industrial mediante los criterios del órgano nacional científico - técnico especializado en la materia

Miguel A. Sebastián^a, Francisco Brocal^{a,b}

^a UNED, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, C/ Juan del Rosal 12, Madrid 28040, España. msebastian@ind.uned.es, ^b Universidad de Alicante, Escuela Politécnica Superior, Carretera San Vicente s/n, Alicante, 03690, España. francisco.brocal@ua.es

Resumen

La presente metodología se ha diseñado para su aplicación en la asignatura denominada “Aspectos Tecnológicos de la Seguridad” (ATS), formando parte del programa del Máster Universitario de Prevención de Riesgos Laborales (PRL) de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Dicha metodología se basa en los resultados obtenidos en una reciente investigación donde se ha obtenido una clasificación de las Tecnologías de Seguridad Industrial (TSI) agrupadas en ATS que vincula la normativa básica de aplicación con las guías técnicas (GT) y Notas Técnicas de Prevención (NTP), publicadas en abierto en la página web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), siendo éste es el órgano científico - técnico especializado de la Administración General del Estado. De este modo, la metodología se ha estructurado en un conjunto de bloques de actividades docentes alineados con la clasificación de las TSI, a través de los que se despliegan los ATS relacionados, siguiendo una secuencia de estudio y análisis desde lo general a lo específico, lo que implica comenzar por la normativa básica en materia de PRL, continuar con las GT y NTP relacionadas y finalizar con otros recursos del INSHT.

Palabras clave: docencia; prevención; riesgo laboral; seguridad industrial; tecnología

Metodología docente aplicada a las tecnologías de seguridad industrial mediante recursos en abierto del INSHT

1. Introducción

La metodología docente desarrollada en el presente trabajo se ha aplicado durante el curso 2014-2015 en la asignatura denominada “Aspectos Tecnológicos de la Seguridad” (ATS), formando parte del programa del Máster Universitario de Prevención de Riesgos Laborales (PRL) de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED, 2015).

En el campo de la PRL, las tecnologías de seguridad industrial (TSI) aplicadas con carácter general a la PRL y a la prevención del accidente de trabajo de forma particular, cubren un amplio espectro, desde las infraestructuras e instalaciones generales de la empresa, pasando por las características técnicas y organizativas de su proceso productivo hasta llegar a cada uno de los puestos de trabajo que configuran su estructura organizativa.

De esta forma, para el análisis y evaluación de riesgos de las distintas TSI existen diferentes y numerosos recursos técnicos en abierto en la página web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2015), siendo éste el órgano científico - técnico especializado de la Administración General del Estado (Ley 31/1995). De este modo, Sebastián y Brocal (2015) han elaborado un estudio del que se desprende una clasificación específica de dichas TSI que vincula la normativa básica de aplicación con las GT asociadas y NTP desarrolladas por el INSHT, concluyendo que siendo ambas herramientas fundamentales para la interpretación técnica de la normativa correspondiente, la agrupación de las NTP en ATS para cada TSI permite desarrollar estrategias docentes bien estructuradas y documentadas.

Para el desarrollo de la estrategia aquí planteada, se han integrado los resultados del análisis del riesgo obtenidos por Brocal (2014), especialmente el modelo de riesgo propuesto, ya que el mismo permite el diseño de actividades docentes centradas en los componentes del riesgo, potenciando y falitando de este modo el análisis y evaluación de riesgos de las distintas TSI.

Sin embargo, tal y como recogen Sebastián y Brocal (2015), siendo adecuado el grado de actualización de las GT, el relativo a las NTP no puede considerarse óptimo, especialmente considerando que el 54% de las NTP ligadas a los ATS son anteriores a 1997 (comienzo del desarrollo normativo básico en material de PRL), circunstancia que lejos de ser un obstáculo docente, permite ampliar las posibilidades didácticas orientadas hacia el diseño de actividades centradas en el análisis y conocimiento de las TSI a través del estudio de la bibliografía considerada en cada NTP de interés, estando normalmente compuestas las mismas por reglamentos, normas, guías y criterios profesionales de entidades españolas e internacionales de reconocido prestigio.

Miguel A. Sebastián y Francisco Brocal

2. Objetivo

Se establece como objetivo general el diseño de una metodología docente que permita el estudio, análisis e interpretación de las TSI por el estudiante de la asignatura de ATS, a partir de los recursos técnicos y legales accesibles libremente a través de la página web del INSHT (2015), particularmente: legislación específica en materia de PRL y relacionada, Guías Técnicas (GT) y Notas Técnicas de Prevención (NTP).

3. Métodos

Dadas las especiales características de la asignatura ATS y a efectos de dar el máximo seguimiento a las recomendaciones metodológicas del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) surgido a partir de la Declaración de Bolonia de 19 de junio de 1999, la estructura de la metodología desarrollada en el presente trabajo se apoya en un conjunto de Bloques de Actividades (BA), que además de proporcionar el preceptivo trasvase de conocimientos, vayan generando habilidades y actitudes en las materias propias de la asignatura.

Para el diseño de dichos bloques se han tomado como punto de partida los resultados obtenidos en el estudio elaborado por Sebastián y Brocal (2015), particularmente los referidos a la clasificación de las TSI así como a los recursos del INSHT vinculados. En cuanto al diseño de las distintas actividades que configuran los BA, se han integrado los resultados del análisis del riesgo obtenidos por Brocal (2014), especialmente el modelo de riesgo (R) propuesto. De esta forma, se ha seguido la siguiente secuencia:

- 1º. *Definir los objetivos docentes*: se han definido en consonancia con el contenido mínimo de del programa de formación, para el desempeño de las funciones de nivel superior según el apartado I.2 del Anexo VI del RD 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicio de Prevención.
- 2º. *Estructurar la asignatura*: la componen 6 BA orientados hacia el cumplimiento de los objetivos docentes así como para la inclusión del conjunto de las TSI consideradas. Para ello, de forma programada se ha publicado cada BA en el curso virtual de la asignatura, siguiendo una secuencia integradora de conocimientos preventivos, de forma que los adquiridos en el BA-01 son de aplicación en el BA-02, y los adquiridos con estos dos son a su vez de aplicación en el BA-03, y así sucesivamente. Para dar respuesta a cada BA, los estudiantes disponen de un tiempo medio de 15 días (tiempo que coincide con la publicación de cada BA);
- 3º. *Estructurar los BA*: cada bloque cubre una TSI o varias cuando las mismas son de características preventivas homogéneas. A su vez, un BA está compuesto por 6 actividades, estando diseñadas con carácter general de forma que, las tres primeras abordan aspectos preventivos de aplicación general y las tres siguientes aspectos de aplicación específica.

Metodología docente aplicada a las tecnologías de seguridad industrial mediante recursos en abierto del INSHT

4º. *Definir las características generales de las actividades:* las mismas se han diseñado de forma que su estudio y análisis pueda llevarse a cabo por el estudiante a partir de los recursos técnicos y legales accesibles libremente a través de la página web del INSHT (2015).

4. Tecnologías de seguridad industrial

Sebastián y Brocal (2015) definen las TSI de la siguiente forma: *conjunto de instrumentos y procedimientos industriales que permiten el aprovechamiento práctico en materia de análisis, evaluación y control de riesgos específicos, pudiendo clasificarse en: equipos de trabajo; lugares y espacios de trabajo; manipulación, almacenamiento y transporte; electricidad; incendios; productos químicos.* Además, según indican los autores de dicha definición, con el fin de compatibilizarla con el apartado “i” del RD 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, se entenderá por equipo de trabajo, cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo (RD 1215/1997).

Tabla 1. Vinculación de las TSI con los pares formados por reales decretos y guías técnicas del INSHT

PARES FORMADOS POR: REAL DECRETO-GUÍA TÉCNICA	CLASIFICACIÓN DE LAS TSI					
	TS-01	TS-02	TS-03	TS-04	TS-05	TS-06
	EQUIPOS DE TRABAJO	LUGARES Y ESPACIOS DE TRABAJO	MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	ELECTRICIDAD	INCENDIOS	PRODUCTOS QUÍMICOS
RD/GT 1215/97 SOBRE EQUIPOS DE TRABAJO	●	○	●	●	●	●
RD/GT 486/97 SOBRE LUGARES DE TRABAJO	○	●	●	●	●	●
RD/GT 487/97 SOBRE MANIP. MANUAL DE CARGAS	---	○	●	---	---	○
RD/GT 614/01 SOBRE RIESGO ELÉCTRICO	●	●	●	●	●	●
RD/GT 681/03 SOBRE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS	●	●	●	●	●	●
RD/GT 374/01 SOBRE PRODUCTOS QUÍMICOS	●	●	●	●	●	●
RD/GT 485/97 SOBRE SEÑALIZACIÓN	○	○	○	○	○	○
RD/GT 485/97 SOBRE EPI	○	○	○	○	○	○

● Vinculación directa	○ Vinculación transversal
-----------------------	---------------------------

Fuente: Adaptado de Sebastián y Brocal (2015)

Miguel A. Sebastián y Francisco Brocal

Las instalaciones consideradas equipos de trabajo son por ejemplo: instalaciones de tratamiento superficial, instalaciones de pintura, instalaciones compuestas por una asociación de máquinas que funcionan interdependientemente, etc. (INSHT, 2011a). En cuanto a las instalaciones generales de servicio o de protección, tales como las instalaciones eléctricas, las de gas o las de protección contra incendios, anejas a los lugares de trabajo, se consideran como parte integrante de los mismos (INSHT, 2011a).

Tabla 2. Subclasificación de las TSI según los ATS cubiertos por las NTP del INSHT

	TSI-01	TSI-02	TSI-03	TSI-04	TSI-05	TSI-06
	EQUIPOS DE TRABAJO	LUGARES Y ESPACIOS DE TRABAJO	MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	ELECTRICIDAD	INCENDIOS	PRODUCTOS QUÍMICOS
ATS	1. EQUIPOS DE ELEVACIÓN 2. EQUIPOS DE TRABAJO LLEVADOS O GUIADOS MANUALMENTE 3. EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVAR PERSONAS 4. EQUIPOS DE TRABAJO (INSTALACIÓN) 5. HERRAMIENTAS 6. BATERÍAS 7. SOLDADURA 8. MÁQUINAS ESPECÍFICAS 9. DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD	1. INSTALACIONES 2. MANTENIMIENTOS DE INSTALACIONES 3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO 4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN/ INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTE 5. ESPACIOS DE TRABAJO 6. SUPERFICIES DE TRABAJO 7. MUELLES DE CARGA Y DESCARGA 8. ESCALERAS 9. BARANDILLAS 10. ILUMINACIÓN 11. SEÑALIZACIÓN 12. RESIDUOS	1. MANIPULACIÓN 2. ALMACENAMIENTO 3. TRANSPORTE POR CARRERA 4. EPI	1. ELECTRICIDAD ESTÁTICA 2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD 3. ARCO ELÉCTRICO 4. EFECTOS DE LA CORRIENTE AL ATRAVESAR EL ORGANISMO	1. PLANES DE EMERGENCIA 2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE INCENDIOS 3. ALARMA Y DETECCIÓN DE INCENDIOS 4. EXTINCIÓN DE INCENDIOS 5. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE EXPLOSIONES 6. SISTEMAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE EXPLOSIONES	1. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS CON LOS PRODUCTOS QUÍMICOS 2. CLASIFICACIÓN, ETIQUETADO Y ENVASADO (CLP) DE PRODUCTOS QUÍMICOS 3. FUGAS Y TRASVASES 4. REACCIONES PELIGROSAS 5. SUSTITUCIÓN DE AGENTES QUÍMICOS 6. NANOPARTÍCULAS

Fuente: Adaptado de Sebastián y Brocal (2015)

Así, para que el estudio y análisis de las TSI pueda llevarse a cabo por el estudiante a partir de los recursos del INSHT, es necesario desarrollar un punto de partida técnico-legal vinculado a dichas tecnologías. De este modo, Sebastián y Brocal (2015) han desarrollado la estructura mostrada en la Tabla 1, donde se vinculan las TSI con los distintos pares formados por un real decreto (RD) de carácter básico en PRL y su guía técnica (GT) asociada elaborada por el INSHT, cuyo análisis ha permitido a los autores citados desarrollar una

Metodología docente aplicada a las tecnologías de seguridad industrial mediante recursos en abierto del INSHT

subclasificación de las TSI según los ATS cubiertos por las NTP del INSHT, según se muestra en la Tabla 2.

A partir de las bases mostradas en las Tablas 1 y 2, es posible establecer otros niveles de correspondencia con normas y reglamentos distintos de los indicados que también son de aplicación en el campo de la PRL, como por ejemplo los distintos reglamentos de seguridad industrial (Reglamento de Baja Tensión [RD 842/2002], Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos [RD 379/2001], etc.).

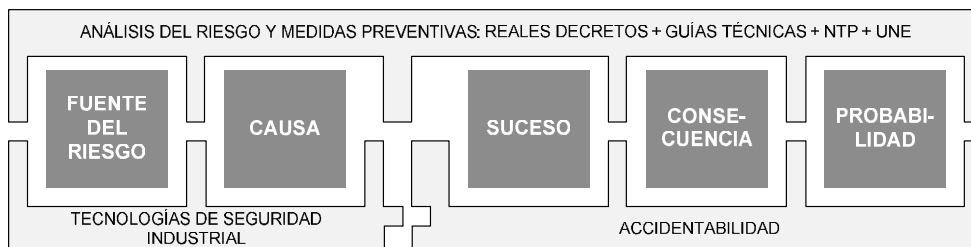
5. Modelo de riesgo

Brocal (2014) ha desarrollado un modelo de riesgo que se define como: un riesgo (R) es una estructura formada por cinco componentes (5-tupla), siendo: la fuente del riesgo (FR), las causas (C), los sucesos (S), las consecuencias (CO) y la probabilidad (P), donde la fuente del riesgo es a su vez un par formado por los subcomponentes sistema (s) y salida (sa).

Dicho modelo se ha integrado en la metodología docente a partir de los siguientes criterios, según se puede observar esquemáticamente en la figura 1:

- 1º. Los componentes FR y C, se localizan en las distintas TSI estudiadas
- 2º. El componente S, se limita al estudio del accidente (dadas las características de la asignatura ATS), por ejemplo: atrapamiento, incendio, explosión, contacto eléctrico, etc.
- 3º. El componente CO, está ligado directamente al accidente (S) originado por la interacción entre FR y C, que continuando con los ejemplos anteriores tienen su correspondencia en: contusión, quemadura, electrocución, etc.
- 4º. El componente P, indica la posibilidad de que el accidente se produzca, descrita utilizando términos generales
- 5º. El análisis del riesgo y las medidas preventivas asociadas a sus componentes, se han estudiado según los pares formados por RD-GT de aplicación en cada caso, junto con el análisis de las NTP y normas UNE recogidas en cada GT, considerando los contenidos en primer caso y los grados de actualización en ambos.

Figura 1. Integración del modelo de riesgo de Brocal (2014) en la metodología docente.



Fuente: Elaboración propia

Miguel A. Sebastián y Francisco Brocal

6. Desarrollo de la metodología docente

En el presente apartado se describen cada una de las etapas que configuran la metodología docente que ha sido aplicada a la asignatura ATS.

6.1. Objetivos docentes

Los objetivos docentes se han definido secuencialmente persiguiendo cubrir por una parte las distintas TSI, y por otra el apartado I.2 del Anexo VI del RD 39/1997. Para ello, dicha secuencia, que puede visualizarse en la Figura 2, se ha sincronizado con el proceso general de evaluación de riesgos, que puede resumirse como un proceso global de identificación del peligro, análisis del riesgo y valoración del riesgo (adaptado de Aenor, 2011). De este modo, los objetivos 1 y 2 se centran en el estudio de los peligros asociados a las TSI, con los objetivos 3 y 4 se analiza el riesgo y con el objetivo 5 se estudian determinados métodos de valoración o evaluación del riesgo. Al respecto es importante indicar que se ha adoptado como modelo del riesgo el desarrollado por Brocal y Sebastian (2015). Finalmente, el objetivo 6 tiene un carácter integrador sobre los objetivos anteriores en materia de ATS específicos.

Dicho enfoque, facilita el aprendizaje progresivo de las TSI, desde lo general a lo específico, para lo cual además de utilizar las principales herramientas del INSHT (legislación, GT y NTP).

Figura 2. Secuencia de objetivos docentes.



Fuente: Elaboración propia

Metodología docente aplicada a las tecnologías de seguridad industrial mediante recursos en abierto del INSHT

En cuanto a las descripciones detalladas de los objetivos y sus relaciones con el apartado I.2 del Anexo VI del RD 39/1997, se recogen en la Tabla 3.

Tabla 3. Cobertura del Apdo. I.2 del Anexo VI del RD 39/1997 a través de los objetivos docentes

OBJETIVOS DOCENTES	APDO I.2 DEL ANEXO VI DEL RD 39/1997
1. Analizar el concepto de Técnicas de Seguridad.	a
2. Analizar el concepto de las TSI.	a
3. Analizar la legislación específica en materia de prevención de riesgos laborales y Guías Técnicas relacionadas elaboradas por el INSHT de aplicación directa a las TSI.	b, e
4. Conocer los principales riesgos, sus causas y medidas preventivas (incluyendo protección colectiva e individual) asociadas a las TSI, mediante el estudio de la legislación de aplicación, Guías Técnicas y Notas Técnicas de Prevención relacionadas y elaboradas por el INSHT.	b, c, d, e, f, h, g, h, i, j, k, l
5. Conocer las principales metodologías de evaluación de riesgos asociadas a las TSI, mediante el estudio de la legislación de aplicación, Guías Técnicas y Notas Técnicas de Prevención relacionadas y elaboradas por el INSHT.	b, c, d, e, f, h, g, h, i, j, k, l
6. Profundizar en el estudio preventivo de aquellos aspectos tecnológicos relevantes en el campo profesional aplicados a las TSI.	b, e, f, i, j, k, l

Fuente: Elaboración propia

6.2. Estructura de los bloques de actividades

Según se ha descrito en el apartado correspondiente al método empleado, se han diseñado 6 BA quedando estructurados según una secuencia integradora de conocimientos preventivos, de acuerdo con el cumplimiento de los objetivos docentes.

Para ello, tal y como se recoge en la Tabla 4, se ha establecido una correspondencia de los BA con las TSI y los objetivos docentes. Dicha correspondencia permite estudiar las TSI de forma que los conocimientos adquiridos en cada BA son de aplicación en los siguientes, quedando todos ellos interrelacionados según se muestra la Figura 3.

Al respecto debe indicarse que los objetivos 3, 4, 5 y 6, se alcanzan con cada uno de los BA numerados a partir del 02, evidentemente, considerando las particularidades tecnológicas de aplicación en cada caso.

Miguel A. Sebastián y Francisco Brocal

Tabla 4. Correspondencia de los BA con las TSI y los objetivos docentes

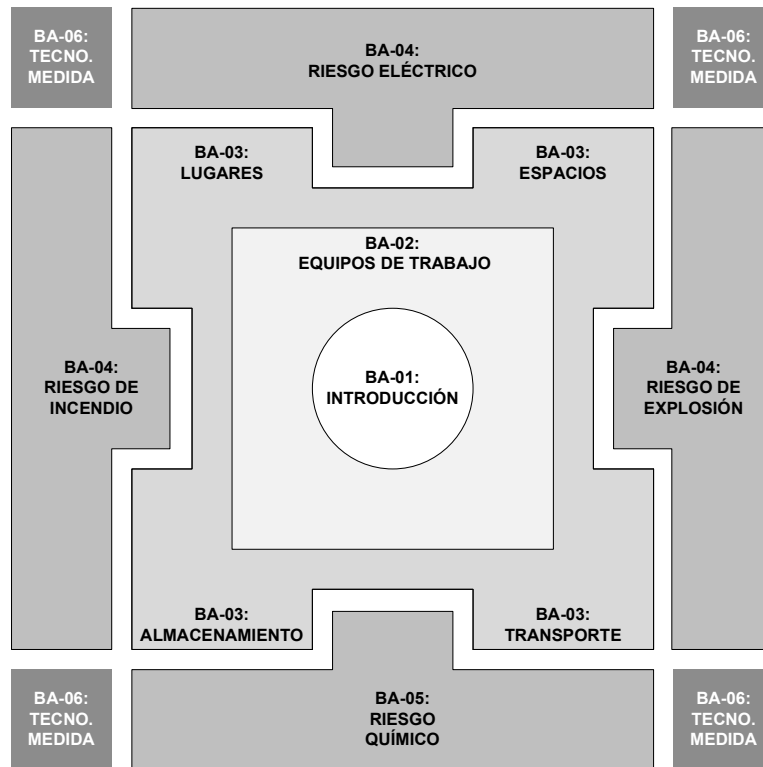
BLOQUES DE ACTIVIDADES		TSI-01	TSI-02	TSI-03	TSI-04	TSI-05	TSI-06	OBJETIVOS DOCENTES
		EQUIPOS DE TRABAJO	LUGARES Y ESPACIOS DE TRABAJO	MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	ELECTRICIDAD	INCENDIOS	PRODUCTOS QUÍMICOS	
01	INTRODUCCIÓN	●	●	●	●	●	●	1, 2
02	EQUIPOS DE TRABAJO	●						3, 4, 5 y 6
03	LUGARES, ESPACIOS, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE		●	●				3, 4, 5 y 6
04	RIESGO ELÉCTRICO, INCENDIOS Y EXPLOSIONES				●	●		3, 4, 5 y 6
05	RIESGO QUÍMICO						●	3, 4, 5 y 6
06	TECNOLOGÍAS DE MEDIDA Y ANÁLISIS GLOBAL DE LA ASIGNATURA	●	●	●	●	●	●	3, 4, 5 y 6

Fuente: Elaboración propia

La interrelación entre BA sigue una secuencia lógica de acuerdo a una configuración industrial básica y general, es decir, se parte de una introducción a la asignatura (BA-01), se continua con el estudio de los equipos de trabajo que configuran un determinado proceso productivo (BA-02), y a continuación se estudian los lugares y espacios de trabajo donde se desarrollan dichos procesos, junto con las actividades relacionadas de almacenamiento y transporte (BA-03). Como consecuencia de dichas interrelaciones, podrán existir un conjunto de riesgos para la seguridad de carácter fundamental (según las TSI correspondientes), considerándose como tales los siguientes: riesgo eléctrico, de incendio y de explosión (BA-04) así como el riesgo químico (BA-05). Por razones obvias, dichos riesgos también están íntimamente interrelacionados entre sí. Finalmente, en el BA-06 se estudian las tecnologías de medida asociadas a las TSI, especialmente las relativas directamente con los BA-04 y 05, quedando cerrado de esta forma el esquema de aprendizaje mostrado con la Figura 3.

Metodología docente aplicada a las tecnologías de seguridad industrial mediante recursos en abierto del INSHT

Figura 3. Esquema de aprendizaje



Fuente: Elaboración propia

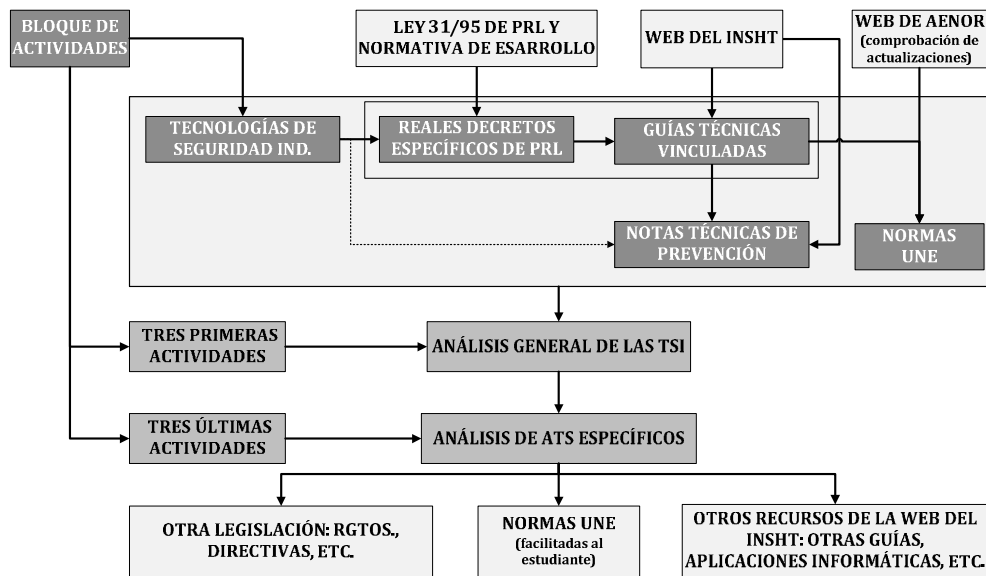
6.3. Estructura de las actividades

Cada BA está compuesto por 6 actividades, las cuales se han diseñado según el siguiente esquema general para las TSI consideradas, tal y como se puede observar en la figura 4:

- 1º. *Tres primeras actividades:* con estas actividades se realiza un análisis general de las TSI, partiendo de la NTP 924 del INSHT elaborada por Fraile (2011), con la que se han analizado las causas de accidente aplicando el modelo del riesgo de Brocal (2014). Posteriormente se han estudiado las medidas preventivas asociadas a los componentes de dicho modelo, según los pares formados por RD-GT de aplicación en cada caso. Para ello, se han analizado las NTP y normas UNE recogidas en cada GT, considerando los contenidos en primer caso y los grados de actualización en ambos.
- 2º. *Tres últimas actividades:* se han analizado aspectos tecnológicos específicos ligados a TSI concretas, considerando para ello el estudio y análisis de la combinación de determinadas NTP, normas UNE y otras herramientas del INSHT, como por ejemplo sus herramientas informáticas.

Miguel A. Sebastián y Francisco Brocal

Figura 4. Estructura general de un bloque de actividades



Fuente: Adaptado de Sebastián y Brocal (2015)

En cuanto a los aspectos tecnológicos concretos ligados a las TSI que han sido analizados por el estudiante a través de las tres últimas actividades de cada BA, en la Tabla 5 se recoge una relación de los mismos, cuyo diseño se ha ajustado a los siguientes criterios generales para cada ATS considerado:

- 1º. Su ámbito de aplicación es de carácter industrial
- 2º. Se encuentra ligado directamente a un par formado por RD y GT
- 3º. Se encuentra desarrollado a través de una o más NTP
- 4º. El grado de actualización técnica de los recursos anteriores y/o nivel de detalle, es susceptible de mejora mediante el estudio de normas UNE relacionadas y/o recursos del INSHT distintos de las GT y NTP, como por ejemplo mediante herramientas informáticas
- 5º. Los riesgos de accidente relacionados con el ATS, tienen su correspondencia con los detectados en la última Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (INSHT, 2011)

Metodología docente aplicada a las tecnologías de seguridad industrial mediante recursos en abierto del INSHT

Tabla 5. Relación de ATS específicos analizados por estudiante para cada BA

BLOQUES DE ACTIVIDADES		TSI	ASPECTOS TECNOLÓGICOS PARA LA SEGURIDAD ESPECÍFICOS ANALIZADOS POR EL ESTUDIANTE
01	INTRODUCCIÓN	01-06	Análisis de las TSI y sus correspondencias con RD-GT
02	EQUIPOS DE TRABAJO	01	Herramientas manuales
			Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos
			Principios relativos a la prevención de la neutralización de los dispositivos de mando a dos manos
03	LUGARES, ESPACIOS, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	02 Y 03	Guantes
			Almacenamiento en estanterías metálicas convencionales para cargas paletizadas
			Carretillas elevadoras automotoras
04	RIESGO ELÉCTRICO, INCENDIOS Y EXPLOSIONES	04 Y 05	Electricidad estática y explosiones
			Calculadora del INSHT: Seguridad contra incendios en establecimientos industriales y el cálculo del nivel de riesgo intrínseco
			Grado de protección de las envolventes de los materiales eléctricos
05	RIESGO QUÍMICO	06	Regulación en la UE productos químicos y EPI relacionados
			Almacenamiento de productos químicos peligrosos
			Armarios de seguridad contra incendios para líquidos inflamables;
06	TECNOLOGÍAS DE MEDIDA Y ANÁLISIS GLOBAL DE LA ASIGNATURA	01-06	Gestión de los equipos de medida
			Tecnologías de seguridad industrial relacionadas con la medición del riesgo eléctrico, riesgo de incendio y riesgo de explosión
			Selección, uso y mantenimiento de los equipos portátiles y transportables para la detección de gases inflamables y de oxígeno

Fuente: Elaboración propia.

7. Conclusiones

Se ha cubierto el objetivo de diseñar y aplicar una metodología docente durante el curso 2014-2015 que permite al estudiante de la asignatura de ATS el estudio, análisis e interpretación de las TSI y de los riesgos asociados, considerando para ello los recursos técnicos y legales accesibles libremente a través de la página web del INSHT (2015), así como el modelo de riesgo de Brocal (2014).

Dicha metodología permite al estudiante el aprendizaje progresivo de las TSI, mediante una secuencia compatible con la configuración general de los procesos industriales y sus distintos aspectos tecnológicos relevantes en materia de seguridad laboral. Para ello, es necesario que el estudiante analice con detalle los distintos recursos del INSHT indicados, desde la normativa básica en materia de PRL vinculada a las TSI, pasando por las GT y NTP relacionadas, hasta llegar a la especificidad proporcionada por normas UNE.

Miguel A. Sebastián y Francisco Brocal

De este modo, el estudiante adquiere necesariamente un conocimiento profundo de los recursos del INSHT de aplicación a las TSI, considerando además de sus contenidos técnicos y legales, el grado de actualización de los mismos, lo que en conjunto permite construir una base tecnológica de aplicación al ámbito preventivo de carácter profesional.

Finalmente, futuros trabajos complementarios al presente, analizarán específicamente el grado de aprendizaje adquirido por el estudiante así como su nivel de satisfacción con la metodología docente empelada.

8. Referencias

- AENOR (Asociación Española de Normalización), (2015). Portal web de Aenor: <https://www.aenor.es/>
- Brocal, F., (2014). *Metodología para la identificación de riesgos laborales nuevos y emergentes en los procesos avanzados de fabricación industrial*. (Tesis doctoral). Madrid: UNED.
- Brocal, F., Sebastián, M.A., (2015). *Analysis and Modeling of New and Emerging Occupational Risks in the Context of Advanced Manufacturing Processes*, Procedia Engineering, Volume 100, Pages 1150-1159.
- Freile, A., (2011). *NTP 924 : Causas de accidentes: clasificación y codificación*. Centro Nacional de Verificación de Maquinaria. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), (1998). *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas* (Real Decreto 487/1997 – BOE nº 97), INSHT, Ministerio de Trabajo e Inmigración.
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), (1999). *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a los lugares de trabajo* (Real Decreto 486/1997 – BOE nº 97), INSHT, Ministerio de Trabajo e Inmigración.
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), (2008). *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo* (Real Decreto 681/2003 – BOE nº 145), 2ª Edición, INSHT, Ministerio de Trabajo e Inmigración.
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), (2009). *Guía Técnica sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo* (Real Decreto 485/1997 – BOE nº 97), 2ª Edición, INSHT, Ministerio de Trabajo e Inmigración.
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), (2011a). *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo* (Real Decreto 1215/1997 – BOE nº 188), 2ª Edición, INSHT, Ministerio de Trabajo e Inmigración.
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), (2011b). *VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo*. NIPO 272-12-039-5. IINSHT.
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), (2012). *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* (Real Decreto 773/1997 – BOE nº 140), 2ª Edición, INSHT, Ministerio de Empleo y Seguridad Social.
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), (2013). *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con agentes químicos* (Real Decreto 374/2001 – BOE nº 104), 2ª Edición, INSHT, Ministerio de empleo y Seguridad Social.

Metodología docente aplicada a las tecnologías de seguridad industrial mediante recursos en abierto del INSHT

- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). (2014a). *Portal web del INSHT* <http://www.insht.es>
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), (2014b). *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la protección frente al riesgo eléctrico* (Real Decreto 614/2001 – BOE nº 148), 3ª Edición, INSHT, Ministerio de empleo y Seguridad Social.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales. (BOE, núm. 269, 10.11.1995).
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, (2003). La integración del sistema universitario español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior: Documento-marco.
- Ministros Europeos de Educación, (1999). Declaración conjunta de los Ministros Europeos de Educación reunidos en Bolonia el 19 de Junio de 1999.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. (BOE, núm. 27, 31.01.1997).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (BOE, núm. 97 23.04.1997).
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. (BOE, núm. 97 23.04.1997).
- Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. (BOE núm 97 23.04.1997)
- Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. (BOE núm 140 12.06.1997).
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. (BOE, núm. 188 07.08.1997).
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. (BOE, núm. 104 01.05.2001).
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001 (BOE, núm. 112 10.05.2001).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. (BOE, núm. 148 21.06.2001).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. (BOE, núm. 224 18.09.2004).
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. (BOE, núm. 145 18.06.2003).
- Sebastián, M.A., Brocal, F., (2015). *Analysis of open resources from INSHT for application to university teaching of industrial safety technology*. Proceedings of the 6th Manufacturing Engineering Society International Conference – Barcelona – July 2015.
- UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia), (2015). Portal web de la UNED: <http://www.uned.es>

Implementación de la propuesta docente CDIO en una asignatura de último curso del grado de Ingeniería electrónica Industrial y automática

B. Alorda^a, C. Carmona^b y P. Pons^a

^a Escuela Politécnica Superior, Grupo de Sistemas Electrónicos, Universidad de Illes Balears (tomeu.alorda@uib.cat) (perepons @preticom.com) y ^b Escuela Politécnica Superior, Grupo de Construcciones Arquitectónicas y Ingeniería de Edificación, Universidad de Illes Balears (cristian.carmona@uib.es).

Abstract

Improving student motivation to complex concepts of electrical engineering is one of the principal's objectives of this work, where a CDIO implementation (Conceive, Design, Implement and Operate) methodology in undergraduate degree is proposed. Both the proposed structure as implemented evaluation methods may be applicable to various subjects of technical studies requiring the tutoring of professional skills in a simulated environment by practicing on complex challenges. The reported results reinforce the validity of the proposal and demonstrate the need for such proposals to adapt the skills learned to the needs of professional practice.

Keywords: *Student motivation, learning by doing, collaborative learning methodologies, simulated professional learning.*

Resumen

La mejora de la motivación de los estudiantes hacia conceptos complejos de ingeniería electrónica es uno de los principales objetivos de este trabajo, donde se recoge una propuesta de implantación de la metodología CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar) en los estudios de grado de Ingeniería electrónica industrial y automática. Tanto la estructura propuesta como los métodos de evaluación implantados pueden ser aplicables a diversas asignaturas de estudios técnicos que requieran del aprendizaje de habilidades en un entorno profesional simulado mediante la práctica sobre retos complejos. Los resultados reportados fortalecen la validez de la propuesta y demuestran la necesidad de este tipo de propuestas para la adaptación de las capacidades aprendidas a las necesidades de la práctica profesional.

Implementación de la propuesta docente CDIO en una asignatura de último curso del grado de Ingeniería electrónica Industrial y automática

Palabras clave: *Motivación del estudiante, Aprender haciendo, Metodologías de aprendizaje colaborativas, Aprendizaje profesional simulado.*

Introducción

La metodología de aprendizaje en los estudios de ingeniería está en continua evolución y en la última década ha habido un creciente interés por proponer modelos educativos que sigan las demandas sociales y económicas para afrontar los nuevos retos tecnológicos de la sociedad. Así en el trabajo de (Martínez, C. et al. 2013) se muestran la gran cantidad de enfoques y metodologías que se han publicado desde diferentes actores del sistema educativo y empresarial para los estudios universitarios, destacando el modelo CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar) por su enfoque desde su creación hacia las titulaciones de ingeniería. En este contexto de debate metodológico y de adaptación de las competencias en las ingenierías hacia los retos sociales y los ajustes de las necesidades del mundo moderno la metodología CDIO pretende ayudar a crear un marco de formación de los conceptos fundamentales de las ingenierías en un contexto de desarrollo de sistemas y productos hacia el mundo real. Se trata por tanto, de generar un entorno próximo al ejercicio profesional como contexto ideal para el aprendizaje y la consolidación mediante la práctica no sólo de los conceptos sino también de las competencias socio-profesionales.

Por otro lado, en las asignaturas de último curso, los estudiantes participan en trabajos autónomos, actividades de búsqueda de información y sesiones de laboratorio en las cuales es necesario aplicar habilidades que van más allá de la simple aplicación de conceptos previamente aprendidos. Este tipo de actividades requiere la creación de un espacio de aprendizaje motivador que permita la realización de un aprendizaje efectivo por competencias. En este sentido, la motivación del estudiante es un concepto complejo y de difícil cuantificación (Jenkins, 2001). En este sentido es posible que la misma actividad consiga motivar al grupo de estudiantes al mismo tiempo y en el mismo grado. Según (Jenkins, 2001) existen dos factores que influyen sobre la motivación del estudiante: la valoración social de la actividad y la percepción de la expectativa de éxito en la resolución de dicha actividad. Así pues, es importante destacar que ambos factores. En resumen, una actividad de aprendizaje creará un espacio motivador. El docente debe ser muy consciente de ello a la hora de planificar la asignatura y centrar la atención no solo en la transmisión de conceptos sino en la creación de la atmósfera motivadora adecuada que permita el desarrollo de las competencias que se pretenden desarrollar.

Este trabajo describe una iniciativa práctica llevada a cabo en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de las Islas Baleares (UIB) mediante la aplicación de conceptos CDIO en una asignatura optativa de cuarto curso del grado de Ingeniería en electrónica industrial y automática.

B. Alorda, C. Carmona y P. Pons

Necesidad de nuevas propuestas docentes

La demanda de nuevos perfiles profesionales acordes con el proceso de convergencia europea denominado plan Bolonga plantea nuevos retos para la gestión de la motivación del estudiante al requerir de evaluaciones continuadas y aprendizaje por competencias, que requieren incorporar aprendizajes socio-profesionales. En este cambio de paradigma docente, una planificación docente tradicional basada en una estructura T/P/L (sesiones de Teoría, sesiones de Problemas y sesiones de Laboratorio) presenta diversas desventajas (Bergan et al., 2006) (Savander-Ranne et al. 2008) y se han propuesto alternativas mostrando su eficacia tanto en asignaturas de electrónica analógica (Magdalena et al., 2008) como en ingeniería civil (Ebner et al., 2007).

Una de las desventajas es el hecho de que los manuales de laboratorio utilizados en las sesiones prácticas promueven una actitud pasiva en la resolución práctica de los problemas pues los pasos están claros y se reduce la necesidad de aportación por parte del estudiante y por tanto de la percepción crítica de los resultados. Otra de las desventajas que podemos destacar se refiere a la dificultad para detectar los estudiantes que no participan activamente de la actividad propuesta y son los compañeros los que realizan la mayoría de tareas de aprendizaje. La evaluación debe planificarse para que el grupo de trabajo reciba la calificación en función del aprendizaje real. También se ha descrito como una desventaja el tipo de reto/problema que puede proponerse a los estudiantes en una estructura de aprendizaje T/P/L. Así, los problemas suelen ser una extensión de la teoría y tradicionalmente no incluyen aspectos previamente aprendidos en otras asignaturas o ingredientes más complejos y cercanos al desarrollo profesional. Finalmente, el excesivo peso en la evaluación del conocimiento mediante el examen final focaliza a los estudiantes en dicha actividad siendo difícil conseguir un aprendizaje progresivo en el tiempo de duración de la asignatura.

Además, es necesario tener presente que el estudiante experimenta diferencias tanto en la velocidad de aprendizaje de nuevos conceptos como en la metodología usada para conseguirlo. Por lo tanto, en un contexto de convergencia de Bolonga con una focalización en el aprendizaje significativo, la evaluación mediante un examen final no parece la mejor elección para valorar el aprendizaje y permitir que dicho aprendizaje sea retenido por el estudiante para ser aplicado en el futuro.

Desde el punto de vista de la motivación, la actitud pasiva del estudiante durante las actividades de aprendizaje, especialmente durante las sesiones teóricas no contribuye a crear una atmósfera que favorezca el aprendizaje. Así pues, es necesario incorporar en la planificación de la asignatura nuevas estrategias que creen una atracción inicial positiva sobre la motivación del estudiante favoreciendo la colaboración entre iguales en un proyecto en común más atractivo que permanecer pasivo en el aula escuchando la clase magistral del profesor. De hecho, se ha descrito como positivo la planificación de actividades que de-

Implementación de la propuesta docente CDIO en una asignatura de último curso del grado de Ingeniería electrónica Industrial y automática

manden de una implicación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje y un alto grado de interacción entre ellos creando grupos de trabajo. Estas estrategias de aprendizaje han venido denominándose como aprendizaje colaborativo y han demostrado su potencial en la motivación y el aprendizaje significativo resultante (Alorda et al. 2011) ofreciendo suficientes oportunidades para que el estudiante organice los conceptos e ideas aprendidas y consolide dicho saber mediante discusiones entre iguales y experimentación práctica. Además, creando actividades motivadoras se requiere de la participación activa del estudiante siendo posible la integración con nuevas competencias sociales y profesionales: trabajo colaborativo, gestión de tareas y grupos, y una aptitud positiva hacia la síntesis y la toma de decisiones.

Descripción de la propuesta CDIO

La propuesta CDIO se basa en el diseño de actividades de aprendizaje des de la Concepción hasta la Operación del sistema pasando por su Diseño y su Implementación. Es por tanto una aproximación docente para la creación de una atmósfera positiva y motivadora que permita tanto el aprendizaje de las competencias específicas como de competencias socio-profesionales tan demandadas por la sociedad moderna. Según (Edström et al., 2012), la propuesta CDIO combinada con el método de aprendizaje basado en proyectos/problemas (PBL) propician la implementación de experiencias adecuadas de aprendizaje. En este sentido, las dos propuestas deben entenderse como complementarias.

Así pues, el marco docente CDIO ha sido elegido como contexto básico para el diseño de los estudios técnicos en más de 80 universidades y escuelas de todo el mundo, como se puede ver en la página web del consorcio CDIO (<http://cdio.org>). Fue inicialmente concebida con el objetivo de reducir la distancia existente entre el perfil de salida de los ingenieros y las necesidades de la industria. En este sentido, se identificaron ciertas tendencias, según (Edström et al., 2012) que deberían ser revertidas: Los conocimientos teóricos han substituido las competencias prácticas de ingeniería en la mayoría de instituciones universitarias. Uno de los motivos se apuntan en el trabajo de (Crawley et al., 2001) hacia la falta de experiencia profesional del personal docente universitario al no haber trabajado como ingenieros en un ámbito profesional y por tanto no pudiendo transmitir valores relacionados con dicha práctica profesional.

El marco CDIO señala el conjunto de competencias recogidas en la Tabla 1 como aquellas que deben ser adquiridas por los estudiantes de ingeniería para su correcta formación adaptada a los retos de la sociedad moderna. La Tabla 1 recoge la última actualización de competencias publicadas en (Crawley et al., 2011). Las competencias se han agrupado en cuatro grandes pilares como se recoge en la Tabla 1, siendo el aprendizaje de las competencias socio-profesionales y la ejecución práctica de los aprendizajes el eje central de la propuesta. Quizá la agrupación número 4 de la Tabla 1 recoge la aportación principal de la propuesta

B. Alorda, C. Carmona y P. Pons

CDIO pues resume la importancia de la orientación hacia el sector industrial, la importancia social de la actividad ingenieril y la consideración del medioambiente en la ejecución de proyectos. Así se da prioridad a propuestas educativas complejas siendo vital la realización del ciclo completo incluyendo tanto las etapas de operación y mantenimiento como las de diseño e implementación más clásicas en las universidades técnicas.

Otro punto que será importante en la propuesta que se ha realizado en la UIB es el descubrimiento de nuevo conocimiento mediante la experimentación y la indagación por parte de los estudiantes. El desarrollo de esta competencia introduce la necesidad de propuestas educativas abiertas que requieran de la participación activa del estudiante aportando su conocimiento previo y generando conocimiento más allá de los contenidos de la asignatura.

Tabla 1. Conjunto de competencias del marco CDIO

1. Conocimiento técnico y razonamiento
a. Conocimientos de matemáticas y ciencias subyacentes
b. Conocimientos fundamentales de ingeniería
c. Conocimientos avanzados de ingeniería, métodos y herramientas
2. Destrezas y atributos personales y profesionales
a. Razonamiento analítico y resolución de problemas
b. Experimentación, investigación y descubrimiento de conocimiento
c. Pensamiento sistémico
d. Actitudes, pensamiento y aprendizaje personal
e. Ética, equidad y otras responsabilidades
3. Destrezas interpersonales: trabajo en equipo y comunicación
a. Trabajo en equipo
b. Comunicación
c. Comunicación en idiomas extranjeros
4. Concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en el contexto empresarial, social y medioambiental – El proceso de la innovación
a. Contexto externo, social y medioambiental
b. Empresas y contexto comercial
c. Concepción, ingeniería de sistemas y gestión
d. Diseño
e. Implementación
f. Operación
g. Dirección de recursos en la ingeniería
h. Iniciativa empresarial en la ingeniería

Cabe destacar que el marco metodológico CDIO se propone como base de trabajo para el diseño y puesta en marcha de planes de estudios completos para titulaciones técnicas. Por tanto, se trata de un enfoque educativo completo que pretende servir de guía para el diseño de planes de estudio. En este sentido se han definido 12 estándares que pretenden ayudar a

Implementación de la propuesta docente CDIO en una asignatura de último curso del grado de Ingeniería electrónica Industrial y automática

la planificación y puesta en marcha de un plan de estudios en el marco metodológico CDIO (Edström, 2012). La Tabla 2 recoge los 12 ítems/estándares definidos en el marco CDIO y que pretenden guiar en el proceso de definición y puesta en marcha de un plan de estudios basado en esta metodología. Este proceso comprende no sólo la definición del currículum sino también la introducción de asignaturas específicas, el cuidado de la formación de los docentes y los procesos de evaluación tanto de los estudiantes como de la puesta en marcha de los planes de estudios basados en el marco pedagógico CDIO.

Tabla 2. Estándares definidos en el marco CDIO

1. CDIO como contexto de aprendizaje en el desarrollo del ciclo de vida de un producto, proceso o sistema y su despliegue.
2. Los resultados del aprendizaje específicos y detallados en competencias
3. Currículum integrado formado por asignaturas que colaboran entre sí para la integración de un plan específico de competencias socio-profesionales
4. Introducción a la ingeniería. La necesidad de una asignatura que prepare a los estudiantes para la práctica de la ingeniería y introduzca habilidades personales e interpersonales esenciales.
5. Experiencias de diseño/Implementación. Incluyendo dos o más experiencias prácticas tanto de nivel básico como avanzado.
6. Espacios de trabajo de ingeniería. Espacios de trabajo que ayuden al aprendizaje práctico de todas las fases CDIO en cada disciplina, incluyendo el aprendizaje social.
7. Experiencias de aprendizaje integrado. Que permitan tanto el aprendizaje de las competencias específicas de las disciplinas como las habilidades sociales.
8. Aprendizaje activo. Metodologías de aprendizaje basadas en actividades activas a través de la experiencia.
9. Capacitación de docentes en CDIO. Incluyendo acciones que mejoren las competencias docentes en habilidades personales e interpersonales y en habilidades de las etapas CDIO.
10. Capacitación pedagógica de docentes. Mejora de la capacitación docente en la propuesta de experiencias de aprendizaje integrado, con el uso de metodologías activas y su proceso de evaluación.
11. Evaluación del aprendizaje. Evaluación del aprendizaje del alumno en competencias específicas y competencias socio-profesionales.
12. Evaluación del programa CDIO. Un sistema que evalúa los planes de estudios respecto a los doce estándares y ofrezca realimentación tanto a estudiantes, como a docentes y otros actores para fines de mejora.

B. Alorda, C. Carmona y P. Pons

Este trabajo se centra en el potencial de la aplicación de la propuesta metodológica en una única asignatura dentro de un plan de estudios tradicional de ingeniería y analizar, así, la capacidad para desarrollar una atmósfera de aprendizaje motivadora. Dicha iniciativa pretende determinar cuan lejos están los estudiantes de último curso de grado en el aprendizaje de las competencias propuestas por el marco CDIO. Por este motivo, el trabajo se centra en las competencias de la Tabla 1 considerando parcialmente los estándares del marco CDIO pues su consideración completa requeriría la consideración de todo el plan de estudios. En la Tabla 2 se han destacado en negrita aquellos estándares que se han tenido en cuenta de alguna manera en este trabajo para la realización de la propuesta docente.

Propuesta de planificación docente

La asignatura elegida para la propuesta es una optativa de último curso del grado de ingeniería en electrónica industrial y automática. El carácter optativo ha facilitado tanto la adaptación en la planificación docente al marco CDIO como la puesta en marcha de metodologías docentes activas para la creación de situaciones de aprendizaje basadas en la estrategia de Concebir-Diseñar-Implementar-Operar un sistema dentro de un clima motivador de intercambio entre iguales. De nuevo el carácter optativo ha permitido que la motivación inicial de los estudiantes sea más acorde con las necesidades de la propuesta docente y se hayan podido poner en práctica habilidades socio-profesionales transversales de difícil simulación dentro de un aula tradicional y de contenidos obligatorios.

Así pues, sea este trabajo el resultado de una tarea exploratoria de la metodología docente denominada CDIO dentro de un plan de estudios de ingeniería, que en general sigue una estructura tradicional T/P/L, permitiendo evaluar las bondades y dificultades de su puesta en marcha.

A. Contexto de la asignatura

La asignatura se sitúa en el último curso, segundo cuatrimestre del grado en ingeniería en electrónica industrial y automática siendo por tanto una asignatura finalista de la titulación y a la cual, los estudiantes llegan con la casi totalidad de competencias específicas y socio-profesionales adquiridas. Es por tanto, un momento ideal para proponer un aprendizaje basado en el modelo CDIO pues los estudiantes son capaces de aportar muchos conceptos y capacidades personales aprendidas.

Así pues, la asignatura planifica el aprendizaje de las competencias y capacidades mediante la realización de un proyecto práctico en un entorno profesional, permitiendo al estudiante adquirir un aprendizaje significativo mediante la práctica y la necesidad. En este sentido, se contextualiza la propuesta docente a través del encargo de un sistema electrónico completo que debe concebirse, diseñarse, implementarse y operarse en el período de duración de la asignatura. Los conceptos específicos que serán trabajados en el desarrollo del proyecto se

Implementación de la propuesta docente CDIO en una asignatura de último curso del grado de Ingeniería electrónica Industrial y automática

centran en la fabricación de placas de circuito impreso y las interferencias electromagnéticas, así como, la normativa aplicable en estos sistemas electrónicos. La propuesta principalmente práctica del proyecto sitúa a los equipos de trabajo en departamentos de una hipotética empresa que pretenden generar el mejor resultado posible contando con las habilidades individuales de cada miembro del grupo de trabajo y las infraestructuras disponibles en la Universidad. Además, se integran en la propuesta docente las competencias socio-profesionales recogidas en la Tabla 3 teniendo en cuenta el conjunto de estándares del marco CDIO marcados en negrita en la Tabla 2, resultado en una planificación docente integradora.

Tabla 3. Competencias socio-profesionales asignadas al bloque optativo del grado de ingeniería en electrónica industrial y automática

Competencias
T1. Capacidad de presentar oralmente en público conocimientos, ideas, informes.
T2. Capacidad de uso de la lengua inglesa.
T3. Capacidad para resolver problemas aplicando los conocimientos a la práctica.
T4. Capacidad para encontrar nuevas soluciones y tomar decisiones.
T5. Capacidad para trabajar de forma autónoma.

El contexto empresarial de la asignatura ayuda a crear una atmósfera de alto rendimiento pues se establece un calendario preciso acordado al principio del proyecto con una estimación de las actividades de aprendizaje, las fechas límites para la puesta en común de resultados y finalmente la discusión entre iguales de las ideas y decisiones tomadas.

B. Actividades de aprendizaje

Las diferentes actividades de aprendizaje puestas en marcha para la creación de los espacios de aprendizaje se recogen en la Tabla 4. Debido al enfoque práctico de la propuesta CDIO se ha planificado una actividad de acompañamiento/tutorización por parte del docente sin olvidar la incorporación de nuevo conocimiento. Esta planificación se ha expresado en la Tabla 4 donde se ha indicado el porcentaje de la duración total de la asignatura dedicada a cada actividad.

El contenido teórico se expone mediante clases presenciales de teoría basadas en textos de referencia a los que el alumno tiene acceso a través de la biblioteca. Los conceptos teóricos presentados son aplicados a la resolución del proyecto marco que desarrollan los diferentes grupos de trabajo formados a tal efecto. El seguimiento del proyecto se realiza mediante reuniones de grupo presenciales, tutorías de grupo y una metodología sistemática basada en el uso de documentos (creación de actas de las reuniones) donde se reflejan las decisiones y

B. Alorda, C. Carmona y P. Pons

acuerdos tomados. En las clases de laboratorio, los equipos de trabajo tienen acceso a todos los instrumentos y programas utilizados durante la titulación, así como programas específicos para la fabricación de las placas de circuitos impresos. Además, se han incluido tareas de investigación de distribuidores de componentes, fabricantes de circuitos y otro material electrónico que la realización física del proyecto ha requerido.

Tabla 4. Descripción de actividades de aprendizaje

Actividad	Objetivos de aprendizaje	Duración
Clases Magistrales	Ofrecer al estudiante unos contenidos iniciales que respondan a necesidades genéricas del Proyecto, permitiendo construir un contexto teórico para el desarrollo del aprendizaje práctico	17 %
Tutoriales	Desarrollar habilidades prácticas básicas con el software de la asignatura.	8 %
Tutorías	Acompañar al grupo de trabajo en el desarrollo de las competencias específicas y competencias socio-profesionales mediante la acción práctica. Desarrollar una atmósfera motivadora que permita la discusión de ideas, la creación de nuevo conocimiento y la toma de decisiones en grupo.	55 %
Seminarios	Profundizar en conceptos avanzados según necesidades del proyecto.	10 %
Exposiciones Orales	Desarrollar habilidades personales per la presentación oral de conocimientos e ideas. Desarrollar habilidades sociales para la confrontación de ideas y valoración de alternativas.	10 %

Las exposiciones orales serán la base para la discusión de ideas y la descripción del avance de cada proyecto y grupo. Además, se fomenta el espíritu crítico del estudiante exigiendo la valoración de todas y cada una de las exposiciones orales de los compañeros de curso. En este sentido se planifican tres exposiciones orales durante la asignatura: la primera donde el grupo responde a la demanda del cliente y presenta la concepción del sistema. La segunda donde el grupo presenta el diseño del sistema con la descripción detallada de componentes, estimación de costes y simulación de comportamiento. Y finalmente, la tercera y última en la que el grupo de trabajo expone el sistema final y razona las decisiones tomadas, así como, las pruebas de operación realizadas. Las exposiciones orales ayudan al estudiante a la hora de comprar la marcha de su grupo y la expectativa de éxito del proyecto se puede ver reforzada mediante la inclusión de alternativas de diseño propuestas por otros grupos. En cualquier caso, la modificación de las opciones de diseño deben ser razonadas por los

Implementación de la propuesta docente CDIO en una asignatura de último curso del grado de Ingeniería electrónica Industrial y automática

miembros del grupo mediante una reflexión y ante la exposición pública de ideas entre grupos de trabajo.

C. Metodología de Evaluación

Esta es quizá una de las preocupaciones principales de los docentes a la hora de planificar una propuesta de innovación docente. En este caso, el marco CDIO no establece límites aunque indica que la evaluación debe hacerse tanto a nivel de destrezas específicas como de competencias transversales. La Tabla 5 recoge las cuatro actividades de evaluación de los estudiantes. De nuevo las exposiciones orales se tornan esenciales a la hora de realizar una valoración del aprendizaje realizado. Debe hacerse notar que los estudiantes que asisten de oyentes a la exposición tienen un cuestionario de valoración que deben entregar al docente y que formará parte de la evaluación del grupo que ha presentado.

Tabla 5. Descripción de actividades de evaluación

Actividad	Descripción
Exposiciones Orales	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición del Concepto (máx. 10 min) • Exposición del Diseño (máx. 10 min) • Exposición de la Implementación (máx. 10 min) • Resto de estudiantes valora exposición
Cuestionario de conceptos	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de conceptos básicos • Cuestiones de respuesta múltiple
Auto-evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario de evaluación por comparación
Artículo / memoria	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción de resultados del proyecto • Máximo y mínimo de 4 páginas DIN-A4 • Siguiendo formato artículo científico IEEE

Se utiliza también la auto-evaluación individual donde cada miembro del grupo se valora en comparación con el resto del grupo. Siendo dicha valoración importante no por su influencia en la nota final del estudiante sino por la posibilidad de detectar un funcionamiento interno de grupo anómalo o incluso poder matizar la recogida de evidencias de evaluación realizada por el docente durante las tutorías mantenidas por el grupo.

Finalmente, se exige que el grupo sea capaz de redactar una documentación precisa y técnica del desarrollo realizado que permita determinar el alcance de la implementación, así como el detalle y bondades de la propuesta.

B. Alorda, C. Carmona y P. Pons

Valoraciones y discusión

La planificación docente puesta en marcha ha dejado clara la necesidad de este tipo de propuestas en el marco de una titulación de ingeniería tradicional alejada de las necesidades de los retos sociales. Así, la valoración de los estudiantes se considera positiva pues para la mayoría de los estudiantes (82% en el curso 2013-14 y 100% en el curso 2014-15) se trata de la primera actividad de aprendizaje en la que el estudiante se enfrenta a la necesidad de resolver una necesidad real, con múltiples toma de decisiones y en la que la propuesta final debe ser implementada físicamente sobre una placa de circuito impreso, por tanto debe ser un prototipo de producto final

La motivación inicial de los estudiantes es alta pues sus compañeros les han informado previamente de la dinámica de la asignatura y después de la exposición de la planificación docente de la asignatura, los estudiantes reflejan la elevada carga lectiva, aunque no retroceden pues la expectativa de llegar al final es alta y el reconocimiento social se incrementa cuanto los compañeros les piden por los detalles de la propuesta de proyecto que es diferente cada año universitario, llegando a ser un tema de conversación en los descansos entre clase. Estos elementos son importantes para la motivación pues mantienen a los estudiantes matriculados en tensión durante toda la asignatura. Debe tenerse en cuenta que la exposición final del proyecto es un acto público que permite a otros estudiantes asistir si así lo desean. Todo ello contribuye a crear una atmósfera motivadora sostenida en el tiempo.

Además de las observaciones anteriores se ha realizado un cuestionario para recabar información numérica del grado de valoración por parte de los estudiantes. La Tabla 6 recoge la lista de preguntas que han sido realizadas a los estudiantes para valorar la aplicación de la propuesta. Esta herramienta es muy importante para cumplir los estándares del marco CDIO, pues permite disponer de un mecanismo de ajuste y mejora constante. Como puede verse, las cuestiones pretenden determinar el grado de importancia que le asigna el estudiante a las actividades del proyecto de la asignatura así como intentar recabar información sobre la propuesta de confrontación contacte entre los grupos de trabajo a medida que el proyecto avanza para así determinar si dicha comparativa puede resultar un problema personal. Son importantes las preguntas que pretenden recabar información sobre la percepción de utilidad de la asignatura, pues si los conceptos aprendidos no son percibidos como útiles para el desarrollo profesional, la propuesta CDIO pierde fuerza al alejarse de las necesidades reales del ejercicio profesional.

Los resultados del cuestionario se recogen en la Tabla 7 mediante la presentación de valores estadísticos de cada pregunta. En media todas las cuestiones han superado el umbral central. Las cuestiones C1 y C2 permiten entrever una contribución positiva y motivadora de la propuesta CDIO llevada a cabo. Se podría sobrevalorar la propuesta práctica del marco CDIO pero el hecho que algunos estudiantes hayan contestado a la pregunta C2 indican-

Implementación de la propuesta docente CDIO en una asignatura de último curso del grado de Ingeniería electrónica Industrial y automática

do su desacuerdo nos lleva a pensar que, aunque menor, existe un porcentaje de estudiantes que no se desenvuelven bien en entornos abiertos como el propuesto, sobretodo si se tiene en cuenta que el resto de asignaturas de la titulación tienen una concepción más clásica.

Tabla 6. Cuestionario de valoración por parte del estudiante

Cuestionario (1 totalmente desacuerdo a 5 totalmente de acuerdo)	
C1	El proyecto realizado ha sido motivador
C2	El proyecto ha contribuido positivamente en el aprendizaje de las competencias de la asignatura
C3	No me resulta un problema comparar los resultados de mi proyecto con los compañeros de la asignatura
C4	Terminar el proyecto ha sido importante para mí
C5	Valora (de 0 a 10) tu capacidad para completar el proyecto
C6	Valora (de 0 a 10) los conceptos aprendidos durante el proyecto
C7	Valora (de 0 a 10) el grado de motivación que has experimentado

Tabla 7. Representación de los resultados estadísticos de la motivación

Cuestión	Valor medio	Desviación estándar	Valor máximo	Valor mínimo
C1	3,8	0,8	5	3
C2	3,7	1,4	5	1
C3	4	0,9	5	3
C4	4	1,1	5	2
C5	7	1,9	10	4
C6	6,5	1,4	8	5
C7	6,0	1,3	8	5

Las respuestas a la pregunta C3 nos llevan a la conclusión de que los estudiantes de cuarto curso no temen la exposición pública de sus trabajos, aunque de nuevo vuelven a aparecer valores discordantes en los valores de la pregunta C4 sobre la importancia de una propuesta práctica CDIO que puede observarse para ciertos estudiantes para los cuales una propuesta

B. Alorda, C. Carmona y P. Pons

T/P/L puede ser mejor. Como se refleja en la puntuación mínima de 4 a la hora de valorar la capacidad del estudiante para completar el proyecto (pregunta C5).

La importancia de los conceptos aprendidos y el grado de motivación se ven claramente impulsados en este tipo de propuestas pues los estudiantes han valorado las preguntas C6 y C7 de forma positiva con valores mínimos de 5, por tanto en ningún caso la propuesta ha sido percibida como negativa.

Así, el equipo docente pensamos que la valoración obtenida anima a la realización de este tipo de propuestas que permiten a los estudiantes poner en práctica los conceptos aprendidos durante la titulación en una actividad docente que los conjuga para dar solución a una propuesta que, aunque simulada, representa una situación realista del desarrollo profesional de la ingeniería.

Referencias

- Alorda, B., Suenaga, K., Pons, P., (2011). *Design and evaluation of a microprocessor course combining three cooperative methods: SDLA, PjBL and CnBL*. Computers & Education, Elsevier, 57, pp. 1876-1884.
- Bergan, S., Rauhvargers, A. (2006). *Recognition in the Bologna process: Policy development and the road to good practice*. Council of Europe higher Education, 4.
- Crawley, E. F. (2001). *The CDIO Syllabus: A statement of goals for undergraduate engineering education*. MIT CDIO Report #1.
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Lucas, W., Brodeur, D. (2011). *The CDIO Syllabus v2.0, An updated statement of goals for engineering education*. Proceedings of the 7th international CDIO Conference.
- Ebner, M., Holzinger, A. (2007). *Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering*, Computer & Education, 49, pp. 873 – 890.
- Edström, K., Kolmos, A. (2012). *Comparing two approaches for engineering education development*. 8th international CDIO Conference.
- Jenkins T. (2001). *Motivation = Value x Expectancy*. ACM SIGCSE Bulletin 33 (3), 174 pp.
- Magdalena, R., Serrano, A., Matín-Guerrero J.D., Rosado, A., Martínez, M. A. (2008). *Teaching Laboratory in Analog Electronics: Changes to Address the Bologna Requirements*. IEEE Transactions on Education, vol. 51, 4, pp. 456-460.
- Martínez, C., Muñoz, M., Cárdenas, C., Cepeda, M., (2013). *Adopción de la Iniciativa CDIO en los Planes de Estudio de las Carreras de la Facultad de Ingeniería de la UCSC*. 11th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology, pp. 1-10.
- Savander-Ranne, C., Lundén, O.-P., Kolari, S. (2008). *An Alternative Teaching Method for Electrical Engineering Courses*. IEEE Transactions on Education, vol. 51, 4, pp. 423-431.

Una mirada retrospectiva al Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería

Rodríguez González, C.A.^a y Fernández Batanero, J.M.^b

^aDepartamento de Ingeniería de Diseño y Proyectos, Universidad de Huelva (cesar@uhu.es) y ^bDepartamento de Didáctica y Organización Educativa, Universidad de Sevilla (batanero@us.es).

Abstract

In this paper the theoretical basis of the specific teaching method called Problem Based learning (PBL) is analyzed. The origins of the teaching in question are discussed. Its application to engineering education are analyzed and provide a number of basic guidelines. Instrumental aspects of the design and implementation of a PBL are analyzed, and some investigations in the field of technical education are discussed. The work was done in the context of the implementation of PBL during the 2013-14 and 2014-15 courses on some groups of the School of Engineering Huelva University.

Keywords: *Problem-based learning, PBL, Engineering Education, Didactic Specific.*

Resumen

En este trabajo se analiza la base teórica de la metodología didáctica específica denominada Aprendizaje Basado en Problema (ABP). Se comentan los orígenes de la didáctica en cuestión, para posteriormente enlazar con su aplicación a la enseñanza de la ingeniería dando una serie de pautas básicas a seguir. Posteriormente se analizan aspectos instrumentales del diseño y puesta en práctica de un ABP, y se comentan algunas investigaciones efectuadas en el ámbito de las enseñanzas técnicas. El trabajo se ha efectuado en el contexto de la aplicación del ABP durante los cursos 2013-14 y 2014-15 en algunos grupos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Huelva.

Palabras clave: *Aprendizaje Basado en Problemas, ABP, Enseñanza de la Ingeniería, Didácticas Específicas.*

Una mirada retrospectiva al Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería

Introducción

El Aprendizaje Basado en Problemas (en adelante ABP) es una didáctica específica en la que el proceso de enseñanza y aprendizaje está caracterizado por el enfrentamiento de los alumnos a problemas más o menos complejos, reales las más de las veces, y para lo cual podrán disponer de cuanto material consideren necesario. Los precursores del ABP en medicina, Barrows y Tamblyn (1980) definen al ABP como “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos” (p. 1). Aunque los orígenes del ABP están en las ciencias jurídicas y jurisprudencia anglosajona –y no en la medicina, como se suele creer habitualmente–, los autores sobre la materia lo sitúan en su primera aplicación, en cuanto al ámbito de las ciencias se refiere, en la propuesta de la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster (Canadá), entre la década de los 60 y 70. Desde entonces, el ABP ha evolucionado adaptándose a las necesidades de las diferentes áreas en las que fue aplicado, incluyendo las ingenierías y arquitectura. Todo ello ha implicado que se produzcan muchas variaciones con respecto a la propuesta original. Sin embargo, sus elementos esenciales, que provienen del modelo desarrollado en McMaster, se mantienen. En el siguiente apartado se exponen estos elementos en forma axiomática aplicados a la ingeniería, teniendo en cuenta el trabajo de Yadav et al. (2011), y esquematizado por los autores de la presente ponencia. En cuanto a la aplicación a la arquitectura, se requiere de la oportuna adaptación por especialistas en su enseñanza, dado el elevado peso que adquiere el proyecto arquitectónico y en donde existen metodologías afines pero con matices distintos. Para los elementos dados a continuación para las ingenierías, se han tenido en cuenta los datos y experiencias recopiladas de los cursos 2013-14 y 2014-15 en asignaturas del área de Ingeniería de la Construcción de la Universidad de Huelva.

Aplicación del ABP: elementos generales para la enseñanza de la ingeniería

El aprendizaje centrado en el alumno

Los estudiantes deben tomar la responsabilidad de su propio aprendizaje, bajo la guía de un tutor que se convierte en consultor del alumno, identificando los elementos necesarios para tener un mejor entendimiento y manejo del problema en el cual se trabaja; y detectando dónde localizar la información necesaria (libros, revistas especializadas, proyectos de ingeniería, normativa técnica, profesores, recursos en internet, etc.) De esta manera, se logra la personalización del aprendizaje del alumno, permitiéndole concentrarse en las áreas de conocimiento de interés para resolver el problema planteado.

Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.

Generación del aprendizaje en grupos pequeños

Los grupos de trabajo se forman con 5 a 8 estudiantes en los ámbitos de las ciencias, y específicamente en ingeniería recomendamos 3 o 4 alumnos por grupo. Al finalizar cada unidad programática los estudiantes cambian, en forma aleatoria, de grupo y trabajan con un nuevo grupo, permitiéndoles adquirir práctica en el trabajo intenso y efectivo, con una variedad de diferentes personas.

El docente adquiere el papel de facilitador

Al profesor se le denomina facilitador o tutor. El rol del tutor es plantear preguntas a los estudiantes que les ayude a cuestionarse y encontrar por ellos mismos la mejor ruta de entendimiento y manejo del problema. Conforme el ciclo escolar avanza, los estudiantes asumen este rol ellos mismos, exigiéndose unos a otros inclusive.

El núcleo de generación de capacidades organizativas y para el aprendizaje radica en la generación de problemas

En el ABP para las áreas disciplinares se les plantea un problema, y se presenta a los estudiantes en un determinado formato. Por ejemplo, un caso escrito que puede ser la organización y ejecución de un muro de contención con tipología estructural definida en un proyecto dado. La problemática propuesta representa el desafío que los estudiantes enfrentarán en la práctica y proporciona la relevancia y la motivación para el aprendizaje. Con el propósito de entender el problema, los estudiantes identifican lo que ellos tendrán que aprender de las ciencias tecnológicas aplicadas. Así, el problema les da una señal para conformar información de muchas disciplinas. La nueva información es asociada también con problemas semejantes de otras asignaturas (por ejemplo, Teoría de Estructuras, Geotecnia, etc.) Todo esto facilita que, en el futuro, el estudiante recuerde y aplique lo aprendido.

Los problemas generan habilidades

Para las disciplinas ingenieriles, es necesaria la presentación de un problema del mundo real o lo más cercano posible a una situación real, relacionada con aplicaciones del contexto profesional en el que el estudiante se desempeñará en el futuro. Por ejemplo, el hormigón armado se rige por una norma básica idéntica, y unos componentes y características propias a cada tipo de hormigón; pero su aplicación real diferirá según los problemas propios de cada especialidad, ya sea para construir un canal de riego, o bien una galería subterránea en el ámbito de la minería. Los procedimientos constructivos variarán, y las soluciones ópti-

Una mirada retrospectiva al Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería

mas diferirán. Por tanto, los problemas serán aplicados para cada especialidad de ingeniería, pero con un fundamento científico y tecnológico subyacente similar.

El aprendizaje autodirigido genera nuevo conocimiento

Finalmente, se espera que los estudiantes aprendan a partir del conocimiento del mundo real y de la acumulación de experiencia por virtud de su propio estudio e investigación, y la información proporcionada por experiencias anteriores de otros autores. Durante este aprendizaje autodirigido, los estudiantes trabajan juntos, discuten, comparan, revisan y debaten permanentemente lo que han aprendido. Este aspecto del ABP es para los futuros ingenieros quizás el más importante. No sólo porque puede mejorar el rendimiento en la resolución de problemas, sino porque que puede producir un desarrollo de competencias profesionales fuera de toda duda.

Aplicación del ABP: algunos elementos específicos

Según Medina Rivilla y Domínguez Garrido (2009), el ABP es una didáctica específica. Por tanto, no es un método didáctico habitual o convencional. Más allá de los criterios personales que se quieran imponer, su comprensión y aplicación adecuada requiere de estudio profundo. De lo contrario, se corre el riesgo de transformar las clases regladas de ingeniería en una especie de magma informe con consecuencias no deseables. En cuanto a los educadores, resulta inclusive que en los planes de estudio de Pedagogía (por ejemplo), el ABP es tratado como una didáctica específica. Y si bien en la enseñanza de las ciencias presenta su interés, queda relegado al ámbito universitario y en ciertos campos (medicina, ingeniería, u otros) su aplicación más conveniente. Algunos autores que han aplicado el método en cuestión a diferentes campos de conocimiento, han sido conscientes de las carencias formativas en ABP. Por ello, y al ser escasa la bibliografía en términos relativos con respecto a otros temas, han presentado trabajos en formato de libro que incluyen los puntos esenciales, a modo de canon, sobre el ABP, (para más información, se pueden consultar las referencias). En suma, hay que considerar por la relativa reciente implantación del ABP en clases universitarias de forma pormenorizada (comienzo de los años 60 en medicina, y muy lentamente en ingeniería ya bien entrados los 90), un corpus de conocimientos expresado en una serie de textos básicos. A continuación, se analizan algunos trabajos específicos sobre la materia y aplicación del ABP a grupos concretos. Este análisis no pretende ser exhaustivo, sino en clave de perspectiva para que el lector interprete la dificultad que supone la didáctica en cuestión cuando es aplicada al ámbito de las enseñanzas técnicas.

Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.

Diseño y puesta en práctica de un abp

Desde un punto de vista instrumental, este subapartado es el más interesante pues se recopila información de algunas investigaciones efectuadas, en donde se han tenido que realizar las correspondientes validaciones. Para comenzar, comentaremos dos tesis seleccionadas en la base de datos Proquest, del ámbito de la educación en medicina y enfermería. Parece ser que se confirma que la aplicación en el campo de la salud es, con diferencia, el más propicio para encontrar información útil para la investigación sobre ABP; tanto en el marco teórico, como en el marco empírico, en lo que respecta al proceso de validación. La experiencia desde los años 60 en ABP en facultades de medicina y enfermería, implica el poder disponer de numerosos estudios con aplicaciones empíricas, tanto en la aplicación del ABP como en las diferentes metodologías para su validación. Pero en la implantación del ABP en ingeniería, se debe ser cauto a la hora de aceptar las premisas de investigadores en el ámbito de ciencias de la salud, dadas las diferencias de contexto educativo y contenido de las enseñanzas. Sin embargo, hay excepciones: en 2008 Oldenburg culmina una tesis efectuada en el ámbito de las ciencias de la salud, pero con un enfoque válido para aplicaciones tecnológicas. Concluye, tras varias indagaciones, que la presencia del profesor y presencia social de los alumnos son necesarios para el desarrollo válido del ABP. Demuestra lo que en principio es una hipótesis: sin profesor, no hay ABP, independientemente del empleo de TICs. El ABP requiere la absoluta supervisión por un tutor presencial. Por su parte, Applin (2008) expone los resultados de un estudio sobre ABP en una facultad de enfermería de Canadá. Pone el acento en las diferentes necesidades de tiempo para aprendizaje según ABP y otros métodos. La exigencia es grande, y se llega a ciertas Universidades canadienses en las que todo el plan, o casi todo el plan de estudios, se ejecuta con ABP. De esto deriva que, los alumnos de enfermería, en el contexto del estudio en Alberta y otras zonas de Canadá, incluyen en su currículum el haber, o no, recibido un ABP.

Fuera del ámbito de ciencias de la salud, Fernández Martínez (2008) en su tesis doctoral expone un interés en el fomento de la calidad en la docencia y el aprendizaje en los estudios universitarios. La investigadora manifiesta su deseo de avance en el proceso de convergencia europea. En este contexto, este trabajo pretende ser una contribución en el ámbito de la evaluación sistemática de metodologías universitarias y constituir un apoyo hacia aquellos enfoques en el ámbito de la instrucción de carácter más innovador o más acordes con los principios del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y con las exigencias de la actual sociedad de la información y del conocimiento, como es el caso del aprendizaje basado en problemas (ABP). La metodología que emplea en el estudio es cualitativa. La revisión de autores y marco teórico (en contexto al EEES) que realiza la autora es muy útil a la investigación sobre ABP.

Una mirada retrospectiva al Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería

En Bernabeu Tamayo (2009) encontramos una investigación que pretende describir como algunos grupos han llevado a cabo en el marco institucional innovaciones curriculares. Aparece un primer bloque teórico, donde se revisan los fundamentos y las principales aportaciones sobre el objeto de estudio de esta investigación. El bloque segundo, se refiere al marco práctico de la investigación, donde el objetivo general del estudio es analizar las características de la cultura innovadora en centros o grupos de las universidades catalanas que aplican la metodología del aprendizaje basado en problemas y del aprendizaje basado en proyectos. Si bien los métodos de validación difieren de los empleados en la investigación efectuada en la Universidad de Huelva (se emplearon validaciones cuasiexperimentales cuantitativas), es interesante el marco teórico por la revisión de autores que realiza. Las dos tesis anteriores incluyen un análisis de autores de gran interés. Sin embargo, ambas se alejan de las metodologías experimentales y cuasiexperimentales a la hora de intentar hacer una validación, siendo en opinión de los autores de la ponencia preferentes para enseñanzas técnicas.

Hay un tema de interés especial para el diseño y puesta en práctica del ABP: el trabajo autónomo y colaborativo del estudiante. En este sentido Posada Álvarez (2004) analiza la formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. Y Bernaza Rodríguez (2005), como contraste, analiza el aprendizaje colaborativo. Ambos, el trabajo autónomo y el colaborativo, son imprescindibles a nuestro juicio para el diseño y puesta en práctica del ABP, en un contexto de asignaturas semestrales o cuatrimestrales. Sin el trabajo autónomo, es difícil suponer que el alumno va a asimilar los conocimientos adecuados para las sesiones complejas de ABP; y sin el trabajo colaborativo (en el sentido literal, no de grupos de trabajo en ABP), no habría una práctica de comunicación necesaria para los problemas de trabajo programados. La falta de tiempo debe ser suplida con un trabajo autónomo importante del estudiante, apoyado con la correspondiente plataforma virtual.

ABP y enseñanzas técnicas

En la aplicación de metodologías específicas a las enseñanzas técnicas, aparecen autores que se dedican más específicamente al diseño, como Groenendijk, Janssen, Rijlaarsdam y van den Bergh (2013). En el trabajo de los autores anteriores se dan dos elementos de interés para la investigación sobre ABP: la creatividad en el diseño, como elemento de interés en el aprendizaje, incluyendo algunas referencias a la lluvia de ideas; y otro aspecto de interés, que deriva de la instrumentalización del experimento mediante un pretest y postest en una metodología de corte experimental (p.35). En este artículo se dan las bases de la metodología experimental que han empleado los autores, siendo de interés a pesar de que el

Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.

ABP no se desarrolla explícitamente como tal. En este sentido, el artículo de Yadav et al. (2011) es probablemente el más interesante de los incluidos en el apartado de artículos comentados. Por ello, nos detendremos algo más en él. En primer lugar, los autores (Yadav et al., 2011) establecen unos antecedentes en cuanto a métodos de enseñanza. Comenta el cambio de uso de métodos de enseñanza basados en el método expositivo en los cursos de ingeniería de pregrado, hasta evolucionar a métodos de enseñanza centrados en el alumno, como el aprendizaje basado en problemas. Sin embargo, la investigación sobre el impacto de estos enfoques tiene percepciones principalmente involucradas en anécdotas y datos no objetivos, en lugar de los datos recogidos empíricamente de los resultados del aprendizaje de los estudiantes (cuestión ésta fundamental desde el punto de vista de metodología de la investigación). Por ello, el propósito de los autores en este artículo es describir una investigación sobre el impacto del ABP en la comprensión conceptual de pregrado, en estudiantes de ingeniería eléctrica. También se incluyen sus percepciones del aprendizaje utilizando ABP, en comparación con el método expositivo. En el diseño y método del experimento contaron con cincuenta y cinco estudiantes matriculados en un curso de ingeniería eléctrica en la Universidad del Medio Oeste, en EEUU (n = 55). El estudio utilizó un diseño de investigación con pretest y postest, con tratamiento mediante ABP, y sin tratamiento. Los participantes se sometieron a un pretest y postest, donde se incluyó una evaluación de los cuatro temas que comprendió el temario. También se completó con una evaluación de las ganancias de aprendizaje de los estudiantes mediante una encuesta. Los resultados indicaron una mejora en el aprendizaje de aquellos alumnos que siguieron un ABP. Sin embargo, y de una importancia capital en el trabajo que se expone, los estudiantes pensaron que aprendían más siguiendo las clases a partir de un método tradicional expositivo. Como conclusión, los autores muestran que dada la escasa investigación sobre los efectos beneficiosos del ABP en el aprendizaje del estudiante, este estudio proporciona apoyo empírico para el ABP. Se discuten los hallazgos de este estudio y ofrecen algunas implicaciones específicas para los profesores y los investigadores interesados en el aprendizaje basado en problemas en la ingeniería (pp. 253-280). Para la investigación sobre ABP, este artículo es interesante tanto en lo que a aplicación de ABP a la enseñanza de la ingeniería se refiere, como a la validación del mismo mediante una metodología experimental.

Aplicación del ABP: deducciones de un caso concreto en la Universidad de Huelva

El análisis efectuado se ha realizado en el contexto de una investigación sobre las diferencias significativas en los aprendizajes de los alumnos que han seguido, o no, un curso de ABP en asignaturas del área de Ingeniería de la Construcción de la Universidad de Huelva.

Una mirada retrospectiva al Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería

Durante el curso 2013-14 se hizo una investigación de tipo cuantitativa que pretendió detectar si existían las referidas diferencias significativas (Rodríguez, 2014). En el curso 2014-15 la investigación añadió entrevistas individualizadas, además de otra información cuyo tratamiento está en curso. La muestra estuvo constituida por alumnos de las asignaturas implicadas en diferentes grupos. Toda la toma de información, tanto cuantitativa como cualitativa, incluyeron en la muestra a alumnos de las asignaturas del área, habiendo recibido ABP algunos y otros no. En correspondencia con los objetivos que se fijaron, se ha concluido que:

1. Existen diferencias significativas en los aprendizajes en construcción entre alumnos que han participado en un programa de enseñanza basada en un ABP, y otros alumnos que han participado en otros programas de aprendizaje tradicionales.
2. Tras la revisión de las pruebas objetivas, se ha comprobado que se produce una mejora en los planteamientos para la resolución de los problemas planteados.
3. El ABP se configura como un método didáctico eficaz, y a su vez, más eficiente que el método que combina el expositivo y de realización de problemas por docente.
4. Se han reducido los errores de cálculo, derivados de operaciones matemáticas incorrectas o de manejo equivocado de la calculadora.
5. Los alumnos que han recibido ABP parecen resolver los problemas de una manera más creativa. La apertura hacia nuevos modos de resolver problemas, es una clara ventaja del ABP con respecto a métodos tradicionales de enseñanza en las ingenierías.
6. De la información cualitativa se ha deducido la importancia crucial que ejerce la personalidad y liderazgo del tutor-profesor. Y como corolario, se puede a su vez deducir la importancia del conocimiento de la metodología en cuestión por parte del profesor que dirige un grupo con ABP.

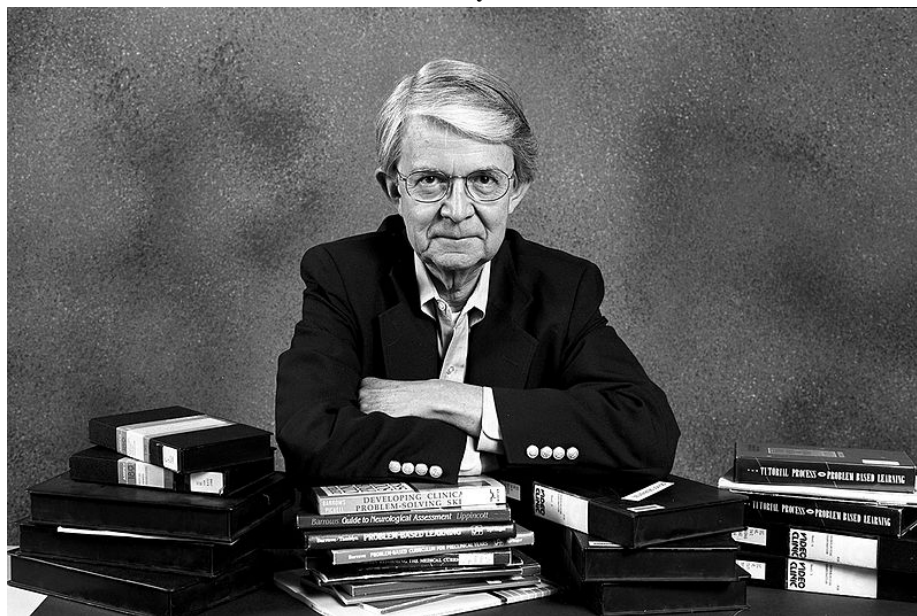
Durante el curso 2013-14 se constató que el ABP produjo un aumento del rendimiento académico. El número de aprobados aumentó considerablemente y la nota media subió por encima del 30 % (Rodríguez, 2014). La validación del ABP en ingeniería requiere de pruebas objetivas, pero también se ha constatado que el empleo de metodologías cualitativas para recoger otras observaciones de interés deben ser tenidas en cuenta. Por ello, en la actualidad, los autores están desarrollando una metodología integrada sobre validación de ABP en la enseñanza de la ingeniería

Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.

Conclusiones

Dentro del marco teórico del trabajo expuesto, se puede concluir que el ABP tuvo su mayor difusión en el ámbito de la medicina, por el professor Howard S. Barrows (ver foto). Sin embargo, su implantación paulatina en las enseñanzas técnicas está resultando más bien lenta. Las dificultades propias a las enseñanzas técnicas de ingeniería y arquitectura, no de las más fáciles de enseñar y aprender, así como los fundamentos científicos necesarios, hacen que el ABP se haga difícil de ejecutar en clases regladas dentro de un semestre (cuando no un cuatrimestre). Una organización y planificación cuidadosa se hace necesaria. La formación del profesorado en ABP, y la paulatina iniciación a su aplicación práctica aconsejan disponer de unas pautas a seguir. Los autores revisados e incluidos en las referencias comprenden una cuidadosa selección de material apropiado para el estudio teórico del ABP. Asimismo, las indicaciones dadas en el presente trabajo pueden ayudar a aquellos profesionales de las enseñanzas técnicas interesados en el campo de las didácticas específicas. En opinión de los autores, si existe un campo nato adecuado para el desarrollo del ABP es precisamente la enseñanza técnica, abarcando los campos de la ingeniería y arquitectura. Todo el esfuerzo que se pueda poner en este sentido no resultará en vano, a la vista de las experiencias acumuladas en los últimos cursos por los autores en la Universidad de Huelva.

Foto: Howard S. Barrows (1928 –2011). Precursor del Aprendizaje Basado en Problemas. Southern Illinois University School of Medicine.



Fuente: Portrait of Howard S. Barrows by James R. Hawker (2011). CC BY-SA 3.0 (Free to share and adapt).

Una mirada retrospectiva al Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería

Referencias

- Alducin Ochoa, J. M., & Vázquez Martínez, A. I. (2014). Mejora del rendimiento en Ingeniería a través de blended-learning. *Nº. 25*, 87-107. Retrieved from: Digital Education Review - Number 25, June 2014- <http://greav.ub.edu/der/>
- Barrows, H. S. (1971). *Simulated patients (programmed patients); the development and use of a new technique in medical education*. Springfield, Ill.,: Thomas.
- Barrows, H. S. (1985). *How to design a problem-based curriculum for the preclinical years*. New York: Springer Pub. Co.
- Barrows, H. S., Peters, M. J., Josiah Macy Jr. Foundation., & Southern Illinois University School of Medicine. (1984). *How to begin reforming the medical curriculum : an invitational conference*. Springfield, Ill.: The School.
- Barrows, H. S., & Pickell, G. C. (1991). *Developing clinical problem-solving skills : a guide to more effective diagnosis and treatment* (1st ed.). New York: W.W. Norton.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning : an approach to medical education*. New York: Springer Publishing Company.
- Basri, N. E. A., Zain, S. M., Jaafar, O., Basri, H., & Suja, F. (2012). Introduction to Environmental Engineering: A Problem-Based Learning Approach to Enhance Environmental Awareness among Civil Engineering Students. *Universiti Kebangsaan Malaysia Teaching and Learning Congress 2011, Vol II, 60*, 36-41. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.343
- Bernabeu Tamayo, M. D. (2009). *Estudio sobre innovación educativa en universidades catalanas mediante el aprendizaje basado en problemas y en proyectos* (Tesis inédita de doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Bernaza Rodríguez, G. y. L. T., F. (2005). El aprendizaje colaborativo: una vía para la educación de postgrado. *Revista Iberoamericana de Educación* nº37/3.
- Boud, D., & Feletti, G. (1991). *The Challenge of problem based learning*. New York: St. Martin's Press.
- Briones Pérez, E. (2012). *Aprendizaje basado en problemas (ABP): percepción de carga de trabajo y satisfacción con la metodología*.
- Burroughs, S., Brocato, K., & Franz, D. (2009). Problem Based and Studio Based Learning: Approaches to promoting reform thinking among teacher candidates. *National Forum of Teacher Education Journal*. Volume 19, number 3.
- Bédard, D., Lison, C., Dalle, D., Côté, D., & Boutin, N. (2012). Problem-based and Project-based Learning in Engineering and Medicine: Determinants of Students' Engagement and Persistence. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 6(2).
- Carbonero, M. A., Román, J. M., & Ferrer, M. (2013). Programa para "aprender estratégicamente" con estudiantes universitarios: Diseño y validación experimental *Anales de psicología*,

Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.

Universidad de Murcia, 29, nº3 (octubre), 876-885.

- Chau, K. W. (2005). Problem-based learning approach in accomplishing innovation and entrepreneurship of civil engineering undergraduates. *International Journal of Engineering Education, 21(2)*, 228-232.
- Curry, L., & Wergin, J. F. (1993). *Educating professionals : responding to new expectations for competence and accountability* (1st ed.). San Francisco: Jossey-Bass.
- Cònsul Giribet, M. (2006) Cambio de paradigma docente: EUE `Vall dHebron`: una experiencia innovadora centrada en el aprendizaje basado en problemas (abp). *Revista ROL de enfermería*, Vol. 29, Nº. 10, págs. 15-20.
- Cònsul Giribet, M. (2004) Similitudes entre el Proceso de Convergencia en el ámbito de la Educación Superior Europea y la adopción del Aprendizaje Basado en Problemas de la EUI Vall dHebron de Barcelona. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, Nº 49, págs. 97-108.
- Cònsul Giribet, M. (2007). *Historia de un cambio: un currículum integrado con el aprendizaje basado en problemas : Escola Universitària d'Infermeria Vall d'Hebron*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana.
- Davis, M. H., Harden, R. M., & Association for Medical Education in Europe. (1999). *Problem-based learning : a practical guide*. Dundee: Association for Medical Education in Europe.
- de Vries, E. (2006). Students' construction of external representations in design-based learning situations. *Learning and Instruction, 16(3)*, 213-227. doi: 10.1016/j.learninstruc.2006.03.006
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction, 13(5)*, 533-568. doi: 10.1016/s0959-4752(02)00025-7
- Downing, K., Kwong, T., Chan, S. W., Lam, T. F., & Downing, W. K. (2009). Problem-based learning and the development of metacognition. *Higher Education, 57 (5)*, 609-621.
- Ellis, R. A., Goodyear, P., Calvo, R. A., & Prosser, M. (2008). Engineering through students' conceptions of and approaches to learning discussions in face-to-face and online contexts. *Learning and Instruction, 18(3)*, 267-282. doi: 10.1016/j.learninstruc.2007.06.001
- Escribano González, A., Valle López, Á. d., & Bejarano Franco, M. T. (2008). *Aprendizaje basado en problemas (ABP): una propuesta metodológica en educación superior*. Madrid: Narcea.
- Evensen, D. H., & Hmelo, C. E. (2000). *Problem-based learning : a research perspective on learning interactions*. Mahwah, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Fernández Martínez, M. (2008). *El aprendizaje basado en problemas en el marco del espacio europeo de educación superior desde la percepción del estudiante: estudios cualitativos y selectivo* (Tesis inédita de doctorado). Universidad de León.
- García Sevilla, J. (Coord.) (2008). *El Aprendizaje Basado en Problemas en la enseñanza universitaria*.

Una mirada retrospectiva al Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería

ria. Murcia: Ediciones de la Universidad de Murcia.

González Hernando, C., & Carbonero, M. Á. (2012). *Aplicación del "aprendizaje basado en problemas" en los estudios de Grado en enfermería*. (Tesis inédita de doctorado), Universidad de Valladolid, Facultad de Educación, Valladolid.

Groenendijk, T., Janssen, T., Rijlaarsdam, G., & van den Bergh, H. (2013). Learning to be creative. The effects of observational learning on students' design products and processes. *Learning and Instruction*, 28, 35-47. doi: 10.1016/j.learninstruc.2013.05.001

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*. Volume 16, Issue 3, pp 235-266.

J.J., S.-P., & Sanjosé, V. y. G., A. (2011). Aprendizaje basado en problemas en la Educación Superior: una metodología necesaria en la formación del profesorado. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, nº 25, 177-186.

Loncar-Vickovic, S., Dolacek-Alduk, Z., & Stober, D. (2008). Use of problem-based learning in higher education: student workshops at the faculty of civil engineering in osijek. *Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette*, 15(4), 35-40.

Martinez Gonzalez, A., Gutiérrez Ávila, H. & Piña Garza, E. (2007). *Aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de la Medicina y Ciencias de la Salud*. México D.F.: Editores de Textos Mexicanos.

Medina Rivilla, A., & Domínguez Garrido, M. C. (2009). *Didáctica: formación básica para profesionales de la educación*. Madrid: Universitas.

Mercier, J., & Frederiksen, C. H. (2007). Individual differences in graduate students' help-seeking process in using a computer coach in problem-based learning. *Learning and Instruction*, 17(2), 184-203. doi: 10.1016/j.learninstruc.2007.01.013

Mgangira, M. B. (2003). Integrating the development of employability skills into a civil engineering core subject through a problem-based learning approach. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 759-761.

Mulder, Y. G., Lazonder, A. W., & de Jong, T. (2014). Using heuristic worked examples to promote inquiry-based learning. *Learning and Instruction*, 29, 56-64. doi: 10.1016/j.learninstruc.2013.08.001

Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge Cambridgeshire ; New York: Cambridge University Press.

Ontario. Ministry of Education., Anderson, J. E., & Riley, T. (1977). *Cool school : an alternative secondary school experience*. Toronto: The Ministry.

Paje, S. E., Bueno, M., & Luong, J. (2011). Fundamentals of physics for the civil engineering degree: problem based learning (pbl). *Inted2011: 5th International Technology, Education and Development Conference*, 5702-5706.

Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.

- Pazos Currás, M. M., & Sanromán Braga, Á. (2011). *Problem-based learning in chemical reaction engineering course*.
- Posada Álvarez, R. (2004). Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante. *Revista Iberoamericana de Educación* n°25/4.
- Restrepo Gómez, B. (2005). *Aprendizaje basado en problemas (ABP), una innovación didáctica para la enseñanza universitaria*. E-Libro (pp. 9-20 p.).
- Ribeiro, L. R. D., & Mizukami, M. D. N. (2005). Student assessment of a problem-based learning experiment in civil engineering education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 131(1), 13-18. doi: 10.1061/(asce)1052-3928(2005)131:1(13)
- Rué i Domingo, J. (2004). *El reto del Espacio Europeo de Educación Superior*.
- Río Sadornil, D. d., García Llamas, J. L., & Gil Pascual, J. A. (2003). *Métodos de investigación en educación*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Rodríguez González, C.A. (2014). *Diseño, aplicación y validación de un ABP en estudiantes universitarios de ingeniería de la construcción* (Tesina inédita de maestría). Universidad de Sevilla.
- Sahin, M. (2010). Effects of Problem-Based Learning on University Students' Epistemological Beliefs About Physics and Physics Learning and Conceptual Understanding of Newtonian Mechanics. *Journal of Science Education and Technology* , Volume 19, Issue 3 , pp 266-275.
- Santillán Campos, F. (2006). El Aprendizaje Basado en Problemas como propuesta educativa para las disciplinas económicas y sociales apoyadas en el B-Learning. *Revista Iberoamericana de Educación*, Vol. 40, N°. 2.
- Savin-Baden, M., & Society for Research into Higher Education. (2000). *Problem-based learning in higher education : untold stories*. Buckingham: Society for Research into Higher Education : Open University Press.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: how professionals think in action*. New York: Basic Books.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner: toward a new design for teaching and learning in the professions* (1st ed.). San Francisco: Jossey-Bass.
- Schwartz, P., Mennin, S., & Webb, G. (2001). *Problem-based learning: case studies, experience and practice*. London ; New York: Routledge.
- Shinde, V. V., & Inamdar, S. S. (2013). Problem Based Learning (PBL) for Engineering Education in India: Need and Recommendations *Wireless Pers Commun (2013) 69:1097–1105*. Retrieved from: doi:DOI 10.1007/s11277-013-1069-0
- Sinnott, J. D. (1989). *Everyday problem solving: theory and applications*. New York: Praeger.

Una mirada retrospectiva al Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería

- Solaz Portolés, J. J., & Sanjosé López, V. (2008). *Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación* (pp. 147-162 p.).
- Solaz-Portolés, J. J., Rodríguez Miguel, C., & Gómez López, A. y. S. L., V. (2010). Conocimiento metacognitivo de las estrategias y habilidades mentales utilizadas para resolver problemas: un estudio con profesores de ciencias en formación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, nº 24, 139-152.
- Yadav, A., Subedi, D., Lundeberg, M. A., & Bunting, C. F. (2011). Problem-based Learning: Influence on Students' Learning in an Electrical Engineering Course. *Journal of Engineering Education*, 100(2), 253-280.

Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de *LPRES Library*

Juan M. Tizón^a, Pablo Sierra y Emilio Navarro^b

Departamento de Mecánica de Fluidos y Propulsión Aeroespacial, Universidad Politécnica de Madrid, ETSIAE, Plza. Cardenal Cisneros, 3, 28040 Madrid, España.

^ajm.tizon@upm.es, ^bemilio.navarro@upm.es.

Abstract

Normally, classroom problems are solved using over-simplified models which allow to obtain the solution manually. However, these problems are addressed in the industry with very sophisticated software packages that have long learning curves. For obvious reasons of time and space, this professional software cannot be used in the classroom activities. In this work, it is built LPRES Library that emulates the elements of the professional ESPSS Library and it is possible to simulate liquid rocket engines using EcosimPro package. LPRES library employs simple models that the student manages to solve classroom problems but now they can address the simulation of real systems with many elements.

Keywords: *Rocket engines, simulation software, dynamical systems, classroom exercises resolution.*

Resumen

Normalmente, en el aula se resuelven problemas con modelos sobre-simplificados que permiten obtener la solución manualmente. Sin embargo, estos problemas en la industria se abordan con paquetes de software muy sofisticados que tienen curvas de aprendizaje largas. Por razones obvias de tiempo y espacio, no se pueden abordar en el aula actividades que necesiten el uso de estas herramientas. En este trabajo se propone la construcción de la librería LPRES que emula el funcionamiento de la librería profesional ESPSS que permite al programa EcosimPro simular motores cohete de propulsante líquido. La librería LPRES emplea los modelos sencillos que el alumno maneja en la resolución de problemas de aula pero permite abordar la simulación de sistemas reales con muchos elementos.

Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de LPRES Library

Palabras clave: Motores cohete, software de simulación, sistemas dinámicos, resolución de problemas en aula.

Introducción

Las asignaturas de últimos cursos de Grado y Master de las enseñanzas de ingeniería tienen un alto nivel técnico. Los conocimientos básicos de carácter científico ya han sido adquiridos en cursos previos y deben aplicarse en la resolución de problemas del mundo real. A menudo, la dificultad de estos problemas está asociada a dos aspectos: el nivel de realismo con el que hay que describir los distintos elementos y la complejidad, entendida como la presencia de muchos componentes que interrelacionan entre sí. Ciertamente, muchos sistemas físicos están compuestos por sustancias que exhiben comportamientos no lineales, están compuestas por un gran número de ingredientes o sus propiedades dependen de variables del problema. El elevado número de componentes del sistema puede ser consecuencia de la complejidad geométrica del sistema que lleva a un modelo matemático que discretiza el tiempo y el espacio (un modelo de elementos finitos, por ejemplo) o, como en el caso que nos ocupa, la existencia de una gran cantidad de componentes con cometidos específicos (los elementos de una central nuclear).

Como consecuencia de lo anterior, al alumno en estas asignaturas tecnológicas se les muestra cómo aplicar sus conocimientos científicos en la resolución de problemas de índole industrial y, como estos problemas son complejos, se les indica que para poder llevar a cabo los cálculos hay que elaborar o utilizar paquetes de software. Cuando el método numérico es de aplicación muy general (por ejemplo, el método de elementos finitos) tenemos asignaturas específicas que enseñan los fundamentos teóricos de esas técnicas y las capacidades estándar de esos paquetes. Incluso, es posible y conveniente, emplear un tiempo en adiestrar a los alumnos en el uso de algún tipo de software, ya que, entre los objetivos docentes, es lícito que se encuentre la adquisición de esas habilidades, si el paquete con el que se practica es de uso generalizado. Ejemplos de esto son NASTRAN® o Catia®, en la industria aeronáutica, en la que los resultados obtenidos precisamente con estos programas pueden formar parte de algunos estándares de certificación.

Sin embargo, la curva de aprendizaje de estos paquetes informáticos suele ser larga, en consonancia con la envergadura del problema que resuelven, y salvo en casos específicos, como los mencionados, no está justificado el empleo, de una parte importante del tiempo que el alumno dedica a la asignatura, en aprender cómo funciona el paquete. Los conocimientos que transmitimos, los principios físicos que enseñamos a utilizar en la resolución de problemas técnicos y la visión ingenieril para enfrentarse a los problemas son habilidades que nuestros alumnos podrán emplear a lo largo de su vida laboral pero en periodos mucho más cortos de tiempo el software será remodelado, renovado y las habilidades ad-

Juan M. Tizón, Pablo Sierra y Emilio Navarro

quiridas en su uso quedaran obsoletas siendo únicamente útiles a quien este en ese momento estén migrando a utilizar la nueva versión. La consecuencia es que, en la mayor parte de los casos, no es útil incorporar en el trabajo en el aula el uso de estos programas de ordenador por razones de tiempo y, en ocasiones, también por razones económicas.

Las actividades de aula relacionadas con los problemas que resuelven estos programas comerciales son las de carácter más aplicado (clases de problemas) y suelen consistir en ejercicios sencillos que se pueden abordar con “lápiz y papel” o desarrollos de carácter teórico. En el primer caso, la intención es poner de manifiesto la aplicación de los conocimientos adquiridos para la resolución de un caso real pero la sencillez de las herramientas empleadas enmascaran el fin que se persigue y el alumno, por el contraste con la realidad con la que se enfrenta, puede tener la percepción de que lo que hace es trivial, simple y sin interés para su formación. En el segundo caso, cuando la actividad tiene un contenido más teórico (por ejemplo, el análisis de un caso límite), el alumno tiene la percepción de desconexión con la realidad, que lo que le enseñan en la universidad no sirve para nada y que luego, en el ámbito laboral, tendrá que aprender cosas realmente útiles.

El presente proyecto trata de salir al paso de estas dificultades creando una versión suficientemente simple de un software comercial como para que se puede emplear en el aula. Es decir, con una curva de aprendizaje corta y que emplee modelos y conceptos similares a los que el alumno maneja en la resolución con lápiz y papel de los problemas habituales de clase. Los beneficios que se buscan son de dos tipos: por una parte, mejorar la impresión que el alumno tiene de lo que hace en el aula, acercando su actividad a la que percibe realizará en el mundo profesional. Esto crea una buena predisposición a asimilar los conceptos que los modelos simples ponen de manifiesto y que les permitirán emitir juicios acertados ante el comportamiento de sistemas complejos. Por otra, permitiéndole que use herramientas profesionales de cálculo y obtenga resultados cualitativamente correctos en circunstancias que por el tamaño del problema no podría calcular con lápiz y papel. El programa comercial que se utiliza es EcosimPro y la novedad que se introduce es la librería LPRES que emula los elementos de la librería profesional ESPPSS. Naturalmente existe una versión educacional (gratuita) de EcosimPro, que es la versión completa con una limitación en el número total de ecuaciones del modelo. También es posible obtener el permiso de la Agencia Espacial Europea (que es la propietaria) para utilizar la librería ESPSS. Desgraciadamente, ambas cosas son incompatibles, pues en el modelo de ciclo de motor más simple que se nos pueda ocurrir los elementos empleados de la librería reclaman muchas más ecuaciones a integrar que las permitidas por la versión educacional de EcosimPro. La verdad es que esto no sería un obstáculo, porque por diversas circunstancias (el personal de EA imparte un curso gratuito de iniciación a EcosimPro de 25 horas de duración en el Centro de Cálculo de la ETSIAE) se podría ejecutar la versión completa del software pero las circunstancias expuestas dan una idea clara de la dificultad de llevar de forma satisfactoria

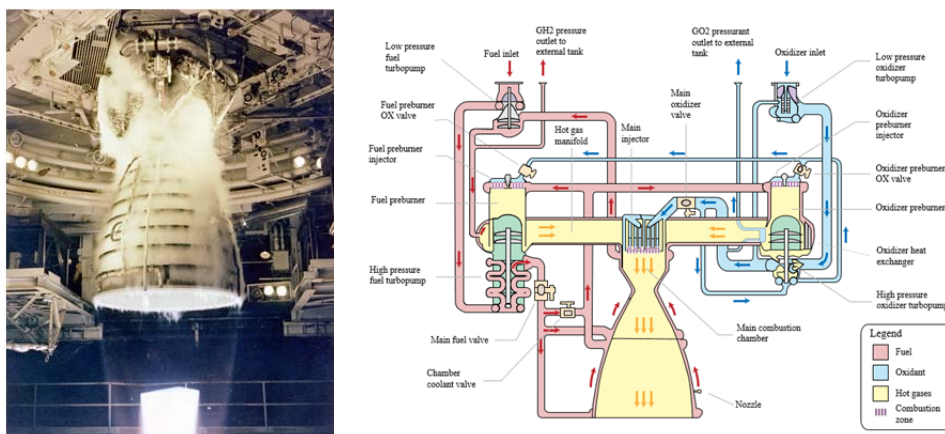
Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de LPRES Library

hasta unas clases en aula una simulación profesional de un motor cohete de propulsante líquido. Además, en el caso de hacerlo, tendrían que ser unas pocas sesiones y sería contra-productivo elaborar una guía de uso de la librería ESPSS que llevara al alumnos hasta obtener una solución del problema después de haber introducido una cantidad enorme de datos e información relacionada con modelos complejos que no maneja con soltura, con lo que su percepción negativa quedaría reforzada al no sentirse protagonista del ejercicio.

Desarrollo del Proyecto

Los motores cohete de propulsante líquido (MCPL) son eficientes sistemas de propulsión aeroespacial que constituyen una parte importante de los contenidos de las asignaturas de *Motores Cohete* que se imparten en el título de Graduado en Ingeniería Aeroespacial y en la asignatura de *Propulsión Espacial* de Master Universitario en Ingeniería Aeronáutica, ambos de la Universidad Politécnica de Madrid. Las configuraciones de los MCPL son muy diversas y dependen de la aplicación, pero, en cualquier caso, su funcionamiento es el resultado del trabajo colectivo de una apreciable cantidad de elementos especializados (bombas, turbinas, quemadores, válvulas, etc.) organizados mediante redes hidráulicas que alcanzan una arquitectura compleja con gran cantidad de bifurcaciones y uniones. En definitiva todo el sistema se pone al servicio de alimentar con los propulsores almacenados una cámara de combustión y una tobera principales (Figura 1). A todo esto hay que añadir que los fluidos que se manipulan tienen propiedades que dependen de las condiciones de presión y temperatura, pueden sufrir cambios de fase y pueden estar compuestos por mezclas originadas en procesos de combustión.

Figura 1 Motor SSME proporciona un empuje de 2,3 millones de Newton y se empleaba en propulsar el transbordador americano. Los propulsores son hidrogeno y oxigeno líquidos que siguen un complejo ciclo, con un número importante de elementos, cuyos trazos principales se adjuntan en la figura.



Juan M. Tizón, Pablo Sierra y Emilio Navarro

Desde el punto de vista de ingeniería, estos sistemas suponen un reto para los modelos que intentan describir su funcionamiento, estático o dinámico, o cuando se pretende tomar decisiones de diseño que optimicen su arquitectura, es decir, las herramientas de cálculo que se emplean son muy sofisticadas, requieren una gran cantidad información de entrada y un usuario experto que las utilice e interprete los resultados, adecuadamente. En estas circunstancias, los sistemas de diseño están basados en programas de simulación numérica de difícil manejo con curvas de aprendizaje largas. Todas las compañías tienen sus propios códigos de cálculo pero en realidad se trata de software de simulación de sistemas dinámicos que se han generado para la simulación exclusiva de sus productos. Con carácter general, existen paquetes que abordan la simulación de sistemas dinámicos de forma genérica (Simulink©, EcosimPro©, entre los más conocidos) que se pueden adaptar para la descripción de estos sistemas y que las compañías usan de forma paralela a sus productos internos.

Desde el punto de vista docente nuestro principal objetivo es el de formar expertos en cómo funcionan los MCPL, qué procesos tienen lugar y cuál es su naturaleza, qué modelos pueden describirlos y qué fidelidad tienen los resultados obtenidos. Dentro de las actividades de aula, que contribuyen a la consolidación de estos objetivos, se encuentra la resolución de problemas con modelos sencillos que permiten la obtención de resultados con “lápiz y papel”. Esta actividad resulta muy útil para destacar los aspectos relevantes del funcionamiento de estos sistemas, pero la sencillez de los planteamientos pueden generar en el alumno la percepción de que lo que hace es trivial o poco convincente. Además, aun los sistemas más sencillos tienen muchos elementos que aunque se traten con modelos simples suponen una carga de trabajo, meramente algebraico, inabordable con “lápiz y papel”.

El programa EcosimPro es un potente programa de ordenador para la simulación de sistemas dinámicos que aborda con éxito la descripción del funcionamiento de sistemas industriales complejos, entre los que se encuentran los *aerorreactores* (Librería PROOSIS) y los *motores cohete* (Librería ESPSS). Como se alcanzan elevados niveles de realismo y precisión, el usuario tiene que poseer una alta cualificación, no solo en el sistema objeto de estudio, sino en la adecuada configuración y utilización del software. La curva de aprendizaje de estas herramientas es larga y las versiones educacionales de estos paquetes incapaces de abordar un análisis realista. Es, por tanto, muy difícil incorporar este tipo de información en el aula más allá de mostrar los que estos programas hacen sin que sea posible experimentar su uso.

El proyecto que se describe se propone la creación de una librería de elementos para su utilización con el programa EcosimPro. Los elementos de la librería se generarían siguiendo las simplificaciones utilizadas en la resolución de ejercicios en aula e incorporando la posibilidad de refinamiento que permita que los resultados obtenidos comparen favorable-

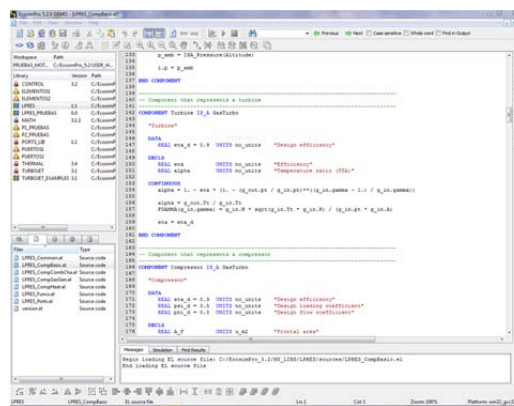
Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de LPRES Library

mente con ejemplos reales. Varias son los beneficios que esta actividad aporta al proceso educativo: utilización de un software estándar de la industria, aumentar el nivel de realismo del trabajo desplegado en aula, abordar problemas de cierta complejidad, obtener información relevante sobre el funcionamiento de los MCPL y corroborar las hipótesis y modelos aprendidos en el transcurso de la asignatura.

Programa de ordenador EcosimPro

El programa EcosimPro ha sido desarrollado por Empresarios Agrupados, que es una empresa de raigambre española creada en 1971 y que en la actualidad lidera un importante grupo empresarial internacional dedicado a la ingeniería en muchos campos, fundamentalmente, el de la energía nuclear y térmica y con interesantes acciones en investigación científica que les han permitido extender su actividad al sector aeronáutico y espacial.

Figura 2 Ejemplo de código en lenguaje EL para uno de los componentes de la librería LPRES. También se aprecia el entorno de trabajo de EcosimPro con la característica división en ventanas de los programas actuales.



EcosimPro es un entorno de simulación potente capaz de modelar cualquier tipo de sistema dinámico representado por ecuaciones diferenciales algebraicas (DAE), ecuaciones diferenciales ordinarias (ODE) y eventos discretos. Se basa en métodos simbólicos y numéricos capaces de procesar complejos sistemas de ecuaciones algebraico-diferenciales. Está dotado de un sistema inteligente de análisis del problema que permite al usuario plantear problemas consistentes y adoptar estrategias de resolución óptimas. EcosimPro tiene una interfaz gráfica de usuario muy completa e intuitiva en la que desarrolla todo el trabajo, desde la construcción del modelo *arrastrando* y *soltando* los símbolos de componentes necesarios de las bibliotecas en una ventana esquemática hasta la programación del comportamiento de los elementos mediante el lenguaje no causal (EL) que es el que se emplea en la creación

Juan M. Tizón, Pablo Sierra y Emilio Navarro

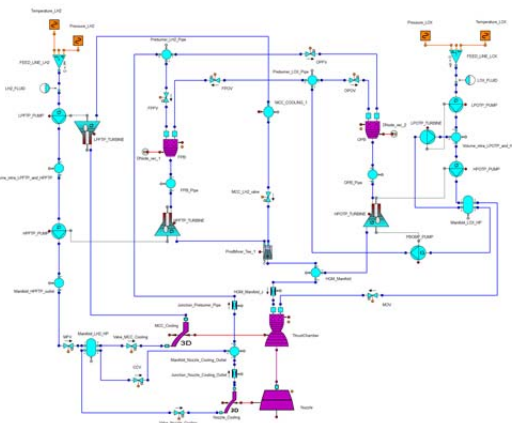
de bibliotecas reutilizables de componentes (véase la Figura 2). Esto último es una de las características más potentes a la hora de simular sistemas muy grandes, con muchos elementos, pero solo un conjunto de tipos diferentes.

EcosimPro se utiliza en empresas en los sectores aeroespacial y de energía y, en particular, la Agencia Espacial Europea ha elegido EcosimPro como herramienta recomendada para la simulación en varios campos, incluyendo la propulsión, sistemas de control ambiental y soporte de vida y sistemas de energía. Dentro del sector aeroespacial el programa PROOSIS (PRopulsion Object-Oriented SIMulation Software) que incluye la librería TURBO (Bala et al. (2007)), con modelos complejos de turbinas de gas y otros componentes como compresores, ejes o cambiadores de calor esta siendo valorado por las principales firmas del sector europeo y las librerías ESPSS (De Rosa et al. (2008a y 2008b)) han sido seleccionadas por la Agencia Espacial Europea (ESA (2014)) como estándar de cálculo en diversas áreas de la propulsión espacial y control ambiental.

Librería profesional ESPSS

El propósito de las librerías ESPSS es proporcionar conjunto estándar de librerías con componentes y funciones para la simulación de sistemas de propulsión de lanzadores y sistemas de propulsión espacial. La ESPSS también proporciona una base de datos estándar para propulsores, sustancias de presurización y otros fluidos. Las librerías ESPSS pertenecen a la Agencia Espacial Europea (ESA) y su uso está sujeto a la aprobación previa de la ESA siendo EA Internacional el distribuidor oficial para los usuarios externos (EA (2015)).

Figura 3 Ejemplo del ciclo de un motor cohete de propulsante líquido elaborado con la librería ESPSS



Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de LPRES Library

En la Figura 3 se representa un esquema típico creado con la librería ESPSS para la simulación de un motor. En este caso se trata de un motor bipropulsante turboalimentado de ciclo cerrado. El programa permite una variedad importante de simulaciones que van desde el cálculo simple de actuaciones del sistema en régimen estacionario hasta el análisis de transitorios, relacionados en este caso con el arranque, control de empuje y apagado del motor.

El motor de cálculo que tiene EcosimPro le permite abordar tareas complejas de interés en el campo de la ingeniería debido a la facilidad con la que un parámetro de simulación puede implementarse como dato o como incógnita, de esta manera el programa puede llevar a cabo cálculos directos de las ecuaciones del motor (Isselhorst, A. (2010)) estacionarios, cálculos de procesos no estacionarios (Moral et al. (2010)) o tareas de optimización (Amer et al. (2012)). Este tipo de trabajo es el habitual en el diseño y análisis de estos sistemas y para el que las compañías suelen tener software propio desarrollado para el análisis de sus sistemas y que modifican a tenor de los cambios que introducen en sus producto, las innovaciones que incorporan en sus métodos de cálculo y los tipos de simulación que eventualmente abordan en algún proyecto.

Hay dos diferencias fundamentales entre las dos orientaciones, es decir, entre utilizar un software de carácter generalista como EcosimPro o utilizar un programa propio creado para los sistemas que se desarrollan: la primera es que el código generalista está cerrado o es difícil modificarlo con lo que la aplicación puede adolecer de flexibilidad. En el caso que nos ocupa la vinculación de EA con el proyecto ESPSS aseguraba que los motores de cálculo de EcosimPro se adaptarían a las necesidades de simulación del motor (en más o menos medida). El segundo aspecto es que los códigos propietarios suelen tener una arquitectura que hace prácticamente imposible su desarrollo posterior, los programadores mezclan las capas de desarrollo y es muy difícil incorporar novedades profundas en los algoritmos o cambiar el tipo de simulación (por ejemplo entre estacionario y no estacionario). Sin embargo, todas las empresas de motores, tanto aéreos como espaciales, tienen sus propios códigos y, naturalmente, los contrastan con los paquetes “comerciales”. Un aspecto adicional es la información propietaria de las empresas que se incorpora en forma de correcciones en los códigos de simulación y que suele ser difícil de implementar en los paquetes de propósito general con lo que las empresas “confían” más en sus productos y conocen mejor sus “deficiencias”.

Librería didáctica LPRES

La librería LPRES, siglas de **Liquid Propellant Rocket Engine Simulation**, contiene componentes para predecir el comportamiento de las diferentes configuraciones que puede tener un motor de cohete de propulsante líquido.

Juan M. Tizón, Pablo Sierra y Emilio Navarro

Es una librería que pretende mimetizar las capacidades de la librería profesional ESPSS pero utilizando las ecuaciones y modelos aplicados en el aula, modelos muchos más sencillos que los utilizados por la librería profesional. Esto tiene dos ventajas importantes:

- Por un lado, permite la simulación de estos sistemas con una herramienta como la versión educacional gratuita de EcosimPro, porque es imposible ejecutar un caso implementado con la librería profesional al rebasarse con mucho el número de ecuaciones permitidas.
- Desde el punto de vista docente: Enseña a los alumnos cuales son las relaciones esenciales que controlan el funcionamiento del motor. Dignifica las relaciones simples a la hora de analizar sistemas. Permite un control casi completo del modelo por parte del alumno. Muestra la existencia de rangos de validez de los modelos.

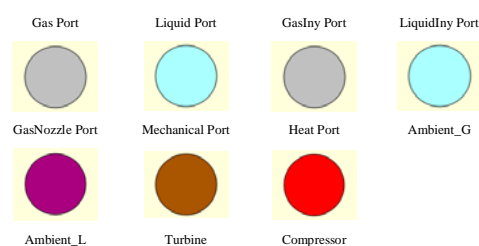
De esta forma los alumnos son capaces de analizar sistemas que con lápiz y papel resultaría muy tedioso e, incluso, casi inabordable.

Componentes de la librería LPRES

La librería LPRES consta de varios componentes que representan los componentes básicos con los que está formado un motor cohete de propulsante líquido. Pero, a diferencia de la librería profesional, como la librería LPRES utiliza los modelos impartidos en el aula, es estacionaria, es decir, todos sus componentes tienen derivadas nulas con respecto al tiempo en sus modelos.

En la Figura 4 se representan los puertos de la librería. Son elementos esenciales pues se encargan de comunicar unos elementos con otros y de cómo estén definidos depende en gran medida que la construcción de modelos sea versátil y eficaz. En este caso la definición de los puertos se parece mucho a la empleada por ESPSS.

Figura 4 Puertos de la librería LPRES

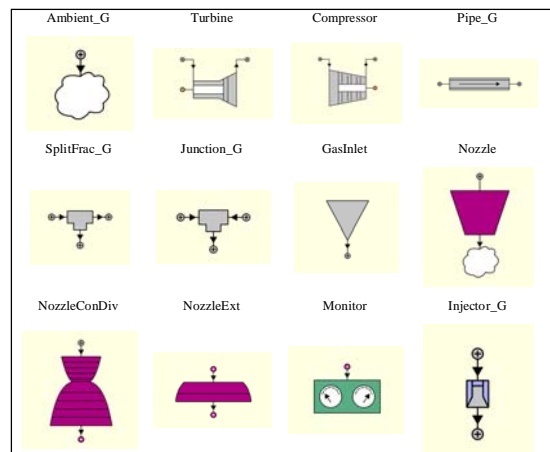


Los MCPL manipulan en su interior sustancias líquidas y gaseosas. Los propulsores en estado líquido esperan en los depósitos a ser consumidos por el sistema de presurización.

Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de LPRES Library

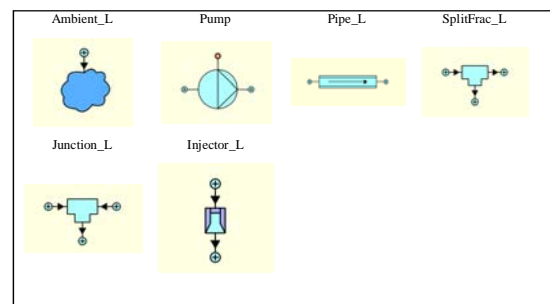
Las bombas comprimen los propulsores líquidos y antes de ingresar en la cámara de combustión principal pueden sufrir distintos procesos entre los que se encuentra la evaporación en cambiadores de calor que refrigeran distintos elementos del motor como procesos de combustión previos al principal que tienen lugar en quemadores secundarios. En la Figura 5, aparecen todos los componentes por los que exclusivamente circulan sustancias gaseosas.

Figura 5 Componentes tipo gas de la librería LPRES



Los componentes por los que exclusivamente circula líquido se incluyen en la Figura 6.

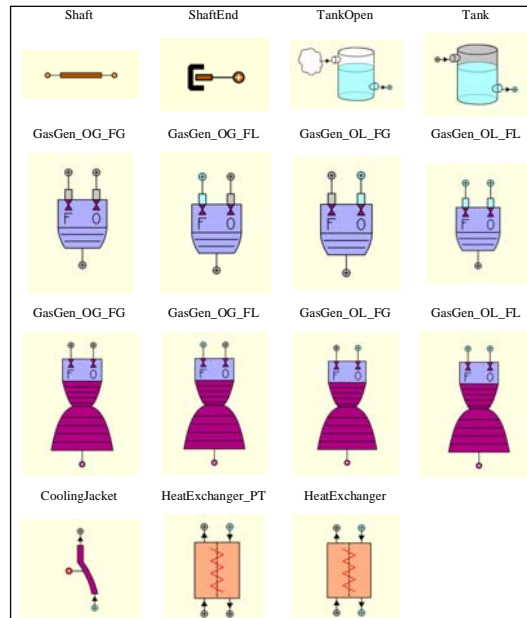
Figura 6 Componentes tipo líquido de la librería LPRES



Y por último, el resto de componentes aparecen en la Figura 7, son componentes en los que aparecen tanto gases como líquidos y otros componentes necesarios para construir los modelos como son los correspondientes a la unión mecánica entre turbinas y bombas.

Juan M. Tizón, Pablo Sierra y Emilio Navarro

Figura 7 Resto de componentes de la librería LPRES



A partir de estos componentes principales, se pueden crear otros más complejos. La creación de estos componentes más complejos se realiza de una manera sencilla y muy intuitiva.

Ejemplo con la librería LPRES

En la Figura 8 se presenta un ejemplo de modelado con LPRES, en el que se ha modelado un motor cohete bipropulsante de ciclo abierto. Los propulsores se almacenan en dos depósitos a presión ambiente: uno para el oxidante y otro para el reductor.

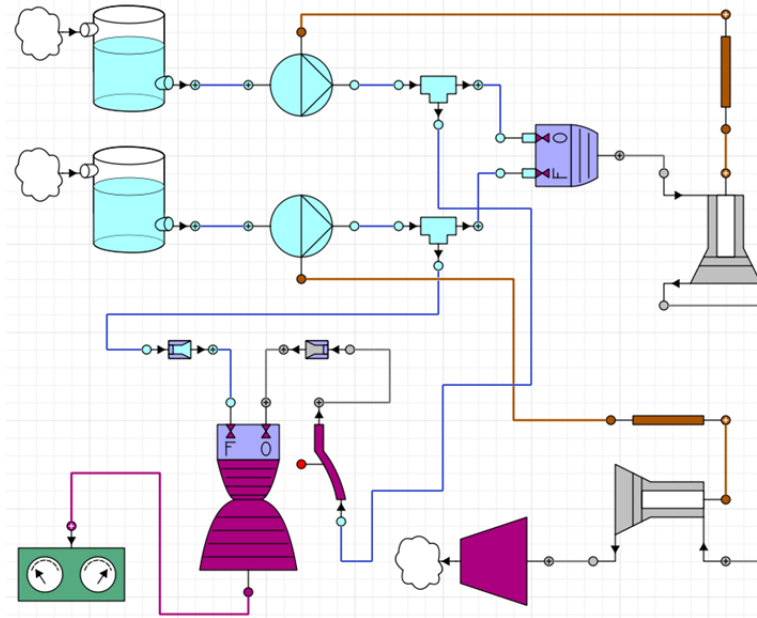
Dos bombas se encargan de presurizar por separado los propulsores. A continuación en ambos canales se sangra parte del fluido que se utilizan en un generador de gas en cuya salida se sitúan dos turbinas que son las encargadas de proporcionar la potencia que consumen las bombas. El flujo que pasa por estas turbinas es expulsado al ambiente a través de una tobera secundaria.

El resto del líquido, que no fue sangrado, va a la cámara de combustión. Antes, en uno de los canales, el líquido pasa por un intercambiador de calor que refrigera la tobera. En él, el líquido cambia de fase a gas, inyectándose de esta manera en la cámara de combustión. En ambos casos, el fluido se introduce en la cámara de combustión mediante inyectores.

Por último, hay un elemento monitor para calcular el empuje que consigue el conjunto.

Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de LPRES Library

Figura 8 Ejemplo de modelo con librería LPRES



Para configurar la librería LPRES ha sido necesario diseñar gráficamente sus elementos, programar los puertos y elementos con el lenguaje EL y desarrollar una serie de documentos que permiten su uso, mantenimiento y desarrollo de forma eficaz.

Documentación generada durante el proyecto

Junto con la librería LPRES se han generado la siguiente documentación:

- Guion de Prácticas
- LPRES Library 1.1: Reference Manual
- LPRES Library 1.1: User Manual

El Guion de Practicas contiene un ejercicio para implantar el uso de la librería en el aula con las instrucciones necesarias para instalar y ejecutar el programa EcosimPro y usar la librería en un ejercicio guiado de principio a fin. Las tareas que realiza el alumno consisten en la inspección del esquema del motor a simular, confeccionar el ciclo en la interfaz gráfica de EcosimPro, implementar los datos del problema y ejecuta el programa obteniendo la solución. Como es posible abordar el mismo problema con lápiz y papel, la verificación de los resultados es sencilla y como se ha aprendido a implementar un esquema de motor, incrementar el número de elementos hasta obtener una configuración real de motor, tam-

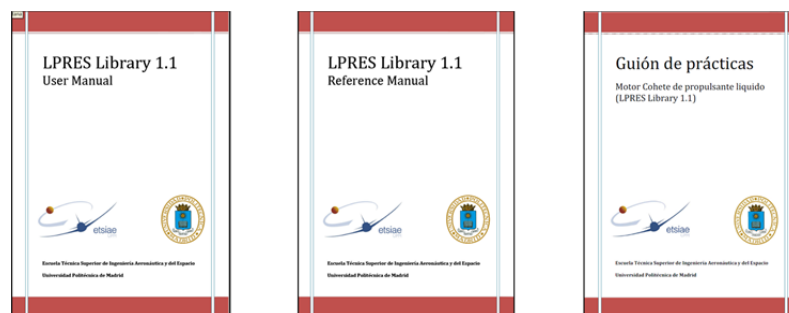
Juan M. Tizón, Pablo Sierra y Emilio Navarro

bién es sencillo. Al final de la práctica que se puede completar en dos sesiones, de una hora cada una, el usuario es capaz de abordar la simulación de una arquitectura propia y está adiestrado en la solución de los principales problemas de implantación y depuración del modelo.

Los dos últimos documentos recogen el material de referencia necesario para el uso y desarrollo de la librería. No es necesaria la consulta de este material por parte del alumno, ya que, el guion de prácticas proporciona completa información sobre todas las tareas a realizar durante la sesión de aula. La consulta de este material se producirá por iniciativa propia del alumno o por que se vea involucrado en actividades formativas adicionales.

El criterio que se ha seguido en la confección de las guías de uso y referencia sido el de mimetizar el material correspondiente de la librería profesional ESPSS (EA, (2015)), incluso empleando el idioma inglés, con la intención de que el alumno entre en contacto con una documentación profesional y se acostumbre a su uso.

Figura 9 la documentación de la librería mimetiza la documentación original del programa EcosimPro y las librerías profesionales que abordan la simulación de sistemas complejos.



Guion de prácticas

Este documento guía al alumno en la instalación y uso del programa EcosimPro para el uso de la Librería LPRESS en la simulación de un motor cohete de propulsante líquido con un ciclo muy simple. Sin embargo aún en el caso más sencillo, es necesaria la intervención de un par de bombas, una turbina y un quemador, además de la tobera principal del motor. En el esquema de la Figura 1 en el que se representa el motor SSME el número de bombas es de cuatro, hay tres turbinas y dos quemadores adicionales al de la cámara de combustión principal. Además, de un número considerable de bifurcaciones y cambiadores de calor.

El trabajo que se propone a los alumnos es:

Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de LPRES Library

- Inspeccionar el ciclo propuesto, preparar los datos y hacer algún cálculo estimativo que será corroborados por la ejecución del programa.
- Construir el esquema del motor propuesto en la interface gráfica.
- Rellenar los datos necesarios que definen los componentes del motor.
- Ejecutar el programa obteniendo los resultados.
- Analizar los resultados obtenidos, llevar a cabo alguna manipulación de los datos de entrada observando los.

Finalmente se le pide que elabore un informe del trabajo realizado.

Manual del programador

El manual del programador de la librería LPRES se encuentra en el documento **LPRES Library 1.1 Reference Manual**. En él están todos los aspectos relacionados con el modo de los componentes además del código generado en lenguaje EL.

En este manual de referencia se proporciona:

- Lista de los componentes de la librería
- Descripción general de las unidades de la librería
- Iconos asociados a cada componente
- Descripción de los datos y las variables asociadas a cada componente y función
- Limitaciones de todos los componentes y funciones
- Descripción del modelo físico-matemático asociado a cada componente o función

También se recogen en él los aspectos relacionados con la nomenclatura que se ha seguido a la hora de programar, con el objetivo de normalizarla y que sirva en el caso de futuros desarrollos de la librería.

Guía de usuario

La guía de usuario de la librería LPRES se encuentra en el documento **LPRES Library 1.1 User Manual**. En él están todos los aspectos relacionados con el uso de la librería como del uso, a nivel básico, de EcosimPro.

En este manual de usuario se proporciona información de cómo crear modelos basados en la librería LPRES. El propósito de este manual no es enseñar al lector cómo utilizar EcosimPro en su totalidad ni cómo crear librerías con él, ya que para ese propósito ya están los manuales propios del paquete (EA (2015)). El propósito del manual es el de dar al usuario de LPRES una forma rápida y ágil de modificar, ampliar o mejorar los modelos que implemente y ayudarle a solucionar los errores en los que pueda incurrir.

Juan M. Tizón, Pablo Sierra y Emilio Navarro

Implantación de la experiencia

Una vez que la primera versión de la librería LPESS está terminada, el siguiente paso es implantar una experiencia piloto en el aula y evaluar los primeros resultados. Esta actividad está prevista para el primer semestre del curso 15/16 en la asignatura *Propulsión Espacial* del MUIA, pues se trata de un número reducido de alumnos que están cursando la especialidad de Propulsión y la información que se pretende obtener guarda relación con ajustar los tiempos en el aula durante la práctica, depurar la información que manejan los alumnos y comprobar la robustez del modelo con LPRES. Este último aspecto es crucial para que la percepción de los alumnos de que lo que hacen sea satisfactoria y contribuya a su formación; el programa no debe fallar, la dinámica de entrada de datos, prueba, depuración debe ser ágil y los resultados obtenidos correctos numéricamente. Resulta difícil encontrar el punto justo entre proporcionar una herramienta versátil pero que sea robusta.

El destino final de la experiencia será en el Título de Grado en las asignaturas *Motor Cohe-*
te de las especialidades PA y CTA con el formato de ejercicio de aplicación. Para los alumnos de Master (que habrán entrado en contacto con la herramienta en Grado) las actividades pueden ser más creativas y complejas como se sugiere en el punto final de esta comunicación, en el que se apuntan actividades destinadas a explotar las posibilidades de la librería.

La evaluación objetiva de este tipo de experiencias es difícil. En sentido estricto, esta evaluación debería ser capaz de determinar como ha mejorado el grado de consecución de los objetivos docentes comparando, al menos, dos grupos; uno en el que se implanta la experiencia y otro en el que no. Este tipo de comprobaciones no son fáciles de poner en práctica en estas circunstancias y consideramos mejor llevar a cabo una evaluación subjetiva de la actividad basada en dos aspectos concretos. Por una parte los profesores de la asignatura consideramos conveniente que el alumno se acerque al “mundo real” mediante el empleo o estudio de las herramientas que se encontrara en su vida profesional y consideramos que EcosimPro es una de esas herramientas interesantes. Por otro lado, podemos pulsar la opinión del alumno en cuanto a si juzga que la experiencia contribuye a mejorar su formación mediante, una encuesta que contemple:

- Aspectos relacionados con el conocimiento: mejora el nivel de conocimiento en cómo funciona, cómo se analiza, qué problemática entraña el cálculo de un MCPL, etc...
- Aspectos relacionados con el desarrollo la actividad: ha sido programada a tiempo, tiene duración adecuada, nivel de dificultad adecuado, el planteamiento es atractivo, la documentación es adecuada, se entiende, etc.

Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de LPRES Library

- Aspectos relacionados con aprendizaje: la actividad contribuye a agilizar el proceso de aprendizaje, pone de manifiesto aspectos no contemplados hasta ahora, clarifica, oscurece, etc.

El resultado de las encuestas permitirá evaluar si la implantación de la actividad ha transcurrido con normalidad, detectar las deficiencias que hayan podido surgir y llevar a cabo las acciones correctivas pertinentes.

Conclusiones y actividades previstas

Se ha concluido la primera fase del proyecto que consistía en el desarrollo de una herramienta de aspecto profesional que tuviese las mismas capacidades operativas de la herramienta profesional pero que incorporara modelos simples como los que se emplean en la resolución de ejercicios prácticos en el aula. La librería LPRESS permite abordar la simulación de sistemas con muchos elementos cuyo cálculo “a mano” sería tedioso y muy largo, con lo que es posible abordar el estudio de configuraciones “realistas” aun con la versión académica de EcosimPro que limita el número de ecuaciones a tratar. Como consecuencia de lo anterior la curva de aprendizaje del software y de la librería LPRES se acorta de manera que es posible abordar el cálculo de un motor en el espacio y tiempo disponible en dos sesiones presenciales de la programación de la asignatura.

Se ha establecido una estrategia de implantación de la experiencia en un futuro próximo y de las actividades de evaluación de la misma.

Una vez confeccionada la Librería LPRES se abre un abanico interesante de posibilidades dentro de las actividades formativas:

- Dar a conocer la versión académica de EcosimPro. Proceder a la difusión de la librería LPRES entre los alumnos de las asignaturas de propulsión como una herramienta de cálculo de sistemas de propulsión, al mismo nivel que otras ya a su disposición.
- Establecer iniciativas de mejora de la librería en el marco del empleo de modelos simples. Esta actividad se puede iniciar dentro de las asignaturas en las que se usa la librería y contribuirá de forma decisiva a la comprensión y estudio de los modelos abordados en clase.
- Establecer iniciativas de mejora de la librería, incrementando el nivel de complejidad de los modelos existentes. Esta actividad desborda los objetivos docentes del curso normal pero resulta muy interesante en el marco de los Trabajos Fin de Grado y Master.

Juan M. Tizón, Pablo Sierra y Emilio Navarro

- Desarrollo de otros tipos de simulación. En la actualidad está pensado en cálculo simple de análisis de las actuaciones del sistema pero el software base es muy potente y EcosimPro permite labores de optimización o de simulación no estacionaria con lo que las posibilidades se amplían.
- Extender el uso de la librería y su desarrollo a los Trabajos Fin de Grado y de Master. Los modelos que tradicionalmente se emplean en este tipo de actividad están a medio camino entre los modelos simples utilizados en la resolución de ejercicios y los cálculo más ajustados empleados en la industria.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Politécnica de Madrid la financiación de este proyecto, realizado a través de la convocatoria 2014 de “Ayudas a la innovación educativa y a la mejora de la calidad de la enseñanza”. También expresan su reconocimiento a Empresarios Agrupados por las facilidades ofrecidas a la hora de utilizar EcosimPro, articuladas a través de colaboraciones continuadas en el tiempo, como el curso gratuito que anualmente tiene lugar en nuestras instalaciones para alumnos de la escuela.

Referencias

- Amer, J., Moral, J. y Salvá, J., (2012) *Adaptation of the ESPSS/EcosimPro platform for the design and analysis of liquid propellant rocket engines*, en Space Propulsion Conference, Bordeaux, Francia.
- Bala, A., Sethi, V., Lo Gatto, E., Pachidis, V. y Pilidis, P., (2007), “PROOSIS – A Collaborative Venture for Gas Turbine Performance Simulation using an Object Oriented Programming Schema” ISABE 2007-1357
- Cobas, P., García, B., Pérez, R., Avezuela, R. y Gregori, C.,(2006) *An ESA State-of-the-Art Simulation Tool for Space Applications*, 9th International Workshop on Simulation for European Space Programmes, Noordwijk, the Netherlands
- De Rosa, M., Steelant, J., Moral, J., Elkouch, Y. y Pérez Vara, R. (2008a). *ESPSS : European Space Propulsion System Simulation*. . International Symposium on Propulsion for Space Transportation. Heraklion, Crete.
- De Rosa, M., Steelant, J. y Moral, J., (2008b) “ESPSS: European Space Propulsion System Simulation”, Space Propulsion Conference
- EA, (2015), Empresarios Agrupados, *EcosimPro 5.2 User Manual* edición 2013, (2009) y *ESPSS EcosimPro Libraries User Manual*, 1.4.1 edición 2009, www.ecosimpro.com.

Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de LPRES Library

ESA (2014) *ESPSS: European Space Propulsion System, Simulation- EcosimPro Libraries User Manual*. ESA-4000103800/11/NL/CP –TN4130. marzo, 2014

Isselhorst, A. (2010), *HM7B Simulation with ESPSS Tool on Ariane 5 ESC-A Upper Stage*, AIAA 2010-7047, 46th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference & Exhibit, Nashville, TN (USA).

Moral, J., Perez Vara, R., Steelant, J. y de Rosa, M., (2010), *ESPSS Simulation Platform*, En Space Propulsion Conference, European Space Agency, San Sebastian, España. 11pp.

Vázquez, F., Jiménez, J., Garrido, J. y Belmonde, A., *Introducción al modelado y simulación con EcosimPro*, Pearson Educación Ed., Madrid. 259 pp.

La crítica como herramienta para el aprendizaje activo. Un ejemplo de aplicación en las asignaturas de Estadística en la EUETIB

Pablo Buenestado Caballero^a

^aDepartament de Matemàtica Aplicada III, Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Pablo.Buenestado@upc.edu.

Abstract

In this communication we present an active method developed in EUETIB. For this activity we use the Moodle platform, in particular, we use the virtual forums. With this support we have ensured that the student group advance in knowledge and abilities of the subjects of Statistic. This technique enables students to learn by developing problems by working collaboratively and critically.

We used the critical method to learn statistic: Each student solves a problem in two phases. After the first phase, we propose a critical review phase. The critical peer review should be constructive and public. Critical review helps to better understand the issues and improve communication competence.

Keywords: *Learning critical, Problem-based learning, Virtual forum, statistics.*

Resumen

En esta comunicación presentamos un método activo desarrollado en la Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona. Para realizar esta actividad utilizamos la plataforma Moodle, en particular usamos los foros virtuales. Con este soporte hemos conseguido que el grupo de estudiantes, independientemente del tamaño del mismo, avance en el conocimiento y en las habilidades de las asignaturas de Estadística. La técnica consigue que los estudiantes aprendan la materia mediante la elaboración de problemas, a lo largo del curso, trabajando de forma colaborativa y crítica.

Parte del aprendizaje de las asignaturas de Estadística en la EUETIB se apoya en el método crítico: en la elaboración de problemas personalizados para cada estudiante se incorpora una fase de revisión crítica, una labor añadida es criticar constructiva y pública de la resolución de los ejercicios

La crítica como herramienta para el aprendizaje activo. Un ejemplo de aplicación en las asignaturas de Estadística de la EUETIB

de los compañeros. La misión de la crítica es doble, por un lado ayuda a entender mejor el tema en estudio y por otro obliga a mejorar la competencia de comunicación.

Palabras clave: *Aprendizaje critico, Aprendizaje basado en problemas, Foro virtual, Estadística.*

Introducción

El ejercicio de la docencia en la actualidad requiere nuevos modelos de referencia para la práctica. Vivimos en un mundo globalizado y marcado por las tecnologías de la información y la comunicación, por lo que resulta urgente dejar de lado prácticas docentes tradicionales e implementar nuevas estrategias para enseñar al estudiante a aprender y a ser un sujeto crítico propositivo en la sociedad de la que forma parte. La reflexión es la base para la construcción del conocimiento. Desde el conocimiento y la reflexión el estudiante analiza y critica. Permite comprender lo que se está haciendo, siendo un proceso de construcción del conocimiento.

La incorporación de las plataformas digitales en la educación impulsa nuevas maneras de aprender. La universidad promueve la participación sincrónica y asincrónica entre sujetos que no se encuentran físicamente en el mismo lugar, ni al mismo tiempo.

Una de las herramientas tecnológicas que favorece la interacción a distancia y asincrónica es el Foro Virtual que podemos encontrar en plataformas como Moodle. El Foro Virtual es una herramienta de uso común en las plataformas educativas como medio de comunicación entre todos (profesores y estudiantes) que ayuda a compartir reflexiones y búsquedas favoreciendo, al mismo tiempo, el desarrollo de habilidades sociales y la mejora de la comunicación escrita. La relación en el Foro refuerza el aprendizaje de los individuos de la comunidad consiguiendo ir más allá de la mera transmisión de información.

El objetivo de esta comunicación es presentar un método eficiente para que un estudiante aprenda en colaboración con el grupo de compañeros (independientemente del tamaño del grupo) mediante la resolución de problemas, el análisis y la crítica interactiva usando el foro electrónico de la plataforma digital.

Pablo Buenestado Caballero

La crítica obliga a que el estudiante se transforme en su trayecto formativo en un sujeto comprometido con su aprendizaje (y el de sus compañeros) mediante la puesta en marcha de técnicas, estrategias y métodos de estudio colaborativos que el profesor proporciona. El profesor enfatizará la importancia de saber comunicar de manera clara y precisa para evitar errores en la emisión del mensaje, precisando que en el ámbito de la ingeniería es de vital importancia saber comunicar de manera eficaz.

El núcleo del método se centra en la responsabilidad individual para resolver un problema que se va a publicar en un muro, sobre el que un par de compañeros realizarán su crítica, también de forma pública. La actividad se acaba con el responsable del problema construyendo y colgando la versión más depurada de la resolución a partir de lo que la crítica aporta y su crecimiento individual dicte.

Asignaturas

El marco de trabajo de esta comunicación se ha realizado en las asignaturas de Estadística impartidas en la EUETIB desde hace una década: la asignatura obligatoria, que se imparte en los 6 grados de la escuela, Estadística (anteriormente Métodos Estadísticos de la Ingeniería de los anteriores planes de estudios) y la asignatura optativa Ampliación de Estadística. Son asignaturas de 6 ECTS (150 horas de aprendizaje) que se distribuyen a lo largo del curso con una carga de 10 horas semanales de aprendizaje del estudiante, incluyendo 3 horas de teoría y problemas más 1 de prácticas de R.

Tabla 1 Temario de Estadística

ESTADÍSTICA
Estadística descriptiva
Teoría básica de probabilidad
Variables aleatorias
Muestreo y modelos para el muestreo
Intervalos de confianza
Contraste de hipótesis

La crítica como herramienta para el aprendizaje activo. Un ejemplo de aplicación en las asignaturas de Estadística de la EUETIB

Tabla 2 Temario de Ampliación de Estadística y Aplicaciones a la Ingeniería

AMPLIACIÓN DE ESTADÍSTICA Y APLICACIONES A LA INGENIERÍA
Modelos de variables aleatorias de interés para la ingeniería
Muestreo y análisis de datos
Contrastes de hipótesis paramétricos y no paramétricos
Análisis de la varianza
Análisis multivariante
Control estadístico de la calidad

Metodología

El método de trabajo se centra en la resolución de problemas a partir de las siguientes pautas:

- Para cada tema de la guía docente de la asignatura obligatoria Estadística (y para algunos de los temas de la asignatura optativa Ampliación de Estadística y Aplicaciones a la Ingeniería) se presenta una amplia lista de enunciados de problemas (tantos problemas diferentes como el número de estudiantes tenga el grupo). A cada estudiante se le asigna aleatoriamente la responsabilidad de resolver uno de los problemas de la lista, exclusivo para cada uno de los estudiantes. Consecuentemente, cada problema tendrá su responsable unívocamente definido. La responsabilidad obliga a la creación de un debate o muro exclusivo de cada problema en el Foro abierto para tal efecto en el espacio virtual de la asignatura y a la publicación de la propuesta de resolución en un plazo determinado. Generalmente el periodo de resolución es de dos días.
- A continuación cada estudiante analiza de manera crítica y constructiva dos de los problemas realizados por otros compañeros, por consiguiente, todos los miembros del grupo de clase de la asignatura interactúan con tres problemas diferentes (el propio más los de dos compañeros) en un tiempo delimitado. Generalmente la crítica dispone de 2 días para revisar los problemas de los compañeros. En consecuencia, cada problema tiene 3 “trabajadores”, el estudiante responsable del mismo y los dos revisores. El método que utilizamos para asignar problemas a los

Pablo Buenestado Caballero

críticos consiste en que si un estudiante se responsabiliza del problema 24 automáticamente se convierte en el revisor de los problemas vecinos (el 23 y el 25). La revisión crítica se cuelga en el muro del problema.

- Para finalizar, recogidas todas las intervenciones, el responsable de cada problema, tras un periodo de reflexión y análisis de las propuestas, publica la versión depurada y definitiva de la resolución en el muro del debate. Esta fase no debe durar más de 2 días.

Figura 1 Visión de actividades de Estadística

Tema 3

- Tema 3 Probabilidad
- Enunciats problemes de probabilitat
- FORO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PROBABILIDAD
- Lliurament P

Tema 4

- Tema 4 Variables aleatorias discretas
- Enunciats problemes models variables discretes
- FORO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE VAD
- Lliurament VAD

Tema 5

- Tema 5 Variables aleatorias continuas
- TABLA NORMAL TIPIFICADA
- Enunciats problemes models variables continues
- FORO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE VAC
- Lliurament VAC

La crítica como herramienta para el aprendizaje activo. Un ejemplo de aplicación en las asignaturas de Estadística de la EUETIB

Esta metodología tiene una amplia gama de variantes en función del tamaño del grupo, el número de problemas, la distribución temporal, etc. Aun siendo el Foro un ente de aprendizaje asíncrono, en el uso que aquí damos es importante pautar el desarrollo del trabajo en todas sus acciones. Se considera innegociable que cada actividad de foros tenga un calendario de acción que declare la fecha de publicación de un trabajo, el periodo de sus críticas y la fecha límite para publicar la versión última del problema. Con las pautas bien marcadas la participación del moderador, en nuestro caso el profesor, debe actuar muy puntualmente.

En la evaluación, el profesor debe considerar una valoración amplia sobre los juicios de valor bajo criterios cuantitativos y cualitativos.

El enfoque crítico requiere un gran esfuerzo docente para romper la relación de dependencia con el estudiante y fortalece así la autonomía y la integración del grupo como punto de partida para la construcción del conocimiento. El estudiante deberá comprometerse profundamente con su propio proceso de construcción del conocimiento para que el enfoque tenga resultados exitosos.

Resultados











El operativo que aquí se presenta lleva perfeccionándose desde hace una década entre la asignatura Métodos Estadísticos (de la Ingeniería Técnica), la asignatura de Estadística (de los grados en Ingeniería) y la asignatura optativa Ampliación de Estadística y Aplicaciones a la Ingeniería en la EUETIB. Desde el 2006 la Universitat Politècnica de Catalunya viene utilizando y desarrollando la plataforma virtual ATENEA, basada en Moodle.

El contenido de las asignaturas se distribuye en 6 temas y en cada uno de ellos se desarrolla la actividad descrita en el apartado de metodología. De esta forma el estudiante profundiza en la materia día a día mejorando su aprendizaje de la asignatura. Para que este aprendizaje sea más intenso la actividad de los foros se realiza durante el periodo expositivo de la teoría, las clases de problemas y las prácticas correspondientes a cada tema. En total esta actividad de problemas tiene un peso de un 20% en la evaluación.

Pablo Buenestado Caballero

En estos 10 años se ha trabajado con grupos de tamaño variable llegando a un máximo de 60 personas. En todos los casos los resultados han sido catalogados de muy satisfactorios, obteniéndose encuestas muy favorables tanto por parte de los estudiantes que han participado en las actividades como de los profesores que han conocido la experiencia.

Figura 2 Debates de los problemas

Problema 8.22		Enrique Garcia Plazas	5	Garcia Plazas Enrique dv, 22 mai 2015, 22:48
Problema 8.27		Martí García Martínez	4	García Martínez Martí dv, 22 mai 2015, 22:27
Problema 8.5		Marcos Lopez Altes	4	Lopez Altes Marcos dv, 22 mai 2015, 16:39
Problema 8.31		Adrian Mora Pedregosa	4	Mora Pedregosa Adrian dv, 22 mai 2015, 15:40
Problema 8.6		Jesus Maria Merino	4	Maria Merino Jesus dv, 22 mai 2015, 15:11
Problema 8.36		Rafael Roldán Ubeda	4	Roldán Ubeda Rafael dv, 22 mai 2015, 15:08
Problema 8.4		Enrique Oliveros Muñoz	5	Oliveros Muñoz Enrique dv, 22 mai 2015, 14:32
Problema 8.44		Enric Casanova Battle	4	Casanova Battle Enric dv, 22 mai 2015, 13:16
problema 8.57		Arnau Parareda Pujolras	7	Parareda Pujolras Arnau dv, 22 mai 2015, 13:12
Problema 8.38		Neus Figuera Pérez	4	Figuera Pérez Neus dv, 22 mai 2015, 12:31

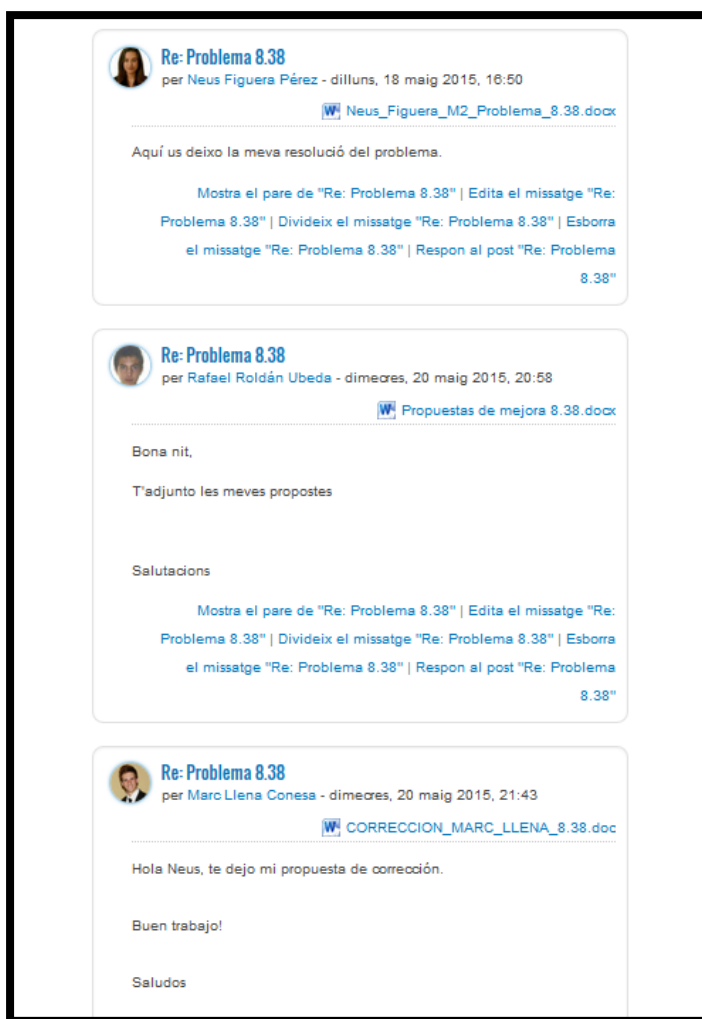
Para analizar la mejora que supone la participación de la revisión crítica entre los compañeros, se ha considerado evaluar los trabajos publicados en el foro tras la primera etapa, aquella en la que solo los estudiantes responsables han trabajado sus problemas, previa a la revisión de los compañeros, y posteriormente evaluar los trabajos definitivos, después de las críticas. Este análisis se ha desarrollado en 4 trabajos de la asignatura Estadística y se han encontrado los resultados que se muestran en el cuadro 3.

Tabla 3 Nota media de los trabajos de Estadística antes y después de la interacción crítica

	Antes	Después
Trabajo 1	5.3	7.5
Trabajo 2	6.1	8.0
Trabajo 3	5.8	7.7
Trabajo 4	6.3	8.4

La crítica como herramienta para el aprendizaje activo. Un ejemplo de aplicación en las asignaturas de Estadística de la EUETIB

Figura 3 Actividad en un debate



Los resultados del estudio nos muestran que la interacción con los trabajos de los compañeros hace mejorar el rendimiento de los estudiantes consiguiendo una mejora en el aprendizaje de la asignatura.

Pablo Buenestado Caballero

Conclusiones

Se ha presentado un método de aprendizaje basado en problemas que se apoya en la revisión crítica entre iguales. El método que presentamos posibilita al estudiante ser más crítico y analítico. Permite la retroalimentación entre iguales.

El enfoque crítico ayuda a estimular el análisis y la reflexión. Además, estimula la formulación para ser comprendido, ayuda en el vocabulario, en los conceptos y en la estructura.

Esta metodología mejora el rendimiento de los estudiantes. Con estas actividades se potencia la facultad de análisis crítico y se mejora sustancialmente la interacción entre los individuos en el aprendizaje colaborativo. Consecuentemente consideramos oportuno promover y aconsejar el uso del foro para la resolución de problemas como herramienta enfocada, además de a la comunicación, al aprendizaje de cualquier materia en colaboración con el grupo.

Esta herramienta de aprendizaje la venimos desarrollando desde hace una década en la EUETIB y consideramos que es un buen mecanismo para el crecimiento del estudiante.

La acción de criticar los ejercicios de los compañeros aporta a cada estudiante, por una parte, crecimiento en la materia en estudio, y, por otra parte, crecimiento en la comunicación de las ideas. Sin grandes esfuerzos, el estudiante comparará la manera de hacer de sus compañeros, que le aportará herramientas para sí. En consecuencia, esas revisiones supondrán un crecimiento que se reflejará a posteriori en su propio trabajo y, sobretodo, en su aprendizaje.

Consideramos que esta metodología es extrapolable y aprovechable en cualquier asignatura del ámbito de la ingeniería y aconsejamos su uso. La crítica es una excelente herramienta de aprendizaje para formar ingenieros.

Referencias

Benítez, M. D., Cruces, E. M. y Sarrión, M. D. (2011). El papel de la plataforma virtual de enseñanza en la docencia presencial de asignaturas de Estadística. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 4(1), 1-12.

La crítica como herramienta para el aprendizaje activo. Un ejemplo de aplicación en las asignaturas de Estadística de la EUETIB

Cebreiros, E. (2006). La participación de alumnos en los foros de plataformas virtuales docentes, Universidad Europea de Madrid, Madrid.

Maz Machado, A., Bracho López, R., Jiménez Fanjul, N. y Adamuz Povedano, N. (2012). El foro en la plataforma Moodle: un recurso de la participación cooperativa para el aprendizaje de las matemáticas. EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC, 1(2), 29-43.

Ornelas, D. (2007). El uso del foro de discusión virtual en la enseñanza, Revista iberoamericana de educación, México.

Pagés, A. (2013). Tecnologia i lideratge educatiu : una perspectiva filosòfica en Aloma, Revista de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport, vol. 31, num. 1, p. 15-22.

Aplicación y validación de un Aprendizaje Basado en Problemas en estudiantes universitarios de Ingeniería de la Construcción

Rodríguez González, C.A.^a y Fernández Batanero, J.M.^b

^aDepartamento de Ingeniería de Diseño y Proyectos. Universidad de Huelva (cesar@uhu.es) y ^bDepartamento de Didáctica y Organización Educativa, Universidad de Sevilla (batanero@us.es).

Abstract

This paper presents the results of an application and validation of specific teaching methodology called problem-based learning (PBL), in students of Construction Engineering. The work was done in the context of the implementation of PBL during the 2013-14 and 2014-15 courses on some groups of the School of Engineering Huelva University. The work includes the application of specific teaching methods and its validation. The validation was performed using a quasi-experimental method together with other quantitative and qualitative information of interest. It is evident that PBL is preferable to other learning, to be significant difference in the acquisition of knowledge by students

Keywords: *Problem-based learning, PBL, Engineering Education, Didactic Specific.*

Resumen

En este trabajo se exponen los resultados de una aplicación y validación de la metodología didáctica específica denominada Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en estudiantes de Ingeniería de la Construcción. El trabajo se ha efectuado durante los cursos 2013-14 y 2014-15 en algunos grupos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Huelva. Ha comprendido la aplicación de la metodología didáctica específica y su validación. La validación se ha efectuado empleando un método cuasi-experimental, acompañado de otra información cuantitativa y cualitativa de interés. Resultó que el ABP es preferible a otras didácticas, al resultar significativa la diferencia en adquisición de conocimientos por los alumnos.

Palabras clave: *Aprendizaje Basado en Problemas, ABP, Enseñanza de la Ingeniería, Didácticas Específicas.*

Aplicación y validación de un Aprendizaje Basado en Problemas en estudiantes universitarios de Ingeniería de la Construcción

Introducción

El Aprendizaje Basado en Problemas (en adelante ABP) es una didáctica específica en la que el proceso de enseñanza y aprendizaje está caracterizado por el enfrentamiento de los alumnos a problemas más o menos complejos, reales las más de las veces, y para lo cual podrán disponer de cuanto material consideren necesario (Barrows y Tamblyn, 1980). A partir de este postulado, y en una búsqueda de mejora del proceso enseñanza-aprendizaje en ingeniería que repercuta en los alumnos, en la Universidad de Huelva durante los cursos 2013-14 y 2014-15 se realiza una investigación al respecto. En concreto, en las asignaturas del área de Ingeniería de la Construcción, con docencia en varias titulaciones de ingeniería, se implanta en algunos grupos una docencia basada en ABP. El objetivo principal ha sido responder a la siguiente pregunta: ¿Existen diferencias significativas en los aprendizajes en construcción entre alumnos que han participado en un programa de enseñanza basada en un ABP, y otros alumnos que han participado en un método combinado expositivo tradicional y de realización de problemas por el docente? Todavía una parte de la investigación se haya en curso, pero todo indica que ya podemos responder a la pregunta planteada, como veremos más adelante.

Objetivos y metas

El objetivo principal mencionado en la introducción, se ha desglosado en la investigación en una serie de objetivos y metas específicos que a continuación se enumeran .

Objetivos específicos

Podemos enumerarlos como sigue:

- i. Establecer si el ABP es efectivo con un periodo de 10-12 semanas de aplicación.
- ii. Comprobar si se producen mejoras en los planteamientos para la resolución de los problemas.
- iii. Averiguar si se reducen errores de cálculo tras un planteamiento del problema a resolver adecuado.
- iv. Comprobar si los alumnos que han recibido ABP son capaces de resolver problemas de una manera más creativa.

Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.

Metas

Las metas, consecuencia de los objetivos fijados, son para la investigación que nos ocupa las siguientes:

- a) Mejorar la eficiencia en el proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura de construcción
- b) Reducir el porcentaje de suspensos asociados a la asignatura
- c) Acercar los conocimientos adquiridos a la práctica profesional real futura.
- d) Reducir el abandono de los estudios de ingeniería por falta de motivación del alumnado.
- e) Establecer una propuesta válida favorable a la implantación del ABP en ingeniería.
- f) Mejorar la calidad de la enseñanza en la E.T.S.I. de la Universidad e Huelva.

Material y métodos

Comprende este apartado la enumeración de las líneas principales seguidas en el desarrollo de la investigación realizada. El problema de investigación, en su vertiente empírica, se puede estructurar en 3 fases principales:

- i. Diseño de un ABP aplicado a las asignaturas de ingeniería de la construcción.
- ii. Aplicación y puesta en práctica del ABP.
- iii. Validación del ABP.

Con respecto a la validación del ABP, comprende tanto eficacia como eficiencia, siendo la primera expresada por el mayor o menor número de aprobados, y la eficiencia por la mayor o menor calificación obtenida. El modelo empleado para la validación del ABP consiste en un modelo con un diseño cuasiexperimental con empleo de pruebas objetivas, acompañado de un test de actitudes y un test de concienciación. A ello se añaden entrevistas puntuales realizadas durante el curso 2014-15, para evaluar más en profundidad la percepción de los alumnos sobre la metodología docente aplicada. En lo que concierne al carácter del modelo, desde el punto de vista del método científico, está enmarcado dentro de los modelos nomológico-inductivos, cuyo fundamento consiste en falsar o aceptar una hipótesis de partida aplicada a una muestra y establecer las correspondientes inducciones. Las conclusiones que se pueden deducir sobre el resultado obtenido sobre la citada muestra se pueden inducir para una población mayor, o bien, para la misma muestra en momentos diferentes del expe-

Aplicación y validación de un Aprendizaje Basado en Problemas en estudiantes universitarios de Ingeniería de la Construcción

rimento. No obstante, entendiendo el modelo aplicado como nomológico-inductivo, o más precisamente, como inductivo-estadístico, se debe ser cauto a la hora de establecer inducciones referentes a extrapolar hipótesis a otras muestras. El número de alumnos limita la exactitud alcanzable en este sentido, dado que no se puede garantizar normalidad en las muestras empleadas. Sin embargo, precisamente es el número reducido de alumnos el que permite aplicar un ABP con el detalle que se requiere. En lo que a fundamentos básicos del método cuasiexperimental aplicado al ámbito de la educación, entrevistas y test, se ha tenido en cuenta el planteamiento de Colás Bravo, Buendía y Hernández Pina (2009). De forma esquemática en la ilustración 1 podemos ver en qué ha consistido la validación mediante pruebas objetivas:

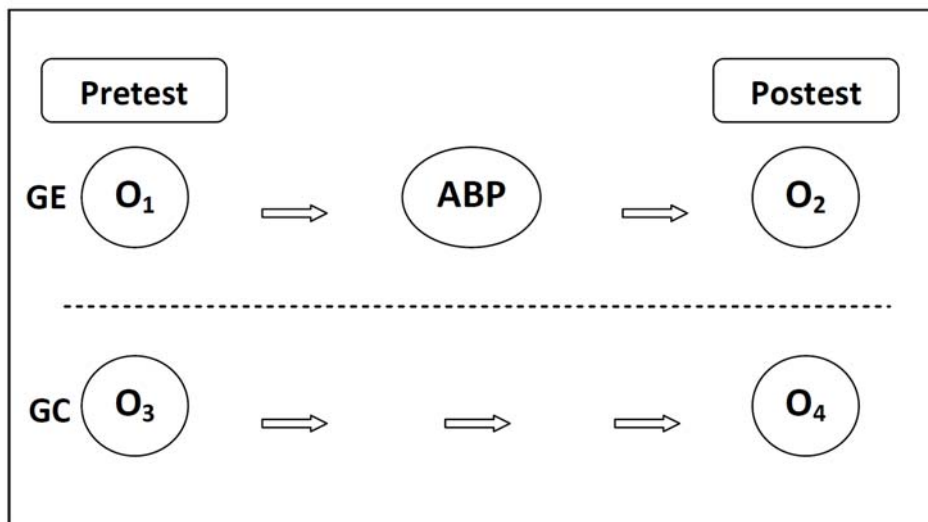


Ilustración 1. Diseño cuasi-experimental con grupo de control no equivalente y pretest.

Fuente: En Colás Bravo et al. (2009), p. 83.

Tenemos que entender que el modelo cuasiexperimental empleado en la validación tiene limitaciones. El modelo prima la certidumbre sobre la exactitud, por lo que cualquier dato cuantitativo obtenido debe ser considerado en el contexto mencionado con cierta flexibilidad. De esta forma, tras los resultados, en forma de corolario la hipótesis que se puede inducir con claridad es que “el empleo de un ABP puede mejorar el rendimiento académico de los alumnos que reciben la enseñanza de la ingeniería de la construcción”. La confirmación a esta cuestión se da en los siguientes apartados.

Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.

Análisis de resultados y discusión

Los resultados comprenden los resultados cuantitativos del pretest y postest en grupos experimental y de control, con los datos derivados de los anteriores mediante los cálculos correspondientes (% de aprobados, nota media en ambos grupos, resultados del test de homogeneidad de muestras y resultados del test de validación final). También se incluyen otros datos de carácter cualitativo que se ha considerado de interés anotar, derivados de las entrevistas puntuales realizadas en el curso 2014-15. Los test de actitudes y concienciación son considerados complementarios, y se han efectuado sobre una muestra al azar sobre los alumnos de las asignaturas del área, algunos habiendo recibido ABP y otros no. Dada la formalidad que requiere el método científico, se debe establecer una cláusula *ceteris paribus* –lo demás permanece igual-, para toda la investigación empírica. En este sentido, la variable dependiente es el rendimiento académico y la independiente el tratamiento mediante ABP, o tradicional expositivo y con realización de problemas por docente. Formalmente: haber sido o no sujeto de investigación (ABP en nuestro caso) es la variable independiente. En la validación, la hipótesis a falsar o verificar es “el tratamiento dado mediante ABP no afecta al rendimiento académico”. A estas 2 variables, se les añade la cláusula *ceteris paribus* en cuestión, por lo que todo lo demás debe permanecer igual si se quiere hacer un experimento conforme al método científico aplicado a un entorno social-educativo. Como medidas al respecto, se han adoptado las siguientes:

- ✓ El pretest y postest lo han efectuado los grupos experimental y de control a la vez y en el mismo lugar.
- ✓ Ambos grupos, experimental y de control, han efectuado pruebas similares.
- ✓ La corrección de exámenes ha sido triangulada por el otro profesor con docencia en el área, distinto del que imparte la docencia en el grupo en cuestión.
- ✓ Los resultados finales han sido validados mediante un juicio de experto (profesor de más antigüedad con docencia en el área, distinto del que imparte la docencia en el grupo y distinto del profesor que triangula la corrección de exámenes).

Como variables extrañas, que no se han podido controlar y que han podido afectar al experimento están, entre otras:

- i. Lugar de impartición de las clases.
- ii. Horario de las clases variable por grupo.
- iii. Interferencia de festividades para cada grupo diferente.

Aplicación y validación de un Aprendizaje Basado en Problemas en estudiantes universitarios de Ingeniería de la Construcción

Razones operativas han hecho imposible controlar las variables extrañas mencionadas. No obstante, es de esperar que su interferencia sea la menor posible. En los cursos 2014-15, las sesiones de entrevistas han permitido constatar este punto, dado que la mayoría de los alumnos encuestados no han manifestado un inconveniente apreciable en los horarios y clases por grupos. Sin embargo, sí dan importancia a la personalidad del profesor asignado, estableciéndose de esta forma nuevas variables que deberán ser tenidas en cuenta en futuras investigaciones, si bien difíciles de implementar al afectar a cuestiones tan diversas como el liderazgo, empatía, competencia, etc. A modo de extracto, se acompañan los resultados del pretest y postest del curso 2013-14, siendo que para el curso 2014-15 la investigación al respecto está todavía en curso.

Tabla 1. Resultados del pretest y postest.

GC	GE	GC	GE
1	1	2	3
2	2	2	3
2	2	2	3
2	2	2	4
2	2	2	4
2	2	3	5
3	2	3	5,5
3	3	3	6
3	3	3	6,5
3	3	3	7
3	3	3	7
3	3	3	7
3	3	4	8
4	4	4	8
4	4	5	8
4	4	5,5	9
4	4	6	
4	4	6	
4	5	7	
4	7		
5	8		
5	8		
5			
6			

Fuente: elaboración propia.

Para comprobar si existe una mejora significativa del rendimiento académico una vez recibido un tratamiento mediante ABP, se emplearon técnicas no paramétricas debido al reducido tamaño de las muestras (inferiores cada grupo a 50 alumnos). Los puntos que definen la prueba a efectuada son:

- 1) Diseño cuasiexperimental, de dos grupos independientes, con una variable independiente y muestras pequeñas ($n < 30$).
- 2) Nivel de medida ordinal.

Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.

- 3) Hipótesis bilateral:
 - a. H_0 : No existen diferencias entre ambos grupos.
 - b. H_1 : Existen diferencias significativas.
- 4) Contraste no paramétrico. Prueba de la mediana, puesto que la medida empleada hace referencia a dos únicos rangos o categorías: por encima o por debajo de la mediana o lugar central de todas las puntuaciones.
- 5) Pasos:
 - a. Obtención de la mediana de todas las puntuaciones. $Md = 4$.
 - b. Obtención de un χ^2 teórico para un nivel de confianza del 95% y 1 grado de libertad. χ^2 teórico = 3,841
 - c. Obtención de un χ^2 empírico mediante la expresión [1]:

$$\chi^2 = \sum_{g=1}^G \sum_{c=1}^C \frac{(|f_0 - f_e| - 0,5)^2}{f_e}$$

Se comprobó que al ser χ^2 teórico = 3,841 < 4,708 χ^2 empírico, hay diferencias significativas entre ambos grupos, a nivel de postest y para un nivel de confianza del 95%. Por tanto, se rechaza entonces la hipótesis nula (h_0) y se acepta la hipótesis alternativa (h_1). existen diferencias significativas en el rendimiento académico al recibir ABP frente a recibir otro método tradicional. A esta información, cuantitativa, hay que añadir las apreciaciones que se pueden comprobar en el curso 2014-15, mediante entrevistas y los respectivos test de actitudes y concienciación sobre ABP.

Conclusiones

En correspondencia con los objetivos específicos fijados, se concluye que:

1. Existen diferencias significativas en los aprendizajes en construcción entre alumnos que han participado en un programa de enseñanza basada en un ABP, y otros alumnos que han participado en un programa de aprendizaje siguiendo un método combinado expositivo tradicional y de realización de problemas por el docente. Se deduce, por tanto, que el ABP es efectivo con un periodo de 10-12 semanas de aplicación, dando así cumplimiento también al objetivo principal de la investigación.

Aplicación y validación de un Aprendizaje Basado en Problemas en estudiantes universitarios de Ingeniería de la Construcción

2. Tras la revisión de las pruebas objetivas, se comprueba que se produce mejora en los planteamientos para la resolución de los problemas planteados. Es patente no sólo la diferencia en resultados numéricos finales, sino el planteamiento establecido para llegar a los mismos.
3. El ABP se configura como un método didáctico eficaz, y a su vez, más eficiente que el método que combina el expositivo y de realización de problemas por docente. La mayor nota media y el mayor número de aprobados lo evidencian.
4. Se han reducido los errores de cálculo, derivados de operaciones matemáticas incorrectas o de manejo equivocado de la calculadora. El entrenamiento que proporciona el ABP parece ser la causa de ello, siendo su efecto neto positivo en este sentido.
5. Los alumnos que han recibido ABP parecen resolver los problemas de una manera más creativa, si bien en la calificación de la prueba objetiva este punto es de difícil calibración. La apertura hacia nuevos modos de resolver problemas, es una clara ventaja del ABP con respecto a métodos tradicionales de enseñanza en las ingenierías.

Otras conclusiones, relacionadas con la investigación realizada son:

6. El diseño de un ABP requiere de una programación cuidadosa, incluyendo una parte importante de trabajo autónomo por el estudiante. La falta de tiempo en asignaturas cuatrimestrales, o semestrales, impone dichas tareas.
7. La puesta en práctica de un ABP requiere de la formación de grupos asignados por cada problema a resolver, aulas convenientes (con mesas y sillas libres) y una tutorización adecuada. Por otra parte, la flexibilidad de los grupos es importante cuando cambia el problema, para evitar así la formación de corpúsculos socioculturales que cierran el intercambio con otros compañeros. Es frecuente la asociación por lugares de procedencia, aficiones, intereses, etc.
8. El mero resultado objetivo, es necesario pero no suficiente para una validación del ABP en profundidad. La validación del ABP en ingeniería requiere de pruebas objetivas, dada la importancia en el contexto del resultado numérico adecuado. Pero, a medida que se ha efectuado el experimento, numerosas observaciones hacen im-

Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.

portante el empleo de metodologías cualitativas para recoger otras observaciones de interés.

En cuanto a limitaciones y perspectivas de futuro, la proposición en el presente trabajo es modesta: no deja de ser una primera aproximación al problema. Una investigación en mayor profundidad requerirá de más tiempo, más alumnos y, en definitiva, más recursos aplicados a la investigación. En la actualidad los autores están desarrollando una metodología integrada sobre validación de ABP en la enseñanza de la ingeniería. La aplicación de una didáctica no habitual es un cambio que supone el esfuerzo de docentes. A veces, no siempre hay disposición favorable para poder emplear la citada didáctica en sus clases. Esto se entiende perfectamente normal, dado que el ABP es una didáctica que en ingeniería, en España, se viene empleando de forma reglada desde hace poco tiempo. Es de esperar ciertas reticencias en algunos casos, pues cualquier cambio en el ámbito docente suele venir acompañado de la reacción del medio docente correspondiente. Por ello, es aconsejable que antes de cualquier imposición se dé a conocer la didáctica en cuestión. Cursos de formación al respecto, o incluso la invitación como oyentes a clases con ABP implantado puede ser una estrategia aceptable que evite el rechazo inmediato a su implantación. Por otra parte, en forma no reglada el ABP sí se ha venido empleando en ingeniería y arquitectura desde hace años: es habitual en clases de cálculo de estructuras enfrentar a los alumnos a problemas reales, que son objeto de análisis y comentarios, con apoyo del docente. Pero no ha habido en este sentido un conocimiento detallado de la didáctica en cuestión. Por lo que si se da a conocer a los profesores de ingeniería, el hecho de que en realidad el ABP ha formado parte de sus clases en no pocos casos, es muy posible que haya una mayor receptividad a la nueva, o en este caso no tan nueva, didáctica.

Aplicación y validación de un Aprendizaje Basado en Problemas en estudiantes universitarios de Ingeniería de la Construcción

Referencias

- Barrows, H. S. (1985). *How to design a problem-based curriculum for the preclinical years*. New York: Springer Pub. Co.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning : an approach to medical education*. New York: Springer Publishing Company.
- Colás Bravo, P.; Buendía; L. Y Hernández Pina, F. (2009). *Competencias Científicas para la realización de una Tesis Doctoral*. Guía metodológica de elaboración y presentación. Barcelona: DaVinci
- García Llamas, J.L. (2011). Metodología de la investigación educativa. Cap. 8. En López-Jurado, M. Educación para el siglo XXI Bilbao: Desclée (Págs. 239-270)
- García Llamas, J.L.; Pérez Juste, R. y Río Sadornil, D.del (2006). *Problemas y diseños de investigación resueltos (3ª edición revisada y ampliada)*. Madrid: Dykinson.
- García Pérez, A. (2011). *Estadística básica con R*. Madrid: UNED
- Medina Rivilla, A., & Domínguez Garrido, M. C. (2009). *Didáctica: formación básica para profesionales de la educación*. Madrid: Universitas.
- Paje, S. E., Bueno, M., & Luong, J. (2011). Fundamentals of physics for the civil engineering degree: problem based learning (pbl). *Inted2011: 5th International Technology, Education and Development Conference*, 5702-5706.
- Restrepo Gómez, B. (2005). *Aprendizaje basado en problemas (ABP), una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. E-Libro* (pp. 9-20 p.).
- Río Sadornil, D. d., García Llamas, J. L., & Gil Pascual, J. A. (2003). *Métodos de investigación en educación*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Rodríguez González, C.A. (2014). *Diseño, aplicación y validación de un ABP en estudiantes universitarios de ingeniería de la construcción* (Tesina inédita de maestría). Universidad de Sevilla.
- Rué i Domingo, J. (2004). *El reto del Espacio Europeo de Educación Superior*.
- Sahin, M. (2010). Effects of Problem-Based Learning on University Students' Epistemological Beliefs About Physics and Physics Learning and Conceptual Understanding of Newtonian Mechanics. *Journal of Science Education and Technology* , Volume 19, Issue 3 , pp 266-275.
- Schwartz, P., Mennin, S., & Webb, G. (2001). *Problem-based learning: case studies, experience and practice*. London ; New York: Routledge.
- Yadav, A., Subedi, D., Lundeberg, M. A., & Bunting, C. F. (2011). Problem-based Learning: Influence on Students' Learning in an Electrical Engineering Course. *Journal of Engineering Education*, 100(2), 253-280.

Implantación de metodologías de cálculo a través del lenguaje Python para asignaturas impartidas en las titulaciones de la ETSIN.

Leo Miguel González, Jose Luis Cercós y Daniel Esteban Burgos

^a Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales. Universidad Politécnica de Madrid.
(Leo.gonzalez@upm.es , jl.cercos@upm.es , d.estebanburgos@gmail.com).

Abstract

The global target of this project is to improve the efficiency of the students' learning results by incorporating active learning methodologies such as the Python programming language which will improve the interdisciplinarity and both horizontal and vertical academic coordination.

We are also developing a complete repository, educational resources, and online videos in order to make the interaction and self-learning easier.

Keywords: *OpenCourseWare, Python, improve learning skills, increase in the quality of teaching skills, Innovation in the development of subjects, tutorials,*

Resumen

El objetivo de este proyecto es mejorar la eficiencia en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, incorporando metodologías activas de aprendizaje como es la programación en el lenguaje Python. Este tipo de iniciativas se espera que favorezcan la interdisciplinaria y la coordinación curricular de tipo horizontal y vertical.

También buscamos desarrollar un repositorio de notebooks, recursos docentes, y videos online, que faciliten la experimentación así como el aprendizaje autónomo.

Palabras clave: *OpenCourseWare, Python, Mejora del proyecto de aprendizaje, Mejora de la calidad docente, Innovación de la calidad docente, Innovación en el desarrollo de asignaturas, guías de aprendizaje, Creación materiales.*

Introducción

En las escuelas de ciencias e ingeniería el ordenador es la herramienta que sin lugar a dudas ha cambiado de forma más relevante la forma de estudiar y de aprender por parte del estudiante. El hecho de que cada estudiante tenga acceso directo mientras trabaja a un número casi infinito de datos relacionados con su tarea académica a través de internet, así como la posibilidad de hacer uso de herramientas especialmente indicadas para algunas de las subtarefas que aparecen constantemente en una jornada de estudio, rompen con el método clásico de estudio que un alumno tenía hace años. Un buen número de estudiantes tiene ordenadores portátiles personales y/o constante acceso a los recursos informáticos de la facultad donde cursan sus estudios, esto permite que un adecuado software de ayuda siempre este accesible. Editores de texto, programas de CAD, asistentes matemáticos, hojas de cálculo, etc...son ejemplos de lo que aquí se está hablando. En algunas ocasiones el estudiante debe ser capaz de interactuar de forma no trivial con dicho software para conseguir ejecutar las tareas precisas que necesita, siendo un ejemplo claro de ello la posibilidad de programar en los distintos lenguajes que cada software requiera. Debemos aclarar en este momento que el proyecto de innovación educativa que se documenta aquí va mucho más allá de la discusión sobre cuál es el lenguaje de programación ideal. Creemos que además de las múltiples ventajas que la programación le permite al ingeniero, hay una más que no debe ser pasada por alto y es que *“la programación educa”*. Obligar a un alumno a hacer entender a un sistema objetivo, neutro, inflexible y ajeno a las presiones humanas en el que se desea realizar un cálculo bien definido, desarrolla tanto el ingenio como la atención y la humildad por parte del estudiante. Nuestro contexto, es claramente el de una escuela de ingeniería o el de una facultad de ciencias, donde asumimos un grado de desarrollo global en el que todos los alumnos tienen acceso a los recursos informáticos de un modo u otro. En numerosas ocasiones, para obtener resultados a la hora de superar asignaturas impartidas en titulaciones técnicas, no solo depende del buen entendimiento conceptual y teórico de las áreas a estudiar, sino de tener la capacidad de realizar cálculos matemáticos de cierta complejidad en un tiempo razonable que modelan un cierto problema tecnológico. Este trabajo se inspira en el trabajo previo que ha mostrado la profesora Lorena A. Barba¹ de la Boston University, quien ha empleado una metodología docente basada en un lenguaje de programación a una asignatura concreta como es la aerodinámica. La profesora Barba muestra como con un lenguaje de programación sencillo, y unos tutoriales bien adaptados, se puede conseguir que el alumno se adentre en los problemas conceptuales de la asignatura sin que la resolución de las ecuaciones sea un problema. En concreto, se llega a mostrar cómo es posible enseñar a resolver un sistema complejo de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales no lineal como son las ecuaciones de Navier-Stokes, en tan sólo 12 pasos.

Leo Miguel González, Jose Luis Cercós, Daniel Esteban Burgos

Objetivos

Nuestro objetivo principal no es otro que dotar al alumno de una herramienta de libre acceso para realizar cálculos matemáticos que sea transversal a todas las asignaturas de la carrera y que incluso pudiera tener una cierta proyección profesional. Otros objetivos más concretos son:

1. Dotar al alumnado de una herramienta computacional en forma de lenguaje de programación que de forma sencilla y rápida permita al estudiante tener una mayor eficiencia académica.
2. Que el alumnado se encuentre mejor preparado a nivel técnico en su próximo futuro tecnológico.
3. Que el alumno de ciencias e ingeniería sepa distinguir entre las dificultades de modelado matemático de un problema y la resolución del mismo. Para esta segunda parte, debemos entender que siempre y cuando el problema no requiera de una dificultad excesiva y se deba recurrir a programas comerciales especializados, el alumno debe ser capaz de abordarlo mediante las herramientas aquí indicadas.
4. Facilitar a los estudiantes *de Grado y de Master de la ETSI Navales*, mediante recursos online, el conocimiento de metodologías de cálculo a través del lenguaje de programación interpretado Python, que podrán aplicar a un gran número de las asignaturas impartidas en las distintas titulaciones.
5. Motivar a los estudiantes de ciencias e ingeniería a realizar pequeños programas que permitan resolver de forma sistemática problemas de distintas asignaturas, haciendo de la cultura de la programación una forma de estudio trasversal.

Desarrollo del proyecto

El desarrollo del proyecto ha tenido las siguientes etapas:

1. Creación de la página web, ver <http://canal.etsin.upm.es/iepython/2> donde se van a colgar todos los resultados de este trabajo. Ver logotipo en la figura 1.
2. Selección del becario y el software libre adecuado, para el desarrollo de notebooks de Python on-line y para la grabación y edición de videos.
3. Elaboración de un listado de tareas y ejemplos por las que el alumno de ciencias e ingeniería debe progresar de forma secuencial para incorporar este lenguaje de programación a su método de estudio.
4. Difusión de los contenidos del proyecto.

Implantación de la metodología de cálculo a través del lenguaje de programación Python



Figura 1 Logotipo del proyecto de innovación educativa IE-Python

Por qué Python?

Nos hemos decantado por el lenguaje de programación Python porque es una herramienta de software libre y gratuito, de uso razonablemente simple, que permite realizar diversos cálculos en muchas ramas de las ciencias e ingeniería. El conocimiento de comandos e instrucciones básicas de dicha herramienta permitirá a los estudiantes de ciencias e ingeniería, y en concreto, de la ETSI Navales, enfrentarse a la resolución de problemas que contienen cálculos complejos. Valga como ejemplo, el cálculo de la trayectoria y velocidad de un oscilador armónico amortiguado, mostrado en la figura 2; o la ecuación del atractor de Lorenz de la figura 3.

Al igual que otros entornos de programación amigables como por ejemplo Matlab y Octave, Python tiene una curva de aprendizaje claramente indicada para estudiantes de grado. No debemos olvidar, que en el contexto donde nos encontramos, las herramientas computacionales aún hoy en día encuentran ciertas reticencias entre el alumnado debido a una cierta intolerancia a la frustración, ver Guzdial³. Lenguajes interactivos y amigables contribuyen a una metodología y un planteamiento mucho más ordenado y sistemático, permitiendo obtener unos buenos resultados a la hora de ser aplicado a las distintas asignaturas.

Entre las ventajas que nos han hecho decantarnos por un entorno Python podemos citar:

1. Python es un lenguaje de programación versátil: se pueden analizar datos, construir páginas webs, mantener servidores, incluso hacer arte o música.
2. Los ingenieros de muchas empresas técnicas de primer nivel (por ejemplo Airbus, Navantia, etc...) emplean Python de forma habitual, por lo tanto si el estudiante domina Python aumenta claramente su potencia curricular.

Leo Miguel González, Jose Luis Cercós, Daniel Esteban Burgos

```
In [2]: import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from scipy.integrate import odeint # lo escribimos así porque de scipy.integrate solo queremos odeint

In [3]: k = 4 #Definimos la constante del muelle
m = 1 #Definimos la masa
B = -1 #Definimos la constante de amortiguacion

def harmonic((x, y),t):
    return [y, -k*x/m + B/m*y]

inicial = [0.7, 0.5] #Vector de condiciones iniciales x(t=0)=0.7 y(t=0)=0.5
t_output = np.arange(0, 15, 0.01) #Dominio temporal de 0 a 15 y paso de tiempo 0.01 (nuestro eje x)
result = odeint(harmonic, inicial, t_output) #Resolvemos el sistema con odeint(sistema, condicion inicial
# , El rango donde graficaremos)

In [4]: fig, ax2 = plt.subplots(ncols = 1, figsize=(10,10))
xx, yy = result.T # extraer columnas y filas

plt.xlabel('tiempo')
plt.plot(t_output, xx,label="Posicion") #label lo utilizamos para poner una leyenda
plt.plot(t_output, yy,label="Velocidad")
plt.legend() #Con esto ponemos la leyenda
plt.show()
```

Figura 2.a) Código Oscilador armónico

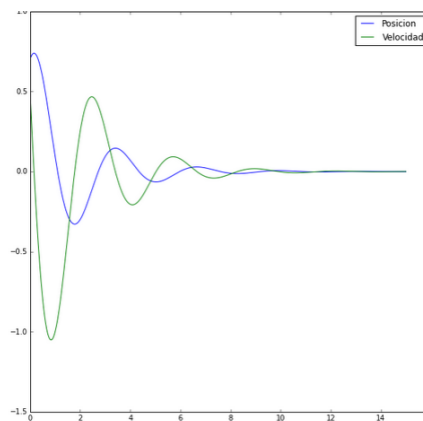


Figura 2.b). Gráfica obtenida mediante la ejecución del programa del Oscilador Armónico donde se muestran las gráficas de posición y velocidad en función del tiempo para un caso amortiguado.

3. Python es un lenguaje de programación ideal para la enseñanza, un buen número de instituciones educativas, algunas tan reconocidas como el MIT, están empleando Python como lenguaje de programación.

Implantación de la metodología de cálculo a través del lenguaje de programación Python

4. Leer un código en Python es como leer en inglés por lo tanto carece de la menor complejidad sintáctica, ver Manilla et al⁴.
5. Python tiene una eficaz curva de aprendizaje, pudiéndose realizar mucho trabajo valioso en poco tiempo.
6. A diferencia de otros lenguajes de programación, como por ejemplo Fortran, la librería Matplotlib⁵ permite realizar gráficos y animaciones en 3D.
7. Se pueden escribir juegos de ordenador en Python mediante la librería PyGame.

```
In [1]: from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D

In [2]: a = 10
        b = 28
        c = 8 / 3

        def lorenz(x, y, z):
            u = a * (y - x)
            v = b * x - y - x * z
            w = x * y - c * z
            return u, v, w

        dt = 0.01
        stepCnt = 10000

        xs = np.empty((stepCnt + 1,)) #Necesitamos un valor mas para el contador
        ys = np.empty((stepCnt + 1,))
        zs = np.empty((stepCnt + 1,))

        xs[0], ys[0], zs[0] = (0., 1., 1.05) #Fijamos valores iniciales de x,y,z
        #Iniciamos un contador con salto de tiempo "dt" hasta "stepCnt"
        for i in range(stepCnt) :
            # Derivadas de x, y, z.
            x_dot, y_dot, z_dot = lorenz(xs[i], ys[i], zs[i])
            xs[i + 1] = xs[i] + (x_dot * dt)
            ys[i + 1] = ys[i] + (y_dot * dt)
            zs[i + 1] = zs[i] + (z_dot * dt)

In [3]: fig = plt.figure()
        ax = fig.gca(projection='3d')
        ax.plot(xs, ys, zs)
        ax.set_xlabel("X Axis")
        ax.set_ylabel("Y Axis")
        ax.set_zlabel("Z Axis")
        ax.set_title("Lorenz Attractor")
        plt.show()
```

Figura 3.a) Código Atractor de Lorenz

Leo Miguel González, Jose Luis Cercós, Daniel Esteban Burgos

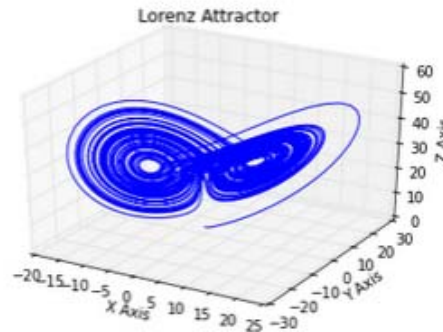


Figura 3.b). Representación tridimensional de la solución proveniente del código del Atractor de Lorenz.

8. Python a diferencia de otros lenguajes de programación como Matlab es **gratuito**, esto representa una gran ventaja para el alumno ya que lo puede adquirir y utilizar sin coste y sin la necesidad de cometer delito alguno sobre la propiedad intelectual. Otra ventaja adicional derivada de esto último es que los contenidos en Python son trasladables a estudiantes y profesores de universidades de países menos desarrollados debido al nulo coste del software.

9. Python minimiza el número de errores que el alumno comete en programación y por consiguiente hace descender la frustración y la sensación de fracaso que el joven alumno de ingeniería detesta.

Nuestra sensación es que un semestre de un curso de Matlab, C++ o C no dota a los estudiantes de una herramienta accesible, útil y sencilla para resolver sus problemas académicos. En el contexto educativo actual, los planes de estudio tan solo incluyen en la mayoría de los casos un cuatrimestre de lenguajes de programación. Esto es precisamente lo que queremos abordar en este proyecto, como dotar en poco tiempo y con poco esfuerzo al alumnado de habilidades computacionales para ser más eficaces en su estudio de las distintas ramas de la ciencia y la ingeniería.

En el libro “How to think like a computer scientist” Jeff Elkner⁶, defiende que el uso de Python ha mejorado la efectividad en el aprendizaje de las asignaturas de programa-

Implantación de la metodología de cálculo a través del lenguaje de programación Python

ción en su institución educativa. Según sus datos, un mayor número de estudiantes terminan el curso con posibilidad de crear programas de gran utilidad y con una actitud altamente positiva hacia el mundo de la programación.

Históricamente, nuestro contexto académico ha ofrecido al estudiante el programa Matlab como solución a los problemas que aquí pretendemos resolver, en este sentido es interesante citar el estudio llevado a cabo por A.Souto-Iglesias⁷ sobre el debate relativo a software libre y propietario en un contexto educativo. A continuación damos una argumentación de por qué Matlab no cubre nuestras expectativas:

- Python se encuentra actualmente a la altura de entornos de programación como Matlab y en breve los adelantará.
- Python es un verdadero lenguaje de programación.
- Python puede comunicarse fácilmente con otros lenguajes de programación.
- Con Python uno puede trabajar íntegramente en un entorno open-source con el consabido ahorro que ello implica para el alumno y la institución.
- Las licencias de Matlab son complicadas y caras.
- Todo lo que es posible hacer en Matlab se puede hacer en Python pero no al revés.

Ejemplos de aplicación.

Los ejemplos van desde una introducción al entorno de trabajo Python, hasta la resolución de los problemas típicos que un alumno puede encontrar a lo largo de sus estudios de grado. Los dos primeros ejemplos, “Introducción a Python” y “Python como calculadora” son claramente introductorios y presuponen una experiencia nula en este tipo de entorno. Tras el primer ejemplo, el alumno debe entender en que entorno de programación se va a mover y se muestra la forma de trabajo on-line que se va a promover a lo largo del curso. Se busca por tanto que el alumno para poder trabajar con Python pueda elegir entre hacerlo on-line sin tener que instalar nada en su propio ordenador pero conectado a internet o bien instalar una distribución de Python sin tener que estar obligatoriamente conectado a la red. En este proyecto se ha apostado por la primera forma de trabajo, debido a la facilidad mostrada en el proceso de iniciación. A continuación, una vez el estudiante se ha acomodado en el entorno de trabajo, se le explican los procesos más básicos que se pueden realizar en Python. A esta segunda etapa la hemos bautizado “Python como calculadora”, y creemos que tiene una vital importancia para que el alumno recién iniciado pierda el miedo al entorno y vea de modo inmediato las aplicaciones prácticas de este proceso de aprendizaje.

Leo Miguel González, Jose Luis Cercós, Daniel Esteban Burgos

Aquí tenemos una muestra de los ejemplos que hemos tratado en este proyecto:

Ejemplo	Conceptos tratados	Asignaturas implicadas
Introducción a Python	Básicos	Lenguajes de Programación.
Python como calculadora	Realización de cálculos simples	Física, Mecánica, Álgebra, etc...
Oscilador armónico	- Física básica - EDOs	- Vibraciones - Mecánica
Trayectoria de un tiro parabólico	- Leyes de movimiento - Sistemas de EDOs	- Mecánica - Física
Tiro parabólico de un sólido aerodinámico (pluma de Badminton)	- Sistemas de EDOs - Leyes de movimiento. - Resistencia y sustentación aerodinámicas.	- Mecánica - Mecánica de Fluidos
Ecuaciones de Lorenz	- Sistemas de EDOs - Sistemas complejos y caos.	- Mecánica
Diagrama de Moody, ecuación de Colebrook-White	- Sistemas de ecuaciones no lineales. Flujo turbulento incompresible en tuberías.	- Mecánica de Fluidos. - Hidráulica.
Cuerpo semi-infinito de Rankine	- Fluido ideal	- Mecánica de Fluidos

Tabla 1. Listado de los ejemplos a los que se ha recurrido para mostrar la metodología de Python como herramienta de aprendizaje.

El resto de los ejemplos, son claras aplicaciones de distintas asignaturas típicas de ciencias e ingeniería. Comenzando por la resolución de un oscilador armónico y acabando por un típico ejemplo de fluido ideal como es la determinación del punto de máxima velocidad sobre un ovalo de Rankine. Estos ejemplos, tienen por objeto mandar un mensaje claro al alumno, “en general, se puede hacer un estudio muy completo de un problema de ingeniería sin necesidad de conocer los detalles numéricos o analíticos de la resolución del mismo”, obviamente este mensaje tiene sus peligros en ciertos casos y conviene matizarlo diciendo que:

- a) En ciertos casos la resolución numérica exige tratamientos específicos cuando los problemas son muy rígidos.
- b) Tras un modelo matemático resuelto con Python, es obligatoria una validación y/o comprobación tan exhaustiva como sea posible.

Implantación de la metodología de cálculo a través del lenguaje de programación Python

- c) Python tan sólo resuelve unas ecuaciones, si estas son incorrectas o están mal programadas, el error se extiende a la solución.
- d) Una vez se ha obtenido una primera solución aceptable del problema, es recomendable que el alumno trata de optimizar el código en términos de minimización de tiempo y memoria.

Como se comentaba anteriormente, para cada uno de estos casos descritos en la tabla 1, se ha realizado un Notebook y un vídeo explicativo que describe paso a paso como se han elaborado dichos Notebooks con una voz que narra las tareas en castellano. Los vídeos son accesibles tanto desde la página web del proyecto, como desde la plataforma Youtube, esto último debido a la facilidad que tienen los estudiantes para trabajar con ella. Este moderno material didáctico hace que el alumno pueda siempre tener un material de apoyo a la hora de realizar sus propios ejercicios.

Conclusiones

En este proyecto de innovación educativa, se ha conseguido elaborar una serie de materiales on-line que permiten al alumno de grados de ciencias e ingeniería acometer el aprendizaje de forma rápida y progresiva del entorno de programación Python. Una vez el alumno recorra la totalidad de los tutoriales audiovisuales elaborados se debe sentir capaz de dar un salto al uso de Python para sus propios casos, y esperemos que esta herramienta vaya integrada en su vida profesional como una segunda piel.

Referencias

- [1] Lorena Barbá <http://lorenabarba.com/blog/announcing-aeropython/>
- [2] Leo Miguel González, Jose Luis Cercós, Daniel Esteban Burgos Proyecto de Innovación Educativa de la ETSI Navales. Curso 2014-15. Implantación de metodologías de cálculo a través del lenguaje Python para asignaturas impartidas en las titulaciones de la ETSIN. <http://canal.etsin.upm.es/iepython/>
- [3] Guzdial, M. Why is it so hard to learn to program?. Editors, In Andy Oram and Greg Wilson. (2010)
- [4] Mannilla, L. et al. 'What about a simple language? Analyzing the difficulties in learning to program,' Computer Science Education, vol. 16(3): 211-227 (2006)
- [5] Matplotlib library <http://matplotlib.org/>
- [6] Jeff Elkner and Chris Meyers 'How to think like a computer scientist. Learning with Python,' Allen Downey, Green Tea press (2002) // Free book.
- [7] Antonio Souto-Iglesias. "Software libre y propietario en el contexto de la Educación Superior en España: elementos para un debate." Revista Puig-Adam.

Utilización de técnicas de gamificación para potenciar el aprendizaje en una asignatura optativa.

Carmen Mata^a, Elena M^a Beamud^b, David Calvo-Parra^c

^aEscuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Universidad de Castilla La Mancha. Maria-Carmen.Mata@uclm.es, ^bEscuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Universidad de Castilla La Mancha. ElenaM.Beamud@uclm.es, ^cEscuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Universidad de Castilla La Mancha.

Abstract

The elective subjects require a special attention when designing their agendas and activities. On the one hand, it is important that the asignatura attractive to students, and secondly, it is necessary to provide more specific knowledge in core subjects. In this article an experience of the implementation of an internal competition where students develop a video simulation from making a piece from a CNC code that they themselves have designed is developed. The analysis of the results of student satisfaction with the experience and the number of students in the following courses proves to be a useful and enjoyable experience for students.

Keywords: Gamification, Development of transferable skills, Elective subjects.

Resumen

Las asignaturas optativas requieren una especial atención a la hora de diseñar sus temarios y actividades. Por un lado, es importante que la asignatura sea atractiva para los alumnos; y por otro, es necesario impartir conocimientos más específicos que en asignaturas obligatorias. En este artículo se desarrolla una experiencia de la implantación de una competición interna donde los alumnos desarrollan un video de la simulación de la fabricación de una pieza, a partir de un código CNC, que ellos mismos han diseñado. El análisis de los resultados de satisfacción del alumnado con la experiencia, y del número de alumnos en los cursos siguientes demuestra que es una experiencia útil y grata para los alumnos.

Palabras clave: Gamificación, desarrollo de competencias transversales, optativas.

Utilización de técnicas de gamificación para potenciar el aprendizaje en una asignatura optativa

Introducción

La agregación del Sistema Español de Educación Superior al *Espacio Europeo de Educación Superior* (EEES) ha propiciado cambios en los planes de estudio; fomentando la introducción de nuevas técnicas docentes (metodologías activas) para mejorar el aprendizaje, pero no solo de los contenidos, sino también de capacidades, habilidades y actitudes, que son demandadas en el mundo laboral a los estudiantes.

Una de éstas técnicas, es la *gamificación* (De Simón-Martín, 2015), que consiste en utilizar conceptos propios del diseño de videojuegos, en entornos distintos al juego, como puede ser el aula (Deterding, 2011). Es una técnica relativamente nueva (Cortizo, 2011), aunque la idea final, es la misma que muchas otras: conseguir implicar al alumno de forma activa en las actividades que se desarrollan en una determinada asignatura (Prieto-Martín, 2014). La gamificación incluye estrategias tales como: establecer una trama narrativa, dar puntos por acciones correctamente elaboradas, establecer tablas de líderes y metas a medio o largo plazo, etc. Marzewski et al. diferencia entre gamificación de capa fina, que se basa fundamentalmente en el empleo de recompensas; y gamificación profunda (*deep gamification*) (Marzewski, 2013), donde además de jugar, se pretende que la motivación que adquiere el alumno no acabe cuando acaba el juego, sino que continúe con el fin de lograr autonomía y maestría en una determinada tarea, o que aprenda a triunfar socialmente (Prieto-Martín, 2014).

La gamificación se puede introducir en cualquier otra metodología, especialmente en Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) o el Portfolio, dando lugar a: un juego de rol (Salán, 2014), una aventura épica (Prieto-Martín, 2014), competiciones internas (De Simón-Martín, 2015), etc. Algunos de autores que han empleado técnicas de gamificación, han desarrollado experiencias con distintos grados de profundidad (Smith, 2011; Lee 2011) obteniendo buenos resultados.

Las asignaturas optativas cuentan con una ventaja importante: los grupos de alumnos son reducidos y permiten que la investigación con nuevas técnicas docentes sea más sencilla para el profesor. Además, cuentan con la motivación extra que tiene los alumnos por el hecho de ser una asignatura que han elegido ellos.

En este documento se desarrolla una experiencia de gamificación consistente en aprender a programar CNC para fresadora, realizando el código que sería necesario para fabricar un escudo de un equipo de fútbol, utilizando metodologías combinadas de ABP y Portfolio. El resultado final de la experiencia consistió en crear un video con los movimientos que realiza la herramienta durante el mecanizado. La experiencia se dividió por fases, en cada una de estas fases se realiza una competición interna, donde se asignaban puntos según los resultados obtenidos. Finalmente, para comprobar la adquisición de los conocimientos, se realizó un cuestionario.

Carmen Mata, Elena M^a Beamud, David Calvo-Parra

Contexto

La experiencia se ha desarrollado durante un total de tres cursos consecutivos (2011/2012 a 2013/2014), en la asignatura optativa cuatrimestral de ‘Automatización de la Producción’ de 4º curso del Grado de Ingeniería Mecánica, impartida en la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén dentro de la Mención de ‘Diseño Industrial’. Durante el curso 2011/2012 fue la primera vez que se impartió esta asignatura en el Grado, pues anteriormente se había impartido en el título de Ingeniero Técnico Industrial en Mecánica pero con un temario mucho más teórico.

La duración de la experiencia abarca las seis últimas semanas del cuatrimestre. El horario de la asignatura se distribuye en dos días a la semana, de dos horas, y en horario de tarde. Las clases se desarrollaron en el Laboratorio de Ingeniería de los Procesos de Fabricación.

Cuando comienza a desarrollarse la experiencia, los alumnos han realizado un trabajo sobre mecanizado de varias piezas usando código CNC Fagor para torno, y entienden muchos conceptos necesarios para realizar el código de cualquier pieza en CNC.

Objetivos.

Los tres objetivos que se pretendían lograr con la experiencia fueron:

1. Aumentar la motivación de los alumnos y mejorar los resultados de los mismos.
2. Aumentar el número de estudiantes matriculados en la asignatura.
3. Fomentar en el desarrollo de las siguientes competencias transversales recogidas en la Memoria de Verificación del Título de Grado (UCLM, 2011):
 - A13 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en la Ingeniería Mecánica.
 - CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
 - CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

Utilización de técnicas de gamificación para potenciar el aprendizaje en una asignatura optativa

Desarrollo de la experiencia.

Organización e Información de los alumnos

Antes de comenzar la actividad se informa a los alumnos de en qué va a consistir y si están de acuerdo en participar, o por el contrario, deciden examinarse de esa parte en el examen final. Los alumnos se comprometen a entregar en tiempo y forma todas las tareas y a realizar las presentaciones periódicas a los compañeros.

Se les explica que la experiencia consiste en realizar un video donde se muestre el mecanizado de un escudo de un equipo de futbol utilizando código Fagor CNC para fresadora. También se les explica que la experiencia se desarrollará en 3 fases, de una semana de duración cada una, excepto la segunda fase que durara 3 semanas. Al finalizar la última fase deberán rellenar una encuesta y un breve cuestionario sobre los conceptos aprendidos. Asimismo, se les informa que al acabar cada semana se establecerá de forma consensuada los alumnos que mejor han resueltos los compromisos de dicha semana (a éste 'orden' se le llamó el 'Ranking de los escudos'). Desde el principio se les recuerda que el fin del Ranking es aprender, y no la competencia entre ellos.

Durante los tres años de duración de la experiencia todos los alumnos han decidido realizar la actividad. El valor porcentual de la actividad respecto al total de la asignatura fue de un 40%. (dividido en: 10% trabajo en clase, 10% presentaciones, 10% resultado final, 10% Ranking). Todas las actividades que componen cada fase se entregaron vía Moodle y fue necesario asistir a todas las exposiciones. La metodología de trabajo fue en parejas.

Para realizar las actividades/entregas se les proporciona información sobre blogs especializados en fabricación utilizando CNC (PromacionCNCiso, 2010), multitud de videos de ejemplos de fabricación de piezas con fresadora CNC y el programa sobre el que van a programar su pieza (*WinUnisoft*), sobre el que se les recomienda usen el control Fagor8050M para que puedan ayudarse entre ellos. Además, los alumnos de los cursos 2012/2013 y 2013/2014 dispusieron de los códigos y videos desarrollados por los alumnos del curso anterior, los cuales ayudaron bastante a visualizar soluciones de código en sus escudos.

Actividades a desarrollar en cada fase

A continuación se detallan las fases que componen la experiencia:

Fase 1. Selección de Equipo de Futbol. En este paso los alumnos seleccionan cuál va a ser su escudo. A la hora de seleccionar equipo solo se les pone una limitación: No puede haberse desarrollado en cursos anteriores. El profesor imprime los escudos elegidos y los ordena de mayor a menor dificultad. En la primera clase de esta fase se realiza una puesta en común de los equipos que han seleccionado y se procede a iniciar su dibujo en CAD. En la

Carmen Mata, Elena M^a Beamud, David Calvo-Parra

segunda clase se ponen en común los dibujos de CAD realizados, se identifican errores y se discute sobre interpretaciones libres de figuras muy complejas de algunos escudos (osos, dragones, etc.). Al final de esta clase, se han identificado las dificultades de código y se reordenan los escudos de nuevo, pero esta vez son los alumnos los que deciden el orden. Este orden, han de razonarlo y defenderlo ante los compañeros. El escudo que queda primero recibe 10 puntos, el segundo 9 y así sucesivamente.

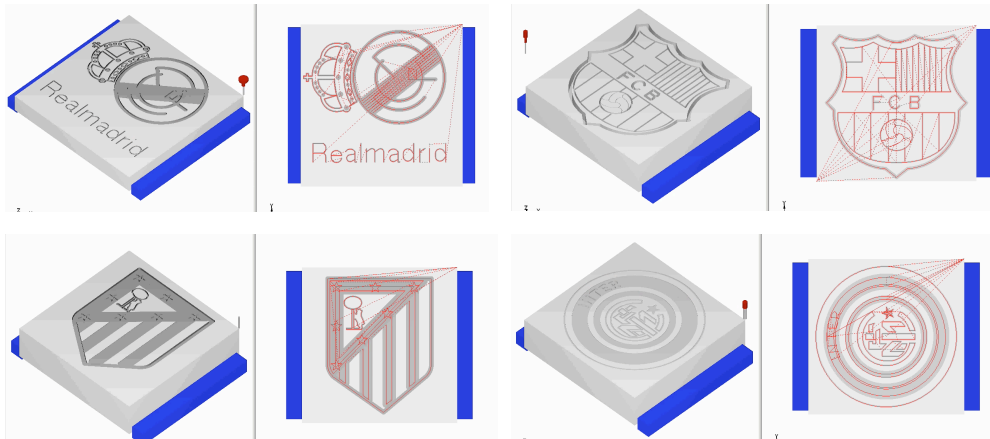
Fase 2. Desarrollo del código. En esta fase se desarrolla el código CNC para cada escudo. La metodología de trabajo en cada una de las clases es en parejas y se van desarrollando diferentes partes del código en diferentes días. El reparto de tiempo fue el siguiente:

- Primer día. Establecimiento de funciones preparatorias, cero pieza, dimensiones de la pieza que se quiere conseguir, definición de herramientas que se van a usar, pruebas de profundidades de herramientas, etc.
- Segundo día. Realización del código todas las operaciones simples, movimientos lineales y circulares. Cada pareja expone brevemente sus avances y se establece el Ranking de escudos de la semana.
- Tercer día. Establecimiento de todos los componentes de los escudos a los que hay que aplicar: ciclos, imágenes espejo, factores de escala, etc. Programación de los perfiles que se usarán para los factores de escala y las imágenes espejo.
- Cuarto día. Programación de ciclos, imágenes espejo y factores de escala. De nuevo, cada pareja expone brevemente sus avances y se establece el Ranking de escudos de la semana.
- Quinto día. Utilización de AutoCAD (o en algunos casos CATIA V5-3 (García, 2012)) para crear el código CNC de figuras muy complejas, utilizando algún programa tipo CAM capaz de generar código G (lenguaje *G-Code*). Para ello se usaron algunos programas como *CamBam* o *SketchUp*, validos para 2D (AJBDsoft, 2011) y gratuitos.
- Sexto día. Terminación y pruebas del código. Se establece el Ranking de escudos de la semana.

Fase 3. Presentación final y realización del video. Durante esta fase se realiza de presentación del proceso de creación del código y exposición pública del mismo durante la primera clase. En la segunda clase se realiza un video de la simulación de la fabricación del escudo con un programa gratuito de captura de pantallas en video (*Camstudio*), con el que se captura la ejecución del código realizado en *WinUnisoft*. Se establece el último Ranking de los escudos y se nombran los ganadores del Ranking sumando los puntos de todas las semanas. En la figura 1 se muestra el resultado de algunos de estos videos.

Utilización de técnicas de gamificación para potenciar el aprendizaje en una asignatura optativa

Figura 1 Algunos de videos de los escudos



Encuesta y cuestionario

La semana siguiente a terminar la fase 3, los alumnos deben rellenar una encuesta anónima vía Moodle para poder conocer su nota en la actividad. En esta encuesta se realizan las preguntas recogidas en la tabla 1.

Tabla 1.1. Encuesta

N	Preguntas	NO	SI
1	¿Crees que la actividad te ha ayudado a mejorar tus conocimientos sobre CNC?		
2	¿Crees que has aprendido a programar en fresadora más rápidamente de lo que aprendiste en torno?		
3	¿Crees que has aprendido a programar en fresadora más fácilmente de lo que aprendiste en torno?		
4	¿Crees que ha fomentado tu relación con el resto de compañeros tras la actividad?		
5	¿Crees que la actividad a fomentado la competitividad sana entre los compañeros?		
6	¿Crees que la actividad ha aumentado tu capacidad de resolver problemas, toma de decisiones?		
7	¿Crees que la actividad ha mejorado tu capacidad debatir sobre diferentes temas?		
8	¿Crees que la asignatura es más interesante por el hecho de desarrollar la actividad?		
9	¿Recomendarías la asignatura a tus compañeros?		
10	¿Algún comentario/idea a destacar para mejorar?		

Con el fin de conocer la adquisición de los conceptos que han desarrollado en la experiencia, junto a la encuesta se les abre un cuestionario de 10 preguntas sobre los contenidos desarrollados en la actividad. Para resolverlo disponen de 10 minutos, tras los cuales, la ventana de Moodle se cierra.

Carmen Mata, Elena M^a Beamud, David Calvo-Parra

Resultados

Variación del número de alumnos

En general, los alumnos han difundido las características de la experiencia, y ésta es conocida en la Escuela y entre los alumnos de cursos inferiores. Este hecho ha propiciado que aumente considerablemente el número de alumnos (9 en el curso 2011/2012, 14 en el curso 2012/2013, 22 en el curso 2013/2014), y que la asignatura se afiance frente a otras para evitar su desaparición.

Encuesta y cuestionario

Respecto a las respuestas del alumnado en la encuesta se puede destacar que:

- En las tres primeras cuestiones, relacionadas con la mejora del aprendizaje, aproximadamente el 95% de los alumnos (valor medio de los tres cursos) afirmaron que la experiencia les había ayudado con el aprendizaje de los conceptos de la asignatura.
- Respecto a la pregunta 4, sobre mejora de las relaciones con los compañeros. Los datos fueron dispares; en el primer año (2011/2012) el 100% de los alumnos afirmó que la experiencia les había ayudado a relacionarse con los compañeros, sin embargo, el segundo año este porcentaje bajó al 80% y el tercer año al 60%. Este resultado fue a consecuencia de que, al aumentar el número de alumnos, la relación entre ellos disminuye, pues tienden a relacionarse en grupos pequeños.
- Este resultado está relacionado también, con el obtenido en la cuestión 5, donde el 100% de los alumnos de los cursos 2011/2012 y 212/2013 opinaron que la experiencia fomentaba una competitividad sana entre ellos. Sin embargo, los alumnos del último curso opinaron (50%), que la competitividad no había sido sana. De echo, algún alumno escribió en la pregunta 10 que ‘aquello parecía un *reality* y que el ranking debería de ser eliminado’. Esto se debió a que durante el último curso, se produjeron alianzas entre parejas que sistemáticamente castigaban a otras parejas en el ranking, con el objetivo de ganar, sin importarles lo bueno o malo del trabajo.
- En las preguntas 6 y 7, sobre adquisición de competencias, aproximadamente el 90% de los alumnos (de los tres cursos), estuvieron de acuerdo con que la experiencia había mejorado sus capacidades de resolver problemas, debatir y expresar y defender ideas.

Utilización de técnicas de gamificación para potenciar el aprendizaje en una asignatura optativa

- En las preguntas 8 y 9, prácticamente el 100% de los alumnos afirmó que la asignatura es más interesante gracias a la experiencia y que se la recomendarían a sus compañeros.
- En la pregunta 10, de nuevo los resultados variaron en el último curso (en los dos primeros no había contestación, o eran alabanzas). Muchos de los alumnos opinaron (30%) que el ranking debería ser modificado para evitar conflictos, otros muchos (30%) opinaron que el porcentaje del ranking debería ser menor. Este resultado pone de manifiesto que el número de alumnos influyó negativamente en la experiencia, pues produjo desvirtualización de los objetivos, ya que el objetivo dejó de ser aprender, para ser ganar.

Respecto al cuestionario, la nota media fue de: 10/10 en el curso 2011/2012, de 9,5/10 en el 2012/2013 y de 7,5/10 en el curso 2013/2014. Teniendo en cuenta, que las cuestiones se cambian cada año y que son 10 cuestiones aleatorias para cada alumno de una base de datos de 100, se estima que los resultados de comprensión y afianzamiento de los conceptos fueron muy buenos. Aunque también se observa una disminución de la nota en el último curso.

Conclusiones

Las principales conclusiones del artículo son:

El interés de los alumnos y su motivación por la asignatura, aumentaron con la experiencia de forma unánime.

Evidentemente, el número de alumnos aumentó, aunque no se puede determinar cuál fue la importancia de la experiencia en este aumento.

La experiencia actúa positivamente sobre la adquisición de competencias (transversales y específicas) y conocimientos de la asignaturas

En general se podría concluir que las técnicas de gamificación funcionan y dan resultados muy satisfactorios. Sin embargo, hay algunos resultados que demuestran la decadencia de la experiencia con el paso de los cursos:

- Durante los dos primeros cursos, la selección de los equipos estaba relacionada con afinidad con el equipo, simpatía, etc. Sin embargo, en el último curso, la selección de los equipos estaba más relacionada con la sencillez del escudo.
- Durante el último curso, el objetivo de los alumnos no era aprender, sino ganar (o incluso que no ganen otros). Resultado indeseable y que perjudicaba incluso a la adquisición de competencias y conocimientos de la asignatura como pudo observarse en los resultados del cuestionario.

Carmen Mata, Elena M^a Beamud, David Calvo-Parra

Por estos motivos, no ha sido posible mantener la experiencia más tiempo y se ha decidido eliminar. Los profesores también han aprendido, que a veces las técnicas funcionan durante un tiempo, pero luego se corrompen y es necesario quitarlas para dejar paso a otras nuevas.

Referencias

- AJBDSOFT (2011). *Creación de G-code con SketchUp y CamBam*.
<http://www.ajpsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=664>
- Blog PromacionCNCiso. <http://programacioncnciso.blogspot.com.es>.
- Cortizo, J.C., Carrero, F., Monsalve, B., Velasco, A., Díaz del Dedo, L. I., and Pérez, J. (2011). *Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos*. VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, 2011.
- De Simón-Martín, M., Díez-Suárez, A.M., Blanes-Peiró, J., Borge-Díez, D., González-Martínez, A. (2015). Aplicación de técnicas de gamificación para la consolidación de conocimientos en asignaturas del Área de Ingeniería Eléctrica y Energética. IX Congreso Nacional de Ingeniería Termodinámica. Cartagena.
- Deterding S., Dixon, D., Khaled, R., Nacke, L.E. (2011) *Gamification: Toward a Definition*.
<http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2011/04/02-Deterding-Khaled-Nacke-Dixon.pdf>
- García M. (2012). *TUTORIAL Como hacer un Programa CNC en CATIA V5-3*. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=aiG1m5XwTas>
- Lee, J. J. & Hammer, J. (2011). *Gamification in Education: What, How, Why Bother?* Academic Exchange Quarterly, 15(2).
- Markzewski. A. (2013). *Thin Layer vs Deep Level Gamification*.
http://www.gamified.uk/2013/12/23/thin-layer-vs-deep-level-gamification/#.Uzmkxah_vvh
- Prieto-Martín, A., Díaz-Martín, D., Montserrat-Sanz, J., Reyes-Martín, E. (2014). *Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario*. ReVisión 7(2), 27-43.
- Salán, N., Rupérez, E., Illescas, S., Jorba, J., Llumá, J., Rodríguez, D., Torres, Y. (2014). *El juego de rol como metodología activa*. XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Almadén.
- Smith, S., (2011). *This Game Sucks: How to Improve the Gamification of Education*. EDUCAUSE Review, 467(1) 58-59.
- Vicerrectorado de Títulos de Grado y Máster (2011). *Memoria para la solicitud de verificación de títulos oficiales. Propuesta de título de grado en ingeniería mecánica por la universidad de castilla-la mancha. Universidad de Castilla La Mancha*.

Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería.

M^a Inmaculada González Alonso^a, Ramón Ángel Fernández Díaz^b, Manuel Castejón Limas^c y Ángel Pérez-Pueyo^d

^aEscuela de Ingenierías Industrial e Informática- Universidad de León - Campus de Vegazana s/n 24071 León, Teléfono: 987 29 34 75, inmaculada.gonzalez@unileon.es, ^bEscuela de Ingenierías Industrial e Informática- Universidad de León - Campus de Vegazana s/n 24071 León, Teléfono: 987 29 17 61, ramon.fernandez@unileon.es, ^cEscuela de Ingenierías Industrial e Informática- Universidad de León - Campus de Vegazana s/n 24071 León, Teléfono: 987 29 17 79, manuel.castejon@unileon.es y ^dFacultad Ciencias de la Actividad Física y Deporte - Universidad de León - Campus de Vegazana s/n 24071 León, Teléfono: 987 29 00 00 + 5483, angel.perez.pueyo@unileon.es.

Abstract

The Higher Educational learning scenario has contributed to an active methodologies search, in some cases new, and some others rescued from ancient literature and incorporated in the current framework. The inescapable assessment by competences is a challenge considered at different university forums since the entrance of the new degrees of the EHEA. The concern about this issue has led to consider alternatives methodologies to the classical techniques. The current report analyzes a type of methodology based on the assessment in order to achieve the acquisition of skills: The Formative Assessment as a tool focused on improving the university students' learning results. This tool has been used in a technical nature subject to evaluate the acquisition of skills and also to evaluate the level of these ones. One of the main competencies that is being pursued to achieve by student is the reflecting capacity and critical thinking.

Keywords: Grading, Methodology, Technical subjects, Rubrics.

Resumen

El escenario de la Educación Superior ha contribuido a una búsqueda activa de metodologías, en algunos casos, nuevas y en otros rescatadas de vetusta literatura e incorporadas al nuevo espacio. La ineludible evaluación por competencias es un reto planteado en los distintos foros de discusión univer-

Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería

sitarios desde la entrada de las nuevas titulaciones del EEES. La inquietud sobre esta cuestión ha llevado al planteamiento de metodologías alternativas a las clásicas técnicas. El presente trabajo analiza un tipo de metodología basada en la Evaluación con el fin de conseguir la adquisición de competencias: La Evaluación Formativa como herramienta enfocada a la mejora de los resultados de aprendizaje de los alumnos de estudios universitarios. Esta herramienta se ha utilizado en una asignatura de carácter técnico para evaluar la adquisición de competencias y el nivel de las mismas. Una de las principales competencias que se persigue logre el estudiante es la capacidad de reflexión y de pensamiento crítico.

Palabras clave: *Evaluación Formativa, Competencias, Metodología, Técnicas de Evaluación, Escala de Valoración.*

Introducción

1.1. Antecedentes

La implantación de nuevas titulaciones de Grado y Máster ha conllevado una dinámica en la búsqueda de metodologías de innovación en las aulas universitarias. La Declaración de Bolonia (Benito, 2005) promulgó la reforma de las estructuras de los sistemas de educación superior de manera convergente, instando al desarrollo del Espacio de Educación Superior Europeo.

Para el desarrollo del EEES un grupo de universidades europeas aceptó el reto expresado en Bolonia y elaboró un proyecto piloto denominado “Tuning”(J. González & Wagenaar, 2006). Entre los objetivos y fines de este proyecto destacamos ***“Incentivar a las universidades a desarrollar sus estrategias no solamente con referencia a los contenidos/conocimientos, sino también a las competencias generales y las específicas de enseñanza/aprendizaje”***. Enmarcamos nuestro estudio en esta iniciativa y tratamos de desarrollar una estrategia que ayude a realizar metodologías enfocadas a trabajar con competencias (Perrenaud, Noreste, & Sáez, 1999; Zabalza, 2014).

La evaluación por competencias (Cano, 2008) es uno de los retos del nuevo sistema universitario, por ello intentaremos con este trabajo desarrollar un método que nos ayude a conseguir dicho objetivo.

Naturalmente se podría pensar que una evaluación por competencias necesariamente deriva de un modelo de formación por competencias (Zapata, 2005) y esta formación por competencias debe incluir una metodología (Titone & Navarro, 1966; Torre de la Torre, Saturnino de la & Barrios Ríos, 2000). La metodología elegida para esta experiencia es la Evaluación

M^a Inmaculada González Alonso, Ramón Ángel Fernández Díaz, Manuel Castejón Limas y Ángel Pérez-Pueyo

Formativa (Hamodi, López-Pastor, & López-Pastor, 2015; Á Pérez-Pueyo et al., 2008). La Evaluación Formativa es **Formadora**: el alumnado aprende durante el proceso. **Reguladora**: permite mejorar cuestiones referentes al proceso de enseñanza-aprendizaje. **Pedagógica**: permite conocer el progreso del alumnado. **Comunicadora**: se produce un feedback entre alumnado-profesorado, profesorado-profesorado y alumnado-alumnado. **Ambientadora**: crea un ambiente escolar determinado (Hamodi et al., 2015). Según define López-Pastor “La Evaluación formativa es una estrategia de evaluación dirigida a promover la autorreflexión y el control sobre el propio aprendizaje” (V. M. López-Pastor, 2012; V. M. López-Pastor, 2009). No debemos confundir la “evaluación formativa” con la “evaluación continua”.

Existen diferentes experiencias publicadas sobre la puesta en marcha de la Evaluación Formativa (M. González et al., 2013; V. López-Pastor et al., 2006; A. Pérez-Pueyo et al., 2008)

1.2. Contexto

El caso, objeto de estudio, se sitúa en la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática (EIII) de la Universidad de León. La EIII está dedicada, desde su inicio, a las ingenierías de la rama Industrial. Posteriormente, en su crecimiento y expansión, se establecieron los títulos de Informática y finalmente el de Aeroespacial. Aunque tradicionalmente la EIII imparte los títulos de la rama Industrial, el Grado de Ingeniería Eléctrica es de muy reciente implantación, aún no ha finalizado la primera promoción. Por ello, el número de alumnos es adecuado para poner en práctica metodologías innovadoras que posteriormente podremos replicar en grupos mayores, de titulaciones similares (ingenierías), que se encuentran en nuestro entorno próximo, y con ello contribuir a la transferencia del conocimiento, en principio, dentro de la misma universidad.

La asignatura elegida es Generación Eléctrica, siendo esta de carácter obligatorio en el Grado de Ingeniería Eléctrica, y como se ha dicho se imparte en el segundo curso, primer semestre. El grupo es reducido, 22 alumnos y si bien el nivel académico es muy heterogéneo, muestran un grado de motivación medio-alto.

El nivel académico es muy heterogéneo, y ésta se debe a la diversidad en la procedencia del alumnado, según los datos de ingreso recogidos por la Universidad de León, podemos analizar los siguientes porcentajes.

Márgenes de edades:

- Menores de 20 años un **26%**, frente a un **65%** de toda la ULE
- Entre 20 y 24 años **un 52%**, frente a un **25%** de toda la ULE
- Entre 25 y 29 años un **19%** frente a un **3%** de la ULE.

Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería

- Mayores de 29 años un 3% frente al 3% de la ULE.

En cuanto a los estudios previos:

- Un 44% del alumnado matriculado no posee ningún título de enseñanza superior, frente a un **80%** de la ULE.
- Un **44%** del alumnado matriculado posee Estudios Superiores no universitarios (F.P., Enseñanzas Artísticas, Técnico Deportivo Superior), frente a un **18%** de la ULE.
- Un **6%** del alumnado matriculado posee Estudios Universitarios de 1^{er} ciclo, frente a un **1%** de la ULE.
- Un **6%** del alumnado matriculado posee Estudios Universitarios de ciclo largo/2^o ciclo, frente a un **1%** de la ULE.

El alumnado de este Grado elige esta titulación como primera opción en un 90%.

A la vista de los anteriores valores, se observa que el alumnado del Grado, es de mayor edad que la media universitaria respecto a otras titulaciones y esto es debido a que un 66% posee estudios previos.

Esta circunstancia hará que el alumnado tenga una mayor madurez y que sea más fácil, a priori, poner en practica la experiencia programada.

Las competencias específicas y transversales, con las que la asignatura contribuye al título del Grado Eléctrico son varias. Sin embargo destacamos las competencias transversales siguientes:

- Capacidad para el trabajo en equipo, asumiendo roles y responsabilidades con absoluto respeto a los derechos fundamentales y a la no discriminación por razones de sexo, raza, edad o religión.
- Capacidad para actuar con actitud crítica ante soluciones ya utilizadas, de manera que le incite a profundizar en el estudio y análisis de los temas objeto de esta disciplina.
- Capacidad para aprender de forma autónoma.

Uno de los objetivos de esta experiencia es precisamente lograr el cumplimiento de estas competencias.

1.3. Objetivos

El principal objetivo de esta experiencia es conseguir que el alumnado sea consciente de su propio aprendizaje, guiarle a lo largo del proceso y que de forma autónoma trabaje en la consecución de los resultados de aprendizaje de la asignatura.

M^a Inmaculada González Alonso, Ramón Ángel Fernández Díaz, Manuel Castejón Limas y Ángel Pérez-Pueyo

Para conseguir el objetivo principal realizaremos una serie de etapas a cumplir para llegar a nuestro fin:

1. Concienciar al alumno de la metodología que vamos a aplicar y de la cual es parte principal y activa. Intentar que su aptitud sea positiva y proclive a la dinámica que pretendemos realizar.
2. Planificar la metodología y temporizar acorde al tiempo disponible.
3. Realizar un planning temporal y desarrollar un protocolo explicativo del proceso, para que el alumno comprenda, en que consiste la metodología, de la cual es parte activa.
4. Obtener las herramientas necesarias para llevar la puesta en marcha del proceso. Realizar una escala de valoración para la parte expositiva, otra para la elaboración de trabajos y finalmente otra para la presentación de la bibliografía a utilizar.
5. Mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno. Obtener mejoras en los resultados académicos de los alumnos.
6. Capacitar al alumno para reflexionar sobre lo aprendido y fomentar el espíritu crítico.
7. Evaluar competencias específicas y transversales de la asignatura tras haber utilizado utilizando la Evaluación Formativa.

2. Metodología

El estudio se ha realizado durante el primer semestre del curso académico 2014/15. Los alumnos objeto del mismo son de segundo curso de Grado. Estos alumnos ya tienen experiencia en el mundo universitario pero aún no han adquirido la madurez de los estudiantes de últimos cursos. Los alumnos no han tenido experiencia previa con la Evaluación Formativa, tampoco han trabajado con escalas de valoración.

Existen seis etapas en la aplicación del proceso. La metodología aplicada consiste en las siguientes fases:

1. En un primer momento se procedió a seleccionar las actividades a realizar en el proceso de la Evaluación Formativa. Se decidió que la metodología a realizar era la elaboración de trabajos. Dentro de ella se procesó:
 - a. La elaboración del guion y su posterior exposición
 - b. Recopilación de la bibliografía del trabajo, realizando una breve explicación de su importancia y destacando el porqué de su relevancia.

Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería

- c. Realización del trabajo escrito bajo las indicaciones y premisas establecidas.
 - d. Exposición final del trabajo desarrollado.
 2. Se planificó el proceso, teniendo en cuenta el tiempo del que se disponía en el horario de la asignatura. Se establecieron las sesiones y su temporización.
 3. Antes de comenzar el proceso con los alumnos se realizó una encuesta inicial.
 4. Seguidamente se informó a los alumnos de la metodología y el sistema a seguir, se explicó:
 - a. En qué consiste la Evaluación Formativa.
 - b. Que es una escala de valoración y cómo se utiliza.
 - c. Cómo realizar la Autoevaluación y la Coevaluación.
 5. Se recopilaron todos los datos obtenidos y se procedió a su análisis.
 6. Finalmente se realizó una encuesta de satisfacción de los estudiantes sobre la metodología aplicada y el conocimiento adquirido.

3. Análisis de Resultados

Los datos que se recogieron corresponden a la Heteroevaluación, Coevaluación y Autoevaluación de varias experiencias llevadas a cabo con el alumnado. La Heteroevaluación es desarrollada por el profesor con cada uno de los alumnos, la Autoevaluación la realiza cada alumno sobre su propio ejercicio y la Coevaluación se desarrolla entre los propios alumnos, cada uno es evaluado por otro igual seleccionado por el profesor pero la coevaluación no se realizó de forma recíproca.

El alumnado se dividió en grupos de dos alumnos cada uno. Cada grupo eligió uno de entre los temas propuestos por el docente. Las temáticas versan sobre los contenidos de la asignatura. Los temas fueron desarrollados por los grupos a lo largo de varias semanas en las cuales se procedió a su seguimiento.

Primeramente se realizó la exposición oral sobre la explicación inicial del trabajo. Para calificar esta prueba se utilizó una **Escala de Valoración (Anexo1)**. Esta escala se entregó previamente para que el alumno conociese los indicadores a valorar y su ponderación.

Se realizó una redacción detallada de los ítems de cada indicador, para conseguir una exhaustiva consecución de todos los casos.

En esta ocasión se efectuó la Autoevaluación y la Heteroevaluación de cada alumno.

M^a Inmaculada González Alonso, Ramón Ángel Fernández Díaz, Manuel Castejón Limas y Ángel Pérez-Pueyo

En una segunda etapa, se procedió a realizar una recopilación y justificación de las referencias bibliográficas a consultar para la realización del trabajo. La bibliografía utilizada se recopiló, para su explicación, en una tabla con los siguientes campos, **enlace** (en el caso de página web), **referencia bibliográfica**, **páginas** y **síntesis** de lo más significativo que se extrae de la referencia (máx. 50-100 palabras). Para esta sesión se utilizó otra escala de valoración, (**Anexo 2**). En este caso se realizó Coevaluación y Heteroevaluación. El profesor volvió a evaluar a todos los alumnos y cada alumno evaluó a uno de sus compañeros.

En la etapa final, se realizó la presentación del trabajo, por un lado se calificó la sesión expositiva y por otro lado el documento elaborado. Para la sesión expositiva se volvió a utilizar la escala de valoración del Anexo 1 que se empleó en la primera experiencia. Para calificar el trabajo desarrollado, se elaboró otra escalada de valoración, (**Anexo 3**), la cual fue entregada al alumnado previamente, antes de que se realizase el trabajo, para que tuviesen conocimiento de los criterios que iban a ser valorados y en que porcentajes.

3.1. Presentación de los resultados obtenidos.

Los resultados que se recogieron en esta experiencia quedan expuestos en la tabla 3.1.1.

Tabla 3.1.1- Resultados obtenidos en la experiencia.

	Evaluación formativa						Elaboración Trabajo
	Exposición Guión		Exposición bibliografía		Exposición Final		Escala de Valoración
	Auto	Hetero	Coeva	Hetero	Coeva	Hetero	Heteroeva.
alumno1	68	41	97	66	59	63	43
alumno2	69	55	81	85	45	87	89
alumno3	95	58	90	90	75	80	100
alumno4	73	79	53	92	92	100	92
alumno5	74	77	85	95	83	95	89
alumno6	73	50	80	76	70	65	83
alumno7	63	56	60	76	87	70	92
alumno8	60	43	60	61	60	55	83
alumno9	79	67	56	76	84	76	62
alumno10	75	54	90	81	80	75	75
alumno11	93	79	81	72	79	97	86
alumno12	76	48	94	76	77	79	83
alumno13	no presentado		66	76	90	77	92
alumno14	74	60	72	90	75	80	96
alumno15	82	58	81	81	77	82	89
alumno16	71	46	78	66	70	70	96
alumno17	93	74	81	77	76	95	86
alumno18	76	68	68	76	89	95	62
alumno19	84	62	90	50	65	70	100
alumno20	76	57	no presentado		60	60	75
alumno21	73	79	53	92	85	97	92
alumno22	76	63	86	81	87	72	83

Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería

De los 22 alumnos registrados, existen dos que no se estudian, ya que, el alumno 13 y el alumno 20 tuvieron un No Presentado en dos de las dinámicas, con lo cual, estos dos se despreciaron. Por lo tanto, la muestra de estudio fue de 20 elementos.

El análisis exploratorio de los datos revela, a través del **gráfico 3.1.1.**, gráfico Pairs que representa la relación que existe entre la evaluación del profesor y la del alumno. En el guion y en la exposición hay una clara dependencia, mientras que en la evaluación de la bibliografía no se aprecia correlación clara entre ambos actores. Este hecho puede deberse a que los alumnos han tenido experiencia previa con la elaboración de guiones y exposiciones, pero no en la inserción de referencias bibliográficas de forma justificada y razonada.

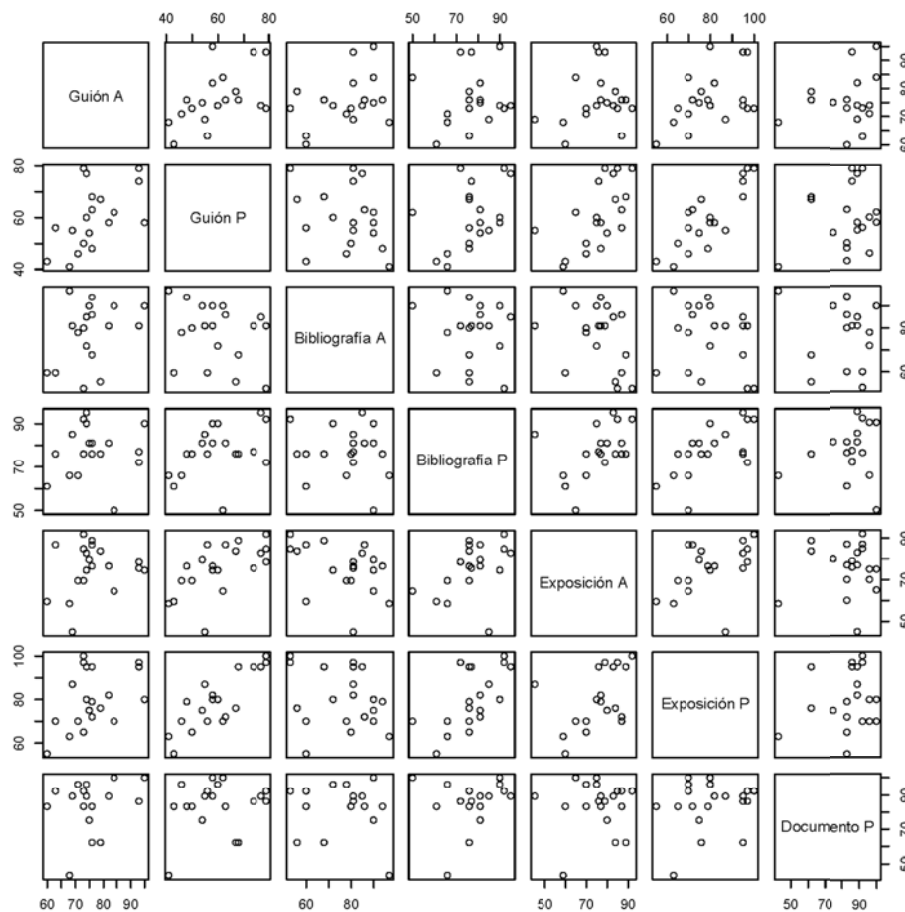


Gráfico 3.1.1- Relación entre evaluación Profesor (P)-Alumno (A).

M^a Inmaculada González Alonso, Ramón Ángel Fernández Díaz, Manuel Castejón Limas y Ángel Pérez-Pueyo

La matriz de correlación, (tabla 3.1.2), muestra que la evaluación realizada por el profesor es coherente, puesto que los valores mayores de correlación aparecen entre las tres evaluaciones realizadas por el profesor. Esto sugiere que la actuación del profesor es independiente del alumno, y del momento en que se realiza la evaluación. Estos valores también indican que ya tras la primera evaluación se puede conocer quiénes son los estudiantes que obtendrán mejores resultados tras el proceso formativo (especulación: posiblemente los estudiantes con peores resultados no sean los que más beneficio obtengan de la evaluación formativa). Los estudiantes con peores resultados tras la primera evaluación también obtendrán peor nota en la última evaluación, tal como se refleja en el valor elevado (0,86) de la correlación entre la exposición-P y el Guion-P. La bibliografía-P tiene menor correlación con la exposición-P porque es un trabajo de distinta naturaleza, acentuado por el hecho de que es la primera vez que los estudiantes se enfrentan a este tipo de tarea.

Tabla 3.1.2- Matriz de correlación. Valores en correlación remarcados. Valores $\geq 0,60$ y < 1

	<i>Guion A</i>	<i>Guion P</i>	<i>Bibliografía A</i>	<i>Bibliografía P</i>	<i>Exposición A</i>	<i>Exposición P</i>	<i>Documento P</i>
<i>Guion A</i>	1.00	0.47	0.35	0.08	0.19	0.45	0.22
<i>Guion P</i>	0.47	1.00	0.37	0.48	0.60	0.86	0.23
<i>Bibliografía A</i>	0.35	0.37	1.00	0.21	0.39	0.21	0.09
<i>Bibliografía P</i>	0.08	0.48	0.21	1.00	0.42	0.61	0.21
<i>Exposición A</i>	0.19	0.60	0.39	0.42	1.00	0.45	0.04
<i>Exposición P</i>	0.45	0.86	0.21	0.61	0.45	1.00	0.19
<i>Documento P</i>	0.22	0.23	0.09	0.21	0.04	0.19	1.00

En el gráfico 3.1.2 (gráfico de notas, gráfico pairs) se reflejan las evaluaciones guion, bibliografía y exposición. Por cada alumno hay dos puntos, uno representa la calificación que

Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería

ellos mismos se asignan tanto evaluándose como coevaluándose (a) y otro que representa la calificación que les asignó el profesor (p). El gráfico G-E muestra que los parámetros de orientación de la nube de datos se asemejan, sin embargo existe un sesgo en el parámetro de centralidad. En el primer ejercicio, autoevaluado, los alumnos sobrevaloraban sus propios resultados, mientras que en el último, coevaluado, además de mejorar en el uso de la escala de valoración los alumnos también muestran mayor espíritu crítico para evaluar a sus compañeros que para evaluarse a sí mismos (Competencia espíritu crítico). El gráfico B-E muestra, nuevamente, la desorientación de los alumnos en la realización de la coevaluación de una tarea que desconocían como es la utilización de referencias bibliográficas.

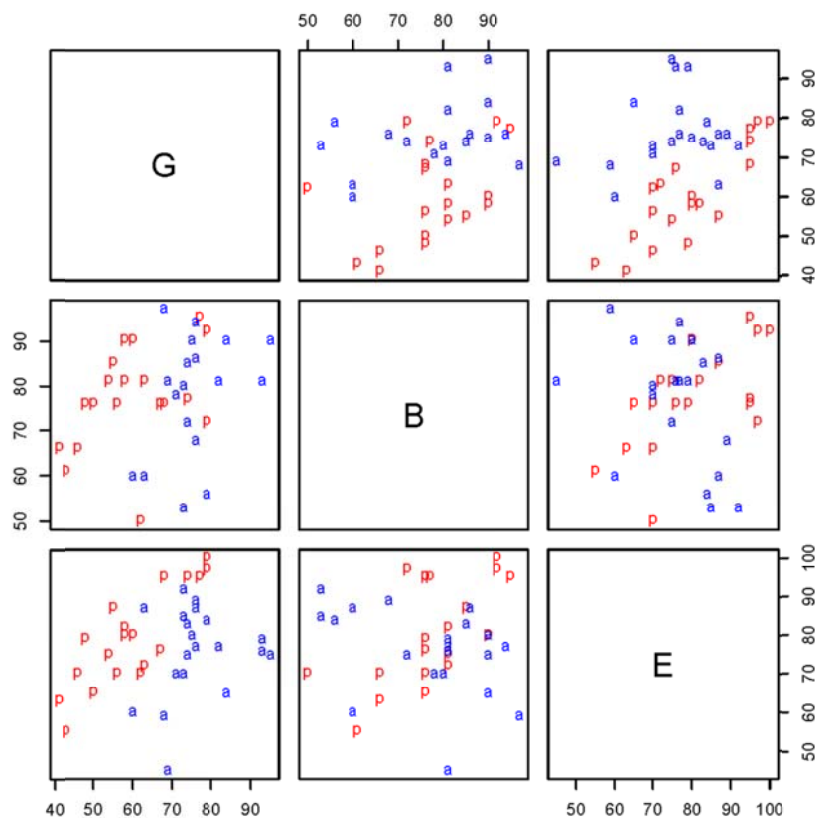


Gráfico 3.1.1.- Gráfico de notas, guion, bibliografía y exposición.

M^a Inmaculada González Alonso, Ramón Ángel Fernández Díaz, Manuel Castejón Limas y Ángel Pérez-Pueyo

Evolución en la calificación del alumno:

Finalmente se valora si la metodología utilizada permite al alumno mejorar en su rendimiento académico a través de la calificación.

En el gráfico 3.1.3, **gráfico de cajas**, se representa la evolución de las calificaciones de los alumnos en las distintas etapas del proceso, tanto en su valoración como en la realizada por el profesor. Estableciendo en un primer momento solo las calificaciones del profesor, se comprueba que la línea que representa la mediana (50% de las calificaciones) evoluciona desde casi el seis en la primera exposición al ocho en la última, así mismo, el valor del cuartil superior (75% de las calificaciones) en la primera exposición está entorno al siete y ya en la segunda exposición alcanza el nueve. Se entiende, por tanto, que la evolución positiva del rendimiento académico es similar en todo el grupo de alumnos, tanto los alumnos brillantes como los de menores calificaciones.

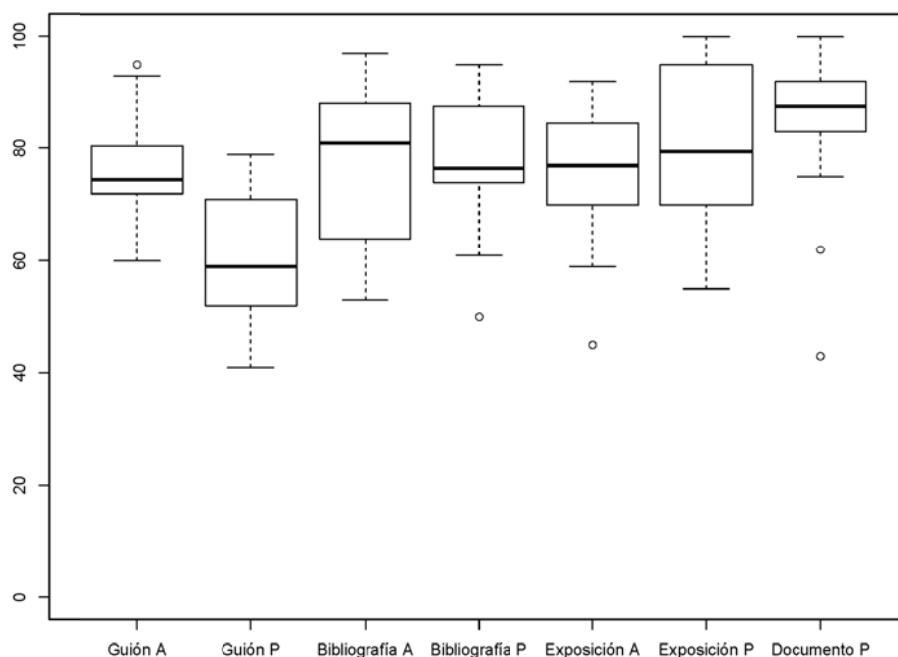


Gráfico 3.1.2.- Evolución calificaciones

Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería

Se observa también la clara discrepancia entre las valoraciones del alumno y el profesor en la primera exposición. Sin embargo, en la última existe una mayor homogeneidad debido a que el alumno ha mejorado su capacidad expositiva y, además, ya está familiarizado con las escalas de valoración.

4. Conclusiones y trabajo futuro

Una vez realizada la experiencia, recogidos los datos y analizados se llegó a una serie de conclusiones que a su vez se relacionaron con los objetivos que previamente se plantearon:

1. El alumno mostró en todo momento una actitud positiva. Objetivo 1.
2. La metodología y la temporizar se llevó a cabo según la planificación, pudiéndose acometer todas las dinámicas que se plantearon inicialmente. Objetivo 2
3. Las competencias transversales y parte de las específicas de la asignatura se evaluaron tras desarrollar un proceso de evaluación formativa que generó una significativa mejora en el aprendizaje y que fue constatado. Objetivo 3.
4. El proceso de enseñanza-aprendizaje, así como, los resultados académicos de los alumnos presentaron evoluciones positivas. Objetivo 4.
5. Se diseñaron y aplicaron varias escalas de valoración. Objetivo 6.

Las calificaciones obtenidas en las escalas de valoración se han estudiado en su globalidad, planteamos como trabajo futuro investigar el desarrollo de cada uno de los ítems de dichas escalas, verificando en cuáles el alumno obtiene mayor beneficio con esta metodología. También plantearemos la recopilación y análisis de las valoraciones de los alumnos.

Referencias

- Benito, Á. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria: en el espacio europeo de educación superior* Narcea Ediciones.
- Cano, E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado: revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 11.
- González, J., & Wagenaar, R. (2006). *Tuning Educational Structures in Europe 2 (castellano) La contribución de las universidades al proceso de Bolonia* (Informe Final Proyecto Piloto - Fase 2 ed.). Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deust.
- González, M., García, M. E., Díez, M. Á., Domínguez, R., Alonso-Cortés, M. D., Cardeñoso, E., . . . Pérez-Pueyo, Á. (2013). Propuesta de mejora del procedimiento de evaluación por competencias en el Prácticum del Máster Universitario de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas de la Universidad de León. Universidad de Alcalá.
- Hamodi, C., López-Pastor, V. M., & López-Pastor, A. T. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. *Héctor Monarca 14 Políticas, prácticas y trayectorias escolares*, , 146.

M^a Inmaculada González Alonso, Ramón Ángel Fernández Díaz, Manuel Castejón Limas y Ángel Pérez-Pueyo

- López-Pastor, V. M. (2012). Evaluación formativa y compartida en la universidad: clarificación de conceptos y propuestas de intervención desde la Red Interuniversitaria de Evaluación Formativa.
- López-Pastor, V. M. (2009). *Evaluación formativa y compartida en educación superior* Narcea Ediciones.
- López-Pastor, V., Monjas Aguado, R., Gómez García, J., López, E. M., Pastor, J. F., González Badiola, J., . . . Heras Bernardino, C. (2006). La Evaluación en Educación Física. Revisión de los modelos tradicionales y planteamiento de una alternativa: la evaluación formativa y compartida. *Retos.Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (10), 31-41.
- Pérez-Pueyo, A., Tabernero Sánchez, B., López-Pastor, V. M., Ureña Ortín, N., Ruiz Lara, E., Capulloch Bujosa, M., . . . Castejón Oliva, F. J. (2008). **Evaluación formativa y compartida en la docencia universitaria y el Espacio Europeo de Educación Superior: cuestiones clave para su puesta en práctica.** *Revista de Educación*, (347), 435-451.
- Pérez-Pueyo, Á, Tabernero Sánchez, B., López-Pastor, V. M., Ureña Ortín, N., Ruiz Lara, E., Capulloch Bujosa, M., . . . Oliva, C., Francisco Javier. (2008). Evaluación formativa y compartida en la docencia universitaria y el Espacio Europeo de Educación Superior: cuestiones clave para su puesta en práctica Formative and shared assessment in Higher Education and European Area of Higher Education: key questions for. *Revista de Educación*, 347, 435-451.
- Perrenaud, P., Noreste, E., & Sáez, J. (1999). Construir competencias desde la escuela. *Santiago, Dolmen*,
- Titone, R., & Navarro, M. R. (1966). *Metodología didáctica* Rialp.
- Torre de la Torre, Saturnino de la, & Barrios Ríos, O. (2000). *Estrategias didácticas innovadoras*
- Zabalza, M. Á. (2014). El trabajo por competencias y los equipos docentes. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 7(13), 5-13.
- Zapata, W. A. S. (2005). Formación por competencias en educación superior. Una aproximación conceptual a propósito del caso colombiano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(9), 1.

Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería

ANEXO I



Asignatura: **GENERACIÓN ELÉCTRICA**
 Fecha: Diciembre de 2014 Curso: 14/15
 Grado en Ingeniería Eléctrica
 Profesora: Inmaculada González Alonso



Evaluador		Evaluado	
Grupo:		Grupo:	
Alumno:		Alumno:	

ESCALA DE VALORACIÓN EXPOSICIÓN ORAL		Ptos.
COMUNICACIÓN NO VERBAL (30 puntos)		
1. Lenguaje corporal: contacto visual (10 Puntos)		
Mantiene durante toda la exposición el contacto visual con las personas que le escuchan		10
Mantiene el contacto visual aunque a veces mira hacia el suelo, el fondo o se queda demasiado tiempo mirando sólo a un grupo de personas		5
Apenas mantiene el contacto visual o se queda excesivo tiempo con una misma persona o grupo de personas durante el mayor tiempo que dura la exposición		1
2. Lenguaje corporal: postura corporal (10 Puntos)		
Permanece de pie, evitando movimientos oscilantes. Utiliza todo el tiempo el movimiento de brazos y manos de forma natural e ilustrando lo que está diciendo		10
Permanece de pie, realiza movimientos oscilantes y repetitivos. La mitad del tiempo utiliza el movimiento de brazos y manos		5
Estando de pie, abusa de movimientos oscilantes y repetitivos que reflejan inseguridad o desinterés. Apenas utiliza el movimiento de brazos y manos		1
3. Lenguaje paraverbal: volumen-entonación (10 Puntos)		
La intensidad con que emite la voz es alta, nítida y audible. Ritmo-pausa. Voz atractiva y brillante que genera interés en los oyentes. Utiliza una entonación alejada de la monotonía.		10
La intensidad con que emite la voz no siempre es alta, nítida y audible. Ritmo-pausa. Genera interés en los oyentes		7
A veces , tiene un volumen bajo y hay que hacer esfuerzos por escucharle... O no siempre no es atractiva o brillante. A veces, se percibe monotonía en su presentación		4
La mayor parte del tiempo ha utilizado un volumen bajo y apagado. Frecuentemente se percibe una entonación monótona que genera desinterés en los oyentes		1
ESTRUCTURA Y CONTENIDO (70 puntos)		
4. Capacidad sintética (15 Puntos)		
Presenta el artículo o el documento (material, videográfico,...) de manera sintética		15
Aunque presenta el documento o artículo, no es sintético		7
No presenta no es sintético		2
5. Justificación de la elección (10 Puntos)		
Se entiende con claridad las razones de la elección		10
No se comprenden bien las razones de su elección/no son claras		4
No presenta razones de la elección		1
6. Profundidad de los contenidos (15 Puntos)		
Todo el contenido a través de la presentación es correcto . No hay errores		15
La mayor parte del contenido es exacto, pero hay una parte de la información que puede ser inexacto		9
El contenido es generalmente exacto pero una parte de la información es claramente errónea o inexacta		6
El contenido suele ser confuso o contiene más de un error		2
7. Dominio y conocimiento de los contenidos del tema (15 Puntos)		
Realiza la exposición sin necesidad de consultar información. Demuestra un excelente conocimiento del tema		15
Expone sin consultar ninguna información pero de vez en cuando tiene que leerla. Demuestra un buen conocimiento del tema		10
Expone mirando habitualmente la hoja o directamente, leyéndola. No parece conocer muy bien el tema		4
No es capaz de exponer sin mirar la hoja habitualmente. No conoce el tema		1
8. Originalidad (15 Puntos)		
La presentación es imaginativa y desprende creatividad. Es muy original		15
La presentación es llamativa y original aunque a veces pierde interés		10
La presentación es correcta : ni llamativa ni original pero cumple con lo que se pide		7
La presentación es bastante aburrida y poco original		2
TOTAL:		

M^a Inmaculada González Alonso, Ramón Ángel Fernández Díaz, Manuel Castejón Limas y Ángel Pérez-Pueyo

ANEXO 2



Asignatura: GENERACIÓN ELÉCTRICA **Grado en Ingeniería Eléctrica**

Profesora: Inmaculada González Alonso

Fecha: Noviembre de 2014 **Curso:** 14/15



Evaluador	Evaluado
Grupo:	Grupo:
Alumno:	Alumno:

ESCALA DE VALORACIÓN BUSQUEDA REFERENCIAS		Ptos.
1. Fuentes seleccionadas (10 Puntos)		
Aporta el máximo de las fuentes que se solicitan	10	
Aporta una menos del máximo	9	
Aporta alguna más del mínimo pero sin llegar al máximo o una menos	7	
Aporta el mínimo	5	
Aporta menos del mínimo	0	
2. Identificación del aspecto a analizar del texto/video (página/minutos) (10 Puntos)		
En todos los casos que son necesarios	10	
No siempre identifica cuando es necesario	5	
Nunca identifica cuando es necesario	0	
3 Idoneidad de las fuentes seleccionadas (20 Puntos)		
Todas las fuentes son idóneas y de excelente calidad/actualizadas	20	
Se observa que alguna fuente se podría haber reemplazado por otra de más calidad	16	
Apenas hay fuentes de calidad, aunque cumplen con el requisito de ser de la temática	12	
Las fuentes únicamente cumplen el requisito de ser de la temática pero no tienen interés	10	
Hay fuentes que no son de la temática o adecuadas para el análisis comparado	6	
No tienen nada que ver las fuentes con la temática	0	
4. Información obtenida/sintetizada (25 Puntos)		
Incluye todas las ideas principales y descarta las secundarias innecesarias	25	
En general, están las ideas principales pero incorpora ideas secundarias que podría sobrar	20	
Faltan algunas ideas principales y/o entremezcla con las secundaria	14	
Faltan bastantes ideas principales y/o entremezcla con las secundaria	8	
No hay información	0	
5. Redacción de la síntesis final (35 Puntos)		
La redacción es clara, concisa, bien estructurada e incluye todos los aspectos relevantes sintetizados y comparados en el espacio/líneas/cantidad de palabras máximo solicitado	35	
La redacción cumple con los requisitos de extensión e incluye los aspectos relevantes aunque le falta algo de claridad/estructura en la redacción	25	
La redacción requiere mejorar sensibles para cumplir con los requisitos establecidos	15	
La redacción sobrepasa el límite establecido, aun siendo clara	10	
La redacción es muy extensa y sobrepasa claramente el límite establecido, aun siendo clara	5	
No hay redacción	0	
TOTAL:		

Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería

ANEXO 3



Asignatura: **GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Fecha: Enero de 2015 Curso: 14/15

Grado en Ingeniería Eléctrica

Profesora: Inmaculada González Alonso

Grupo Nº:..... Alumno:.....



ESCALA DE VALORACIÓN ELABORACIÓN DE TRABAJOS						
	Indicadores	Niveles para valorar				Ptos.
		Contenidos y	Organización de los contenidos	Los contenidos se desarrollan de manera organizada, lo que permite comprender fácilmente la información que se transmite. 15	Los contenidos están bastante bien organizados aunque en algún caso se solapan, se dejan a medias para volver luego sobre ellos, etc. lo que dificulta su comprensión. 10	
Profundidad de los contenidos	Todo el contenido es correcto. No hay errores 15		La mayor parte del contenido es exacto, pero hay una parte de la información que puede ser inexacto 10	El contenido es generalmente exacto, una parte de la información es claramente errónea o inexacta 4	El contenido suele ser confuso o contiene más de un error 2	
Dominio y conocimiento de los contenidos del tema	Demuestra un excelente conocimiento del tema 15		Demuestra un buen conocimiento del tema 10	No parece conocer muy bien el tema 5	No conoce el tema 1	
Estructura-Expresión Escrita	Estructura	Incluye índice, está paginado y tiene una estructura mejorada 10	Incluye índice, no está paginado y tiene la estructura indicada 7	No incluye índice y está paginado y tiene la estructura indicada 5	No incluye índice y no está paginado y no tiene la estructura indicada 0	
	Ortografía y Gramática	Ninguna falta de ortografía. Ningún error gramatical 10	Algunas faltas de ortografía y gramaticales (menos de 5) 7	Algunas faltas de ortografía y gramaticales (más de 5) 5	Demasiados errores gramaticales. Demasiadas faltas de ortografía 1	
	Vocabulario	El vocabulario utilizado es rico, específico y preciso (incorporando nuevas palabras) 10	En general, el vocabulario utilizado es rico, específico y preciso 8	Se utilizan palabras poco técnicas y utiliza términos técnicos de forma incorrecta 4	En general, el vocabulario utilizado es pobre, inespecífico y poco preciso. 2	
	Originalidad	El texto es imaginativo y desprende creatividad. Es muy original 15	El texto es llamativo y original aunque a veces es demasiado sencillo y pierde interés 11	El texto es correcto: ni llamativo ni original pero cumple con lo que se pide 8	El texto es bastante aburrido y poco original 3	
	Bibliografía	La bibliografía está perfectamente referenciada 10	La bibliografía está bien referenciada (menos de 5 errores) 7	Algunos errores (más de 5) 4	No utiliza bibliografía 1	
					Total:	

Propuesta de introducción de la Educación para el Desarrollo en la Universitat Politècnica de València a través de la metodología de aprendizaje-servicio

Gómez Torres, María de los Llanos^a; Gómez Gómez, Diego^a; Fernández-Baldor Martínez, Álvaro^a

^aCentro de Cooperación al Desarrollo, Universitat Politècnica de València. ccd@upvnet.upv.es

Abstract

Under the new European Higher Education framework, the Vice rectorate of Social Responsibility and Cooperation of the Technical University of Valencia is committed to the service-learning methodology as a tool to place knowledge at the service of society. Based on previous experience, this article defines guidelines for the implementation of the methodology, assigning the responsibilities of stakeholders and paying special attention to the difficulties.

Keywords: *service-learning, development education, ECTS, voluntary social organizations, UPV.*

Resumen

En el marco del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior, el Vicerrectorado de Responsabilidad Social y Cooperación de la Universitat Politècnica de València apuesta por la metodología aprendizaje-servicio como herramienta para situar el conocimiento al servicio de la sociedad. Partiendo de la experiencia previa, el presente artículo define pautas para la implementación de la metodología, asignando las responsabilidades de los actores involucrados y prestando especial atención a las dificultades.

Palabras clave: *aprendizaje servicio, educación para el desarrollo, EEES, voluntariado, entidades sociales, UPV.*

Propuesta de introducción de la Educación para el Desarrollo en la Universitat Politècnica de València a través de la metodología de aprendizaje -servicio

1. Introducción

El Plan Estratégico de la Universitat Politècnica de València (UPV) 2015-2020 plantea como reto estratégico número 5 “Destacar por sus compromisos en materia de responsabilidad social como universidad pública”, y dentro del mismo, el objetivo de ser una universidad comprometida con la sociedad.

En la actualidad se están generando cambios en el paradigma de aprendizaje en la educación superior, lo que está afectando a las enseñanzas de técnicas, mayoritarias en la UPV. La educación basada en la formación por competencias, en línea con el Proceso de Bolonia y el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), hace que la UPV haya definido las competencias transversales que se pretende adquiriera el alumnado. La relación de las competencias transversales definidas son: comprensión e integración; aplicación y pensamiento práctico; análisis y resolución de problemas; innovación, creatividad y emprendimiento; diseño y proyecto; trabajo en equipo y liderazgo; responsabilidad ética, medioambiental y profesional; comunicación efectiva; pensamiento crítico; conocimiento de problemas contemporáneos; aprendizaje permanente; planificación y gestión del tiempo e instrumental específica. Estas competencias se despliegan en resultados para los niveles de grado y máster e indican los aprendizajes que los estudiantes deberán alcanzar al finalizar ambos niveles.

En consonancia con lo anterior, la UPV, a través del Vicerrectorado de Responsabilidad Social y Cooperación, se está planteando incorporar la metodología de aprendizaje-servicio (APS) y otras modalidades de participación social que permita al alumnado adquirir las competencias, habilidades y destrezas necesarias para el ejercicio ético profesional y que vayan en consonancia con las anteriores competencias.

En este artículo se recoge la propuesta de incorporación de la metodología APS en la UPV a través de ejemplos de experiencias piloto previas y de las que ya están en marcha, además del compromiso de la UPV con este tipo de enfoque.

2. Contextualización

En la metodología APS, el alumnado identifica en su entorno social más próximo una situación con cuya mejora se compromete. Es una práctica educativa en la que el alumnado actúa sobre necesidades reales con la finalidad de crear y/o fortalecer soluciones. Estamos ante una propuesta pedagógica que se dirige a la búsqueda de fórmulas concretas para implicar al alumnado en la vida cotidiana de las comunidades, barrios, instituciones cercanas y ONGD (Puig, 2007)

Gómez Torres, María de los Llanos; Gómez Gómez, Diego; Fernández-Baldor Martínez, Álvaro

El APS se caracteriza por constituir (Tapia, 2006; Puig, 2007): un método de trabajo activo en el que el alumnado es partícipe en primera persona en la adquisición del conocimiento; un método que orienta de manera real la solución de problemas; un aprendizaje que se centra en el alumnado; una estimulación constante y retroalimentada del trabajo cooperativo y en grupo, además del trabajo individual, que requiere también del concurso con otros agentes sociales y una transmutación del rol del profesorado, que se erige en facilitador/a o mediador/a, además de tutor/a del aprendizaje de los grupos de trabajo. En este sentido, los objetivos básicos del APS se identifican con la promoción en el alumnado de la responsabilidad de su aprendizaje, el desarrollo de una base de conocimiento relevante para la profesión y de habilidades para la evaluación crítica y para las relaciones interpersonales, la inserción del alumnado en un reto (problema, situación o tarea), el desarrollo del razonamiento eficaz y creativo de acuerdo a una base de conocimiento integrada y flexible, la adecuación de los objetivos de aprendizaje al nivel del alumnado y el desarrollo del sentido de colaboración como un miembro del equipo para alcanzar una meta común.

Martínez (2008) reconoce 4 modalidades de APS: 1) el servicio directo, serían aquellas actividades o proyectos que requieren una relación directa del alumnado con las personas o las situaciones de necesidad; 2) el servicio indirecto, aquellas actividades y proyectos que generalmente se desarrollan en la institución académica, en la que se aportan recursos, ideas, experiencias o imágenes del área de necesidad; 3) la advocacy, actividades que requieren de los y las estudiantes el empleo de sus voces y de sus talentos para contribuir a la eliminación de las causas que generan o mantienen un problema concreto que afecta a terceros o que es de interés público; y 4) el servicio de investigación, que contempla proyectos cuya finalidad es la recopilación de información y documentación relevante para la vida de la comunidad, la detección de las principales necesidades y urgencias o el conocimiento de las instancias y agentes sociales encargados de dar solución a los problemas que surgen en el día a día de la misma.

A nivel estatal e internacional, existen numerosas experiencias de APS en las universidades. Para profundizar en este ámbito, recomendamos visitar la página web de la Red Española de Aprendizaje-Servicio (www.aprendizajeservicio.net), así como la de colectivos que trabajan a nivel autonómico, como Zerbikas en el País Vasco (www.zerbikas.es).

En el caso de la UPV, abordaremos en el próximo apartado algunas de las experiencias impulsadas desde el Centro de Cooperación al Desarrollo (CCD) y el Vicerrectorado de Responsabilidad Social y Cooperación. En el mismo contexto, la Red Utópika (www.utopika.upv.es), compuesta por personal de la UPV, coordina investigaciones de tipo acción-participativa, en el que el conocimiento académico se sitúa al servicio de las necesidades de la sociedad civil.

Propuesta de introducción de la Educación para el Desarrollo en la Universitat Politècnica de València a través de la metodología de aprendizaje -servicio

3. Antecedentes en la UPV

Las “Prácticas de Participación Social en Entidades No Lucrativas” inician su andadura en el curso 1997-98, con el alumnado de diversas escuelas de la UPV que habían optado por alguna de las asignaturas de libre elección vinculadas al programa: “Cooperación para el desarrollo”, “Introducción a la cooperación al desarrollo” o “Voluntariado en ONGD”. Estas prácticas tenían como fin complementar y potenciar los principios básicos de la educación para el desarrollo. En concreto, fomentar la participación en propuestas de cambio para lograr un mundo más justo, incidiendo en la realidad social para transformar sus aspectos más negativos.

El programa proponía seis objetivos: 1) conocer un proyecto social desde la participación activa en el mismo; 2) conocer la realidad de un problema social en los países del Sur y en un entorno cercano a su lugar de residencia; 3) desarrollar una capacidad de reflexión crítica sobre la interdependencia de las causas y efectos de las problemáticas sociales, a través de la experiencia de prácticas y de los conocimientos teóricos adquiridos en el aula; 4) conocer las aportaciones que una formación técnica puede desarrollar en el ámbito social; 5) experimentar otros cauces de realización profesional; y 6) dar a conocer los proyectos sociales en los que se participa, promocionando la sensibilización y el desarrollo de valores cooperativos a través de las exposiciones de su trabajo en el aula.

El alumnado asumía un compromiso en tres niveles: 1) con la entidad con la que colabora, acudiendo los días estipulados (compromiso presencial), desarrollando con la adecuada calidad la tarea concreta y procurando propiciar un adecuado clima de trabajo con el colectivo destinatario y con la persona que les tutorice en la entidad; 2) con la universidad, a través de un adecuado clima de trabajo y una comunicación fluida con el profesor tutor; y 3) consigo mismo, asumiendo responsabilidades personales y participando de forma activa en el proyecto.

El programa se desarrollaba a lo largo de, aproximadamente, 11 semanas, comenzando a primeros de febrero para el segundo cuatrimestre. Durante este periodo, el alumnado acudía a la entidad un día a la semana, en sesiones de unas 2 horas, para participar como persona voluntaria en las actividades de la misma completando un total de cerca de 30 horas, incluyendo la preparación previa y la memoria de las prácticas.

El programa tuvo muy buenos resultados. Prueba de ello son los cerca de 3.000 alumnos y alumnas que han pasado por las asignaturas y los 254 que han formado parte del programa de prácticas a lo largo de este tiempo en alguna de las diferentes 20 entidades con las que la UPV se ha relacionado. Esta iniciativa demostró ser un perfecto complemento a las sesiones en el aula para afianzar los conceptos que se desarrollan en las asignaturas y, también, para profundizar en una metodología docente marcadamente participativa. Con la entrada

Gómez Torres, María de los Llanos; Gómez Gómez, Diego; Fernández-Baldor Martínez, Álvaro

en vigor del EEES las asignaturas de cooperación desaparecieron y el programa de prácticas se dio por concluido en el curso académico 2010-2011.

A raíz de la incorporación al EEES se inicia un proceso de reflexión en la UPV para ofrecer a su alumnado un itinerario formativo que complementara su currículo y fuera acompañado de una mención en su diploma que le acreditaría como poseedor de una serie de conocimientos y habilidades derivadas de su paso por el espacio formativo. Dicha mención formaría parte del Complemento Europeo al Título, cuyas condiciones y procedimiento de obtención están reguladas en el REAL DECRETO 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título. En el Artículo 3 de este decreto podemos leer la siguiente definición: “El Suplemento Europeo al Título es el documento que acompaña a cada uno de los títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, con la información unificada, personalizada para cada titulado universitario, sobre los estudios cursados, los resultados obtenidos, las capacidades profesionales adquiridas y el nivel de su titulación en el sistema nacional de educación superior.”

En el curso 2014-2015 desde el Vicerrectorado de Responsabilidad Social y Cooperación, y través del CCD, se plantea un itinerario formativo en Cooperación, Responsabilidad Social y Voluntariado con el objetivo de completar el currículo profesional del alumnado de la Universitat Politècnica de València desde los valores y actitudes propias de la educación para el desarrollo. Este itinerario se completa con la participación en un programa piloto de prácticas en entidades sociales; según el marco del Espacio Europeo de Educación Superior y de acuerdo con el Real Decreto 861/2010 de 2 de Julio, que señala en su punto cinco: «8. De acuerdo con el artículo 46.2.i) de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, los estudiantes podrán obtener reconocimiento académico en créditos por la participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación. A efectos de lo anterior, el plan de estudios deberá contemplar la posibilidad de que los estudiantes obtengan un reconocimiento de al menos 6 créditos sobre el total de dicho plan de estudios, por la participación en las mencionadas actividades.»

Siguiendo lo así dispuesto, todos los planes de estudios universitarios de grado oficiales deben contemplar la posibilidad de reconocimiento de, al menos, 6 créditos con actividades universitarias, entre las que se encuentran aquellas solidarias y de cooperación. En este sentido, las universidades españolas desarrollan las normativas y mecanismos para dar cumplimiento a la legislación asociada cumpliendo con la exigencia de dar la oportunidad a todo estudiante de grado a tener reconocidos esos 6 créditos, como mínimo, en este tipo de actividades manteniéndose el rigor en dicho reconocimiento.

Propuesta de introducción de la Educación para el Desarrollo en la Universitat Politècnica de València a través de la metodología de aprendizaje -servicio

El objetivo del Programa “Cooperación, Responsabilidad Social y Voluntariado: un enfoque formativo” de la UPV era facilitar las herramientas necesarias para que los miembros de la comunidad universitaria participen en espacios y colectivos ciudadanos o desempeñar actividades de voluntariado de una manera real, coherente y desde la perspectiva de la transformación social. Las personas que cursaron el programa completo ampliaron su conciencia crítica, su capacidad para trabajar en equipo, sus habilidades sociales y el respeto intercultural, así como las opciones para implementar su formación académica con un enfoque social más justo y ético. Utilizando metodologías participativas, el programa pretendía facilitar a las personas participantes herramientas para analizar críticamente su entorno más próximo e idear acciones para transformarlo.

El Programa constaba de 60 horas formativas, 45 lectivas y 15 de carácter práctico. Estas últimas destinadas al desarrollo de actividades de voluntariado en algunas de las entidades sociales colaboradoras o a la elaboración de un trabajo final equivalente, concebidas como elemento final de la implementación de la metodología APS, en la que se deseaba que se basara la oferta formativa. A su vez, las 45 horas correspondientes a la formación teórica en el aula, se dividían en un bloque común de 30 horas y de diferentes módulos específicos de 15 horas.

Una vez completado el módulo teórico, las entidades sociales externas, o las áreas de la UPV responsables de la impartición de cada uno de los módulos específicos, ofertaron la posibilidad de participar en la dinámica de la organización desarrollando actividades de voluntariado vinculadas a la temática correspondiente. En esta experiencia piloto, las prácticas debían contar con la tutorización del personal de dicha entidad y con el seguimiento y evaluación de la UPV; en el plano académico, eran convalidables por 15 horas.

4. Propuesta de incorporación de la metodología aprendizaje - servicio en la UPV

A pesar del éxito de participación del programa formativo del curso 2014-2015, con casi 90 personas matriculadas, la experiencia identifica algunas carencias en relación a la implantación de una metodología APS.

En primer lugar, el modelo de evaluación y el vínculo del profesorado con la docencia no eran propicios para el correcto seguimiento del voluntariado u otro tipo de “servicios”. Hablamos de cursos de duración reducida y paralelos a los planes de estudio, al margen de la educación formal o con exigencias académicas reducidas. Del mismo modo, tampoco se realizó una devolución en el aula de los trabajos ni una evaluación posterior de los mismos.

Gómez Torres, María de los Llanos; Gómez Gómez, Diego; Fernández-Baldor Martínez, Álvaro

Por otro lado, la relación entre entidades sociales y alumnado fue testimonial en la mayoría de casos, limitándose a presentar a ambas partes. Una experiencia de este tipo, en la que el profesorado y el contexto educativo no garantizan una estructura de trabajo precisa, requiere de un esfuerzo de coordinación importante.

Además, las prácticas se asociaban a los cursos específicos en cooperación o participación social, perdiendo el potencial de un “servicio” basado en los conocimientos técnicos adquiridos durante los grados universitarios. En este sentido, sería interesante fortalecer la modalidad de investigación del APS, en el que podrían tener cabida los proyectos final de grado o las tesis de máster y doctorado.

A partir de este aprendizaje, el Vicerrectorado de Responsabilidad Social y Cooperación trabaja para introducir de manera gradual y práctica el enfoque APS en los planes de estudio de la UPV. Como primer paso, se ha programado un ciclo formativo para un grupo reducido del personal docente. El CCD es el área de la UPV encargada de dinamizar este proceso, además de asumir una vez más la organización del programa anual para la formación del voluntariado, del que surgen numerosas posibilidades para trabajar el enfoque APS y las relaciones con actores clave de la sociedad.

A continuación, se recogen las fases de trabajo que se plantean en la UPV para poner en práctica la metodología del APS. Estas etapas están estructuradas siguiendo a Puig (2007), Usarralde (2014), recogiendo además la experiencia de las prácticas de participación social y el programa formativo del pasado curso.

Las diferentes fases se han estructurado para cada uno de los actores participantes: instituciones, alumnado, profesorado y CCD/UPV.

Desde el punto de vista de las instituciones colaboradoras

Tabla 4.1. Fases de implantación APS en instituciones colaboradoras

1. Preparación e identificación	La finalidad es establecer y definir la relación entre la entidad y la UPV. Establecer acuerdos legales si procede. Selección y objeto del trabajo a llevar a cabo: problemas a resolver, objetivos del proyecto (siempre definidos junto al personal docente). Programar las posibles actividades/tareas dentro de las líneas de trabajo de la entidad, que servirán como base sobre la que estructurar la acción del alumnado. Poner a disposición de estas acciones, tanto los recursos humanos
---------------------------------	---

Propuesta de introducción de la Educación para el Desarrollo en la Universitat Politècnica de València a través de la metodología de aprendizaje -servicio

	(tutor, del colectivo al que se dirige la acción, etc.) como materiales (ordenadores, locales, documentación, etc.) para el adecuado desarrollo de los trabajos.
2. Acción	Una vez incorporado el alumnado, propiciar los espacios físicos y personales para su adecuada integración. Realizar un seguimiento, a través de la figura del responsable de prácticas, del alumnado, de su proceso de integración en la entidad, así como del trabajo que estos realizan. Tareas de seguimiento y acompañamiento.
3. Reflexión	La entidad analiza el trabajo desarrollado por el alumnado y el profesor en torno a los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • dificultades encontradas • el grado de descubrimiento del proyecto asociativo por parte del alumnado • la comprensión de la estrategia de la entidad por parte de la universidad • el grado de descubrimiento de la problemática abordada, y la imagen que de ésta se forma Participar de la evaluación anual dinamizada por el CCD.
4. Evaluación	Memorias del alumnado. Materiales producidos, trabajo final, investigación, campañas o actividades de sensibilización, etc. Beneficios e impacto del trabajo sobre la institución.
5. Devolución	Se facilita al alumnado un espacio para que presente un resumen de su trabajo, incluyendo tareas, resultados y nuevas líneas de colaboración. Los miembros y usuarios del centro podrán utilizar las conclusiones para establecer cambios y mejoras en su actividad.

Desde el punto de vista del profesorado

Tabla 4.2. Fases de implantación APS para el profesorado

1. Preparación e identificación	Las tareas a llevar a cabo serían las siguientes:
---------------------------------	---

Gómez Torres, María de los Llanos; Gómez Gómez, Diego; Fernández-Baldor Martínez, Álvaro

	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar documentación, guía para el desarrollo del programa, etc. • Preparar toda la información sobre los ámbitos de acción, las instituciones con las que colaboras, las plazas si las hubieras, entidades, etc. Incorporar a esta información los objetivos docentes, etc. • Establecer los criterios por los que el alumnado podría trabajar en una problemática e institución identificadas por él mismo. • Concretar toda la información de horarios, alumnado, aulas, etc. • Selección y objeto del trabajo a llevar a cabo: problemas a resolver, objetivos del proyecto y objetivos de aprendizaje del alumno.
2. Acción	Trabajo de seguimiento de las tareas llevadas a cabo por el alumnado con el objetivo de acompañarlo en el desarrollo y evolución del trabajo así como sobre dudas o problemas que puedan surgir en el desarrollo del mismo.
3. Reflexión	<p>Recuperar lo aprendido en la institución y trasladarlo a los contenidos teóricos vistos en clase y otros espacios formativos.</p> <p>Evaluar junto al alumnado el transcurrir de la acción en el marco de la oferta formativa.</p> <p>Participar de la evaluación anual dinamizada por el CCD.</p>
4. Demostración	Trasladar a la universidad la experiencia de APS (en el aula, en los departamentos, en la investigación, etc.).
5. Reconocimiento	Reconocer el valor del trabajo realizado por el alumnado constituye un aspecto importante del proyecto de APS. No se trata sólo de poner notas y evaluar, si no de dar la mayor difusión posible a los trabajos/proyectos ejecutados.
6. Evaluación	Se tratará de llevar a cabo un análisis del proyecto, dejando constancia del número de participantes, duración, descripción del proyecto, materiales y objetos producidos (en caso de que fuera pertinente), objetivos curriculares tratados en su desarrollo, beneficios académicos derivados, beneficios afectivos (mejora de habilidades sociales, habilidades de trabajo en equipo), impacto del proyecto sobre la comunidad (a través de encuestas de opinión, entrevistas, etc.).

Propuesta de introducción de la Educación para el Desarrollo en la Universitat Politècnica de València a través de la metodología de aprendizaje -servicio

7. Formación	El profesorado participará en los cursos y jornadas ofertados en la UPV para impulsar, fortalecer y mejorar las experiencias de APS.
--------------	--

Desde el punto de vista del alumnado

Tabla 4.3. Fases de implantación APS para el alumnado

1. Preparación e identificación	<p>Seleccionar las problemáticas e instituciones con las que colaborar, ya sea de entre las facilitadas en el aula o de las identificadas por iniciativa propia.</p> <p>Selección y objeto del trabajo a llevar a cabo: problemas a resolver, objetivos del proyecto o de la acción, etc.</p> <p>Establecer el formato de colaboración: individual, grupo, directo, indirecto, investigación, etc.</p>
2. Incorporación e inicio de tareas	<p>Reunión de planificación con la institución colaboradora.</p> <p>Incorporación al trabajo diario de la entidad si fuera necesario.</p>
3. Compromiso	<p>El compromiso del alumnado se define en tres niveles:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) con la entidad con la que va a colaborar, acudiendo los días estipulados (compromiso presencial), desarrollando con la adecuada calidad la tarea concreta y procurando propiciar un adecuado clima de trabajo con el colectivo destinatario y con la persona que les tutorice en la entidad; 2) con la universidad, a través de un adecuado clima de trabajo y una comunicación fluida con el profesor tutor 3) consigo mismo, asumiendo responsabilidades personales y participando de forma activa en el proyecto social.
4. Acción	Desarrollo de los trabajos y actividades previstas.
5. Demostración	Elaboración de una memoria de práctica. Documento de reflexión personal sobre los conocimientos y las actividades desarrolladas a lo largo del período de prácticas, así como del grado de relación advertido entre estos y los conocimientos teóricos de las asignaturas. Durante las primeras semanas de desarrollo del trabajo, se le explica al alumnado los contenidos de dicha memoria, proponién-

Gómez Torres, María de los Llanos; Gómez Gómez, Diego; Fernández-Baldor Martínez, Álvaro

	<p>doles un guion básico para elaborarla, de forma que queden reflejadas sus reflexiones y aportaciones. Este documento será clave para la evaluación por parte del profesorado.</p> <p>Presentar a la entidad un resumen de su trabajo, incluyendo tareas, resultados y nuevas líneas de trabajo.</p> <p>Recopilación de resultados: materiales producidos, trabajo final, investigación, memoria, campañas o actividades de sensibilización, etc.</p>
6. Reflexión	<p>Relación entre la formación académica/profesional y las prácticas realizadas.</p> <p>El alumnado se compromete a realizar una exposición al final cuando el docente responsable crea conveniente, sobre las actividades realizadas a lo largo de sus prácticas. Esta exposición tiene como objetivo potenciar el efecto multiplicador del conocimiento adquirido. Por ello, se da la oportunidad para que el propio alumnado pueda desarrollar las opciones didácticas que considere más idóneas, creativas, e interesantes, a la hora de hacer transmitir a sus propios compañeros la experiencia adquirida. Se trata de crear un espacio en el aula donde trasladar la realidad social por medio de quienes la han conocido a través de la participación activa y el compromiso real, de forma que se propicie el debate en la medida de lo posible.</p> <p>Visión de la relación entre esta problemática y las aportaciones que pueda realizar desde su formación profesional.</p> <p>Participar de la evaluación anual dinamizada por el CCD.</p>
7. Reconocimiento	<p>El trabajo del alumnado se ve reflejado no sólo en el expediente académico, también se hace visible en la comunidad universitaria y es valorado por la sociedad las instituciones.</p>
8. Evaluación	<p>Se tendrá en cuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La evolución que ha habido desde la motivación inicial a principio de curso y la situación actual intentando responder a: ¿Se ha mantenido la motivación? ¿Ha disminuido? ¿Ha evolucionado hacia otro tipo de motivación? ¿Qué factores han influido? • Los aspectos a mejorar de la organización y puesta en

Propuesta de introducción de la Educación para el Desarrollo en la Universitat Politècnica de València a través de la metodología de aprendizaje -servicio

	<p>marcha de las acciones, para mejoras futuras (aspectos relacionados con la tutorización desde la UPV y desde la entidad y los referidos a las tareas realizadas).</p> <ul style="list-style-type: none"> • En torno al grado de relación advertido/descubierto/encontrado entre los contenidos de las asignaturas y las prácticas realizadas y en qué medida se han alcanzado los objetivos propuestos para las prácticas.
--	--

Desde el punto de vista de la UPV

Tabla 4.4. Fases de implantación APS en la UPV

<p>1. Preparación e identificación</p>	<p>Preparar los contactos para impulsar el programa.</p> <p>Establecimiento de convenios y acuerdos de colaboración.</p> <p>Activar el recurso de APS a través del contacto directo, tanto con el personal docente como con las entidades sociales partícipes de la iniciativa.</p> <p>Coordinar durante todo el proceso de prácticas, las relaciones entre los diversos agentes implicados en las prácticas. Establecer vías de comunicación entre todas las partes.</p> <p>Participar en la oferta del recurso de APS al alumnado.</p> <p>Realizar las gestiones pertinentes para un adecuado trabajo.</p>
<p>2. Incorporación</p>	<p>La universidad velará por que la incorporación del alumnado se realice en los tiempos y formas establecidos.</p> <p>Garantizar que la institución de acogida proporciona al alumnado lo recogido en los acuerdos previos y en la definición de las actividades a realizar.</p>
<p>3. Compromiso</p>	<p>Establecer y comunicar junto a la entidad de acogida y el alumnado el compromiso de ambas partes: horarios, tareas, responsabilidades, normas, etc.</p>
<p>4. Acción</p>	<p>Seguimiento del proceso, asistiendo y manteniendo vías de comunicación con el profesorado, alumnado e institución colaboradora.</p> <p>Intervenir en aquellas incidencias en las que sea estrictamente necesario.</p>

Gómez Torres, María de los Llanos; Gómez Gómez, Diego; Fernández-Baldor Martínez, Álvaro

	Remarcar pautas de colaboración y objetivos: horarios, calendario, etc.
5. Demostración	El profesorado hará llegar las memorias del trabajo desarrollado por el alumnado. Exigir y recopilar los resultados: materiales producidos, trabajo final, investigación, memoria, campañas o actividades de sensibilización, etc.
6. Reflexión	Dinamizar la reflexión anual sobre el programa y evaluación junto a todos los actores.
7. Reconocimiento	Generar y trabajar en los reconocimientos académicos para el profesorado y el alumnado y los agradecimientos a las entidades participantes. Incidencia política ante los órganos de gobierno para alcanzar y visualizar los cambios necesarios para regularizar los reconocimientos académicos correspondientes.

5. Conclusiones

Ante el nuevo modelo del EEES, la metodología APS aparece como una de las posibles respuestas a los cambios del Plan Bolonia, a pesar incluso de la dificultad para comprender y poner en prácticas algunos de ellos. Su capacidad para conectar el conocimiento con las problemáticas del entorno, le sitúa además como herramienta de las universidades a la hora de abordar su compromiso social y favorecer una educación en valores y para el desarrollo.

Sin embargo, su implementación requiere de un importante esfuerzo para transversalizar en los planes de estudio nuevas metodologías de docencia y evaluación. Del mismo modo, la dificultad para reconocer el trabajo y compromiso del profesorado supone un reto para los órganos de gobierno universitarios. Todo ello en un sistema carente de flexibilidad y saturado por los contenidos tradicionales.

El Vicerrectorado de Responsabilidad Social y Cooperación de la UPV apuesta decididamente por la metodología APS como vía para desarrollar competencias clave por parte del alumnado. Prueba de ello son las diferentes acciones formativas del pasado curso. Precisamente, a partir del aprendizaje de estas experiencias, el presente artículo define pautas para implementar la parte práctica del APS, aquella en la que el profesorado y el alumnado trabajan junto a la sociedad civil en una determinada problemática.

Propuesta de introducción de la Educación para el Desarrollo en la Universitat Politècnica de València a través de la metodología de aprendizaje -servicio

Este proceso abarca desde la elección de las entidades sociales con las que colaborar, hasta la devolución y el reconocimiento del trabajo realizado, asignando las responsabilidades correspondientes a cada uno de los actores involucrados.

Por último, cabe destacar la importancia de un trabajo interno en las instituciones universitarias a dos niveles: 1) la formación del profesorado para poder introducir la metodología en el aula; y 2) la incidencia de las áreas coordinadoras antes los órganos de gobierno para facilitar la implementación, la visibilidad y el reconocimiento del APS.

Referencias

- Puig, J.M. et al. (2007). *Aprendizaje Servicio. Educar para la ciudadanía*. Octaedro. Barcelona. 238 pp.
- Real Decreto 861/2010, del 2 de julio*. Boletín Oficial del Estado. Madrid. 161: 58454-68. 15 pp.
- Real Decreto 1044/2003, del 1 de agosto*. Boletín Oficial del Estado. Madrid. 218: 33848-53. 6 pp.
- Martínez Martín, M. (coord.) (2008). *Aprendizaje Servicio y responsabilidad social de las universidades*. Octaedro. Barcelona. 224 pp.
- Martínez Usarralade M.J. et al. (2014). *Universidad y cooperación al desarrollo. Contribuciones de las universidades al desarrollo humano*. Editorial Universitat Politècnica de Valencia. Valencia. 135-155. 224 pp.
- Tapia, M. (2006). *Aprendizaje y servicio solidario*. Ciudad Nueva. Buenos Aires. 256 pp.
- Unión Europea (1999). *Declaración de Bolonia*. Bolonia.
- Universitat Politècnica de València (2015). *Plan Estratégico UPV 2015-2020*. Valencia. 43 pp.

Elaboración de propuestas europeas para el aprendizaje por descubrimiento guiado en sesiones de seminarios: caso de estudio en Bioinformática

Juan M García-Gómez^{a,b}

^a Departamento de Física Aplicada. Universitat Politècnica de València. (juanmig@ibime.upv.es)

^b Instituto de Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones Avanzadas - ITACA. Universitat Politècnica de València.

Abstract

Continuous learning and the adaptation to multidisciplinary environments are fundamental in the professional discipline of Bioinformatics. These competencies are reflected in the development of proposals of the research framework-program Horizon 2020. This paper presents the learning experience based on enhanced discovery learning during the Bioinformatics courses in the 2013/2014 and 2014/2015 by preparing proposals similar to European ones. Experience shows that it is desirable to present projects that highly motivated students and involving real achievable challenges. The presentation of the results in the form of discussion and the exposure of real case at the end of projects enhance the learning experience of the students.

Keywords: *Enhanced discovery learning, European proposals, H2020, discussion, transferable skills, continuous learning, multidisciplinary environments.*

Resumen

El aprendizaje continuo y la adaptación a entornos multidisciplinares es fundamental en los profesionales de la disciplina de Bioinformática. Estas competencias se ponen de manifiesto en la elaboración de propuestas del programa-marco de investigación Horizonte 2020. Este trabajo presenta la experiencia basada en aprendizaje por descubrimiento guiado realizada durante los cursos 2013/2014 y 2014/2015 en la asignatura de Bioinformática, mediante la elaboración por equipos de alumnos de proyectos similares a la presentación de propuestas europeas. La experiencia demuestra que es conveniente plantear proyectos que motiven altamente a los alumnos y que su-

Propuestas europeas para el aprendizaje por descubrimiento guiado en Bioinformática

pongan retos reales alcanzables. La exposición de los resultados en forma de debate y la exposición de un caso real similar al resuelto por los alumnos al final de los proyectos refuerzan el aprendizaje por descubrimiento guiado realizado por los alumnos.

Palabras clave: *Aprendizaje por descubrimiento guiado, Propuestas europeas, H2020, debate, competencias transversales, aprendizaje continuo, entornos multidisciplinares.*

Introducción

La introducción de los programas de Grado y Máster según el Espacio Europeo de Educación Superior conlleva la reorganización del proceso de enseñanza-aprendizaje hacia las necesidades de los alumnos para adquirir competencias en su perfil profesional [RD861/2010, RD1393/2007]. Además de la excelencia procedimental, en el ámbito de las carreras técnicas son cada vez más importantes las capacidades relacionadas con el aprendizaje continuo y la adaptación a entornos multidisciplinares, pudiéndose utilizar las sesiones de seminario de los nuevos planes para capacitar a los alumnos en estos aspectos.

Los líderes de equipos de investigación e innovación de empresas, instituciones, hospitales y universidades involucrados en la generación de nuevos proyectos de investigación, desarrollo e innovación, suelen requerir una renovación continua de sus conocimientos al estado del arte de su disciplina y trabajar con expertos, generalmente de otras instituciones, para elaborar proyectos colaborativos.

Parece adecuado que para adquirir la capacidad de cambio continuo y la adaptación a contextos multidisciplinares, los mecanismos de aprendizaje sean discentes en lugar de docentes, y por lo tanto activos en lugar de pasivos. Es más, parece también adecuado que el alumno se acostumbre a la incertidumbre del conocimiento difuso y por lo tanto de la solución de problemas de forma incremental.

El paradigma de aprendizaje que puede ajustarse mejor a estas características es el Aprendizaje por Descubrimiento guiado [Marzano, 2011; Bruner, 1961], en el que se fomenta la búsqueda de soluciones de forma activa a un reto propuesto, estructurando las partes a comprender pero se deja un periodo de elaboración abierta al alumno para que encuentre la solución de forma autónoma. Justamente, en disciplinas abiertas y en la elaboración de tareas innovadoras es este escenario donde se encontrarán los futuros egresados, y por lo tanto, asumimos que el propio mecanismo de aprendizaje por descubrimiento guiado desarrolla las capacidades específicas de aprendizaje continuo y adaptación a entornos multidisciplinares.

Juan M García-Gómez

De esta forma, presentamos una innovación docente que consiste en la elaboración de propuestas de investigación europeas en el ámbito de la Bioinformática. La Bioinformática es una disciplina derivada de la unión entre las tecnologías de la información, la biología y la medicina, en la que el cambio de estado del arte se produce en menos de dos años y donde se requieren colaboraciones de perfiles de varios ámbitos. La Bioinformática alimenta la medicina personalizada, que es uno de los retos sociales de investigación a nivel mundial, promovida por la Unión Europea a través de su programa-marco Horizonte 2020.

La participación de profesionales, empresas, universidades, hospitales e instituciones en proyectos colaborativos a nivel Europeo, es una oportunidad única para crear la semilla de la innovación tecnológica en el tejido profesional de todos los países. Es por ello, que capacitar a los alumnos en el primer paso para acceder a estos proyectos es fundamental. Este primer paso es precisamente la elaboración de propuestas de investigación europeas, que da acceso a los equipos a una financiación suficiente para elaborar complejos proyectos de investigación e innovación.

Las competencias necesarias para preparar una propuesta europea son fundamentalmente el aprendizaje continuo y la adaptación a entornos multidisciplinares, por lo que los alumnos mediante este método basado en aprendizaje por descubrimiento adquieren estas competencias transversales además de la capacidad específica de crear grandes proyectos en el ámbito de la bioinformática.

La preparación de propuestas europeas

La elaboración de propuestas europeas se ha profesionalizado durante los último cinco años. Actualmente, la elaboración de una propuesta europea con algún posibilidad de éxito conlleva un año de preparación del consorcio y aproximadamente cuatro meses de redacción por un equipo especializado y multidisciplinar. El proceso de creación de una idea, elaboración de la misma, justificación de su excelencia, búsqueda de un consorcio, justificación del impacto socio-económico, linealización del plan de trabajo, y preparación del presupuesto es complejo y requiere de aproximadamente entre 8 y 10 personas involucradas, invirtiendo tiempo, ideas y esfuerzo a riesgo. El capacitación transversal de profesionales técnicos para involucrarse en este tipo de proyectos suele realizarse de forma informal y generalmente por casualidad, por lo que es difícil para los alumnos (incluso para los profesionales) haber estado en contacto con los temas específicos de esta tarea.

Caso de estudio en Bioinformática

La asignatura de Bioinformática en Grado de Ingeniería Informática de la Universito Politècnica de València capacita al alumno para trabajar conjuntamente con biólogos y médicos en proyectos de bioinformática [Garcia-Gomez,2015]. Para ello, repasa el entorno biotecnológico que permite al alumno entender el rol que puede tomar el Ingeniero Informático

Propuestas europeas para el aprendizaje por descubrimiento guiado en Bioinformática

en dicho entorno. A continuación se profundiza en algoritmos para la resolución de problemas reales de bioinformática. Durante el curso, se revisan metodologías cuantitativas para la resolución óptima de problemas biomédicos. Como resultado, los alumnos adquieren la capacidad de analizar cuantitativamente problemas de decisión biomédica desde un punto de vista práctico, objetivo y multidisciplinar.

Competencias transversales con punto de control en la asignatura

La asignatura, englobada dentro del bloque general de último curso de Grado de Ingeniería Informática, busca desarrollar en los alumnos competencias transversales relacionadas con el aprendizaje continuo y el trabajo multidisciplinar. De esta forma, el paradigma de aprendizaje por descubrimiento guiado es el más adecuado para desarrollar las siguientes competencias transversales y específicas en el estudiante:

1. Innovación, creatividad y emprendimiento
2. Trabajo en equipo y liderazgo
3. Conocimiento de problemas contemporáneos
4. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
5. Capacidad para emprender y liderar proyectos en el ámbito de la Ingeniería Informática.
6. Localizar información relevante desde diferentes fuentes e investigar las novedades tecnológicas en su ámbito de trabajo y en áreas afines.

Elaboración de una propuesta europea en Bioinformática

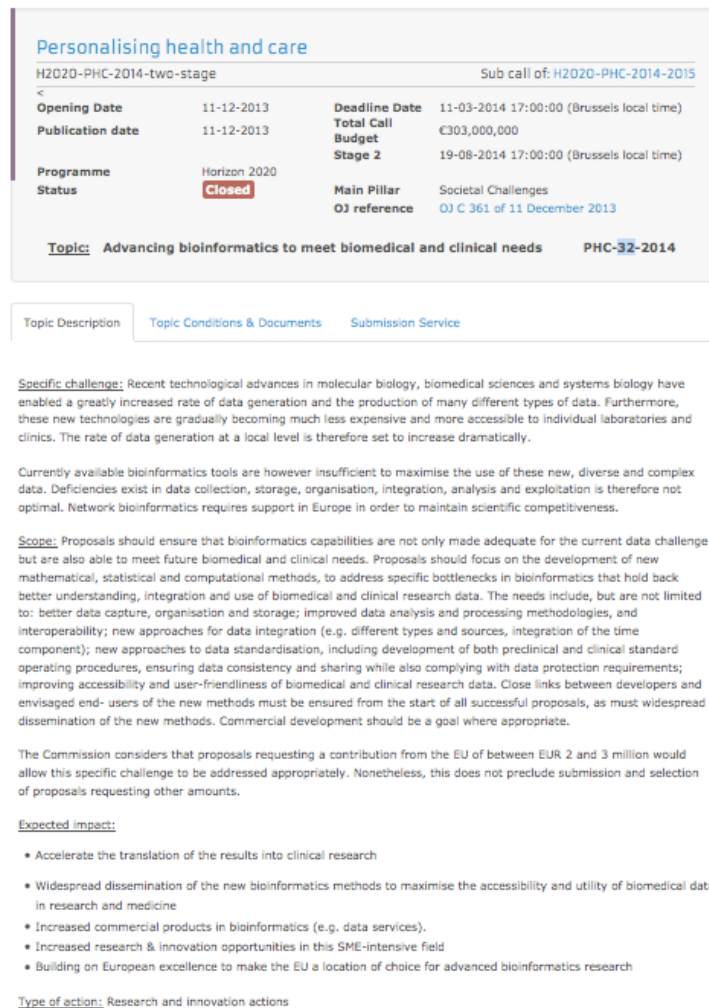
En la primera sesión de la asignatura se presenta el planteamiento del proyecto de asignatura que deben elaborar los alumnos, enfatizando que van a simular la presentación de una propuesta para una convocatoria competitiva de proyectos de investigación del programa [Personalizan health and care](#) (PHC) de los Retos Sociales del Horizonte 2020. El proyecto consiste por lo tanto en elaborar todos los apartados de una propuesta europea, pero con una extensión reducida a 15 páginas en lugar de las 80 páginas que suelen ocupar estas secciones en una propuesta real.

Específicamente, el problema planteado a los alumnos es elaborar proyectos para el objetivo PHC-32 que fue lanzado en la convocatoria de 2014, con la descripción del reto, ámbito e impactos esperados descritos en la Figura 1.

Juan M García-Gómez

Evaluación

La evaluación del proyecto constituye el 60% de la asignatura, y se realiza mediante dos métodos de evaluación diferentes: Examen Oral y Proyecto, teniendo lugar tres actos de evaluación: dos debates para evaluar oralmente el desarrollo de los proyectos por los equipos y la entrega de un informe en forma de propuesta de 15 páginas.



Personalising health and care

H2020-PHC-2014-two-stage Sub call of: H2020-PHC-2014-2015

Opening Date	11-12-2013	Deadline Date	11-03-2014 17:00:00 (Brussels local time)
Publication date	11-12-2013	Total Call Budget	€303,000,000
Programme	Horizon 2020	Stage 2	19-08-2014 17:00:00 (Brussels local time)
Status	Closed	Main Pillar	Societal Challenges
		OJ reference	OJ C 361 of 11 December 2013

Topic: Advancing bioinformatics to meet biomedical and clinical needs **PHC-32-2014**

Topic Description | Topic Conditions & Documents | Submission Service

Specific challenge: Recent technological advances in molecular biology, biomedical sciences and systems biology have enabled a greatly increased rate of data generation and the production of many different types of data. Furthermore, these new technologies are gradually becoming much less expensive and more accessible to individual laboratories and clinics. The rate of data generation at a local level is therefore set to increase dramatically.

Currently available bioinformatics tools are however insufficient to maximise the use of these new, diverse and complex data. Deficiencies exist in data collection, storage, organisation, integration, analysis and exploitation is therefore not optimal. Network bioinformatics requires support in Europe in order to maintain scientific competitiveness.

Scope: Proposals should ensure that bioinformatics capabilities are not only made adequate for the current data challenge but are also able to meet future biomedical and clinical needs. Proposals should focus on the development of new mathematical, statistical and computational methods, to address specific bottlenecks in bioinformatics that hold back better understanding, integration and use of biomedical and clinical research data. The needs include, but are not limited to: better data capture, organisation and storage; improved data analysis and processing methodologies, and interoperability; new approaches for data integration (e.g. different types and sources, integration of the time component); new approaches to data standardisation, including development of both preclinical and clinical standard operating procedures, ensuring data consistency and sharing while also complying with data protection requirements; improving accessibility and user-friendliness of biomedical and clinical research data. Close links between developers and envisaged end-users of the new methods must be ensured from the start of all successful proposals, as must widespread dissemination of the new methods. Commercial development should be a goal where appropriate.

The Commission considers that proposals requesting a contribution from the EU of between EUR 2 and 3 million would allow this specific challenge to be addressed appropriately. Nonetheless, this does not preclude submission and selection of proposals requesting other amounts.

Expected impact:

- Accelerate the translation of the results into clinical research
- Widespread dissemination of the new bioinformatics methods to maximise the accessibility and utility of biomedical data in research and medicine
- Increased commercial products in bioinformatics (e.g. data services).
- Increased research & innovation opportunities in this SME-intensive field
- Building on European excellence to make the EU a location of choice for advanced bioinformatics research

Type of action: Research and innovation actions

Figura 1: Convocatoria de presentación de propuestas al objetivo PHC-32

Planteamiento del proyecto

Los alumnos reciben un texto que incluye la Figura 1, y la descripción del trabajo según lo mostrado en el siguiente cuadro:

Realizar una propuesta de proyecto de investigación de acuerdo al objetivo PHC 32 del programa Horizonte 2020 de la Comisión Europea. Se desarrollará por un equipo de estudiantes, presentándose una única memoria. La propuesta debe tener una longitud máxima de 15 páginas y desarrollar los siguientes puntos:

1. Excelencia (50%)
 - a. Objetivos
 - b. Relación con el programa Horizonte 2020 y el objetivo PHC 32
 - c. Conceptos y aproximación
 - d. Avance sobre el estado del arte

Propuestas europeas para el aprendizaje por descubrimiento guiado en Bioinformática

2. Impacto (30%)
 - a. Impacto científico-técnico esperado
 - b. Explotación de resultados
3. Implementación (20%)
 - a. Composición del consorcio (universidad, institutos de investigación, grandes empresas, pequeñas empresas, hospitales, etc)
 - b. Tareas
 - c. Hitos
 - d. Presupuesto

Análisis del objetivo (pistas):

- 1- El primer párrafo habla en términos clásicos de bioinformática: aplicación a biología molecular y biología de sistemas
- 2- En el segundo párrafo cita Network bioinformatics directamente, es algo específico de bioinformática, pero que podría conectar con interacciones entre biomarcadores genéticos, metabólicos, tisulares y efectos de farmacología: network biomarkers
- 3- En el tercer párrafo piden explícitamente: new mathematical, statistical and computational methods.
- 4- En las siguientes líneas del mismo párrafo se refieren a problemática general. Los bioinformáticos han ido incorporando cada vez más la aplicación clínica en su target.
- 5- En impacto dice "Widespread dissemination of the new bioinformatics methods to maximise the accessibility and utility of biomedical data in research and medicine", lo que no cierra la puerta a múltiples tipos de datos biomédicos

Sesiones

Los alumnos disponen de la mayor parte del tiempo autónomo de la asignatura para elaborar el proyecto, intentando ajustar la elaboración de las prácticas a las sesiones presenciales. Además, los alumnos disponen de dos sesiones de seminario para trabajar colaborativamente en clase y solucionar dudas con el profesor.

Debates

Los actos de evaluación oral relacionados con el proyecto se desarrollan en forma de debate. EL primer debate consiste en la puesta en común de los apartados de Excelencia e Impacto de la propuesta. El Segundo debate consiste en la exposición de la implementación. Se disponen las mesas de tal forma que toda la clase forma una figura geométrica cerrada, por ejemplo, cuadrado en caso de ser cuatro equipos. El profesor actúa de moderador, organizando el debate según las secciones de cada punto de la propuesta. Los grupos exponen de forma breve sus resultados y el moderador incita al resto a preguntar o comentar los resultados de cada grupo. Los alumnos no pueden utilizar transparencias. Una vez finalizado el punto, el profesor evalúa en voz alta los puntos más fuertes y más débiles de cada planteamiento, así como indica en base a su experiencia, como se habría hecho en una propuesta real.

Juan M García-Gómez

Revisión de una propuesta real

Dos semanas antes del Segundo debate, durante una sesión de aproximadamente una hora, el profesor presenta detalladamente una propuesta real de algún objetivo del reto PHC. Durante la sesión, se profundiza en las dudas que han tenido los alumnos, como por ejemplo, diferencias entre objetivos e impactos, relación con el proyecto de investigación, formación de equipos multidisciplinares, elaboración de paquetes de trabajo y presupuestos.

Resultados

El planteamiento expuesto en este trabajo fue utilizado durante las dos primeras ediciones de la asignatura bioinformática de 4º de grado de Ingeniería Informática de los cursos 2013/2014 y 2014/2015. En el curso 2013/2014 se formaron dos equipos de cuatro alumnos cada uno. En el curso 2014/2015 se formaron cuatro equipos de siete alumnos cada uno.

Los alumnos presentaron propuestas con los siguientes títulos:

- Explotación de recursos biomédicos para la prevención, detección y diagnóstica de tejidos tumorales
- Software para la predicción de virus basado en la demografía
- Un gran avance contra el Alzheimer
- Plataforma cloud para la investigación biomédica Europea
- Sistema para la unificación de datos clínicos, médicos y genéticos
- Recopilación y procesado de datos actuales, estudios realizados, biomarcadores y factores genéticos determinantes sobre la fibromialgia

Evaluación de los proyectos

Para establecer la línea base de conocimientos y capacidades sobre el tema, debemos establecer el punto de partida de los alumnos:

- Los alumnos había cursado los cursos preliminares de grado de ingeniería informática
- Los alumnos no tenían consciencia de la existencia de este tipo de convocatorias de investigación
- Ninguno de los 36 alumnos involucrados en las ediciones de la asignatura tenía experiencia previa en la preparación de propuestas de proyectos de investigación, desarrollo o innovación.
- Uno de los alumnos declaró haber realizado previamente un estudio de Mercado

Al concluir los proyectos, los alumnos había conseguido las siguientes capacidades:

Propuestas europeas para el aprendizaje por descubrimiento guiado en Bioinformática

- Elaborar objetivos generales y específicos de proyectos de investigación.
- Elaborar búsquedas y resúmenes del estado del arte de disciplinas relacionadas con bioinformática.
- Buscar empresas, grupos de investigación, hospitales e instituciones con capacidades multidisciplinares específicas.
- Estudiar impactos socio-económicos relacionados con la bioinformática.
- Elaborar planes de trabajo para equipos de entre 20 y 30 personas.
- Elaborar presupuestos de alto nivel para proyectos entre 2 y 3M€.
- Exponer de forma concisa y ordenada su planteamientos.
- Criticar de forma constructiva los aspectos técnicos de propuestas.
-

Discusión

La experiencia obtenida tras las dos primeras ediciones de este nuevo formato de asignatura que ha comenzado junto con la introducción de los Grados en las enseñanzas técnicas aporta varios aspectos a discutir.

El primer aspecto de relevancia es lo adecuado del aprendizaje por descubrimiento guiado para entender las necesidades del aprendizaje continuo. Efectivamente, es difícil fomentar entre el alumnado las necesidades (que tendrán en el futuro) de aprendizaje continuo cuando llevan muchos años aprendiendo y lo que quieren es comenzar a hacer. Es por ello, que la mejor forma de fomentarles tal necesidad es poner al alumno en una situación real altamente motivante pero alcanzable con los medios que se van poniendo a su alcance. En nuestro caso, la situación era crear una propuesta europea de alta innovación tecnológica a base de buscar el estado de arte, a los posibles colaboradores y elaborar su propio plan de trabajo e incluso explotación de los resultados. Los medios eran los conocimientos de la carrera y específicos de la asignatura, los motores de búsqueda en las bases de datos específicas de bibliografía y colaboradores científicos y los comentarios con el profesor.

El segundo aspecto de relevancia a revisar es lo adecuado del aprendizaje por descubrimiento guiado para entornos multidisciplinares. Estos entornos son abiertos, en términos de conocimiento, por definición. Los problemas que abordan no pueden resolverse por una disciplina y por lo tanto requieren de materiales y métodos que rara vez los integrantes del equipo han visto en su integridad. Como resultado, la unión de las partes es necesaria para la solución del problema, y predisposiciones a aprender en el momento de encontrar el problema es la mejor capacidad para el éxito. Justamente, el aprendizaje por descubrimiento guiado rompe los silos de conocimiento generado por las disciplinas cerradas, y genera

Juan M García-Gómez

los mecanismos para estar dispuesto a aprender autónomamente y por cercanía a otras disciplinas.

En tercer lugar, es importante destacar que la experiencia sirve para añadir una capacidad específica al curricular de nuestros egresados que en el momento actual está altamente demandada por todo tipo de empresas (consultoras y pymes), instituto tecnológicos, universidades y hospitales. Esto es debido a varios motivos: 1) la posibilidad de acceso a alta financiación por subvención, 2) el acceso a focos de investigación e innovación de última generación, 3) el acceso a mercados innovadores.

Podemos pensar en dos limitaciones del aprendizaje por descubrimiento guiado que deben suplirse en un proyecto docente de esta naturaleza:

- En primer lugar, los alumnos deben partir de un conocimiento basal, que viene dado por los cursos anteriores de grado y por las lecciones magistrales de la asignatura. Sin este conocimiento basal, difícilmente los alumnos alcanzan resultados de calidad científico-técnica aceptables, por la carencia de conocimiento específicos.
- En segundo lugar, es necesario que el profesor tenga amplios conocimientos prácticos sobre el tema de estudio y no meramente actuar como promotor de estudio, ya que los alumnos se encontrarán con conocimiento difuso procedente de múltiples fuentes, de las que hay que discriminar entre relevantes y no relevantes.

Se ha comprobado que presentar una propuesta real después del proceso de aprendizaje por descubrimiento produce varios efectos positivos: 1) los alumnos sienten que han hecho algo verdadero, 2) los alumnos se fijan en secciones concretas que les ha costado más elaborar, 3) los alumnos corrigen errores de cara al último debate y a la presentación del proyecto escrito.

Para alcanzar un buen clima de desarrollo de los proyectos han sido útiles las siguientes estrategias:

- La elección de un caso de estudio altamente motivante para los estudiantes es crítico para conseguir aplicar el aprendizaje por descubrimiento guiado. De esta forma, dejar claro a los alumnos que 1) están realizando algo real, 2) que están en el trabajando en el estado del arte, 3) que tienen que preparar un proyecto de alto presupuesto y 4) que pueden esta nueva capacidad puede ser incorporada a su curricular es fundamental para conseguir el objetivo de aprendizaje del proyecto.
- El cambio de distribución de las mesas y sillas durante los debates hace que los alumnos puedan sentirse parte de un debate donde exponen el resultado de su aprendizaje y comentan el de sus compañeros.

Propuestas europeas para el aprendizaje por descubrimiento guiado en Bioinformática

- La exposición en forma de debates es más eficiente y rica en aprendizaje cooperativo que las típicas exposiciones con transparencias.

Por último, es bueno destacar que el tamaño de cuatro y siete miembros para formar los equipos de trabajo fue adecuada por varios motivos:

- 1- El formato de exposición en forma de debate requiere limitar el número de equipos para que sea viable
- 2- Los proyectos son complejos y con estructuras que permiten la división del trabajo en tareas individuales o por parejas

Conclusión

El aprendizaje por descubrimiento guiado es adecuado para la enseñanza de competencias relacionadas con el aprendizaje continuo y la adaptación a entornos multidisciplinares en enseñanzas técnicas. Es conveniente plantear proyectos que motive altamente a los alumnos y que supongan retos reales alcanzables. La exposición de los resultados en forma de debate y la exposición de un caso real similar al resuelto por los alumnos al final de los proyectos han resultado de gran utilidad para reforzar el aprendizaje por descubrimiento guiado realizado por los alumnos.

Referencias

- [Bruner, 1961] Bruner, J. S. (1961). "The act of discovery". *Harvard Educational Review* **31** (1): 21–32.
- [García-Gómez, 2015] Juan M García-Gómez. (2015) Guía Docente de la asignatura de Bioinformática en Grado de Ingeniería Informática. UPV.
- [Marzano, 2011] Robert J. Marzano, Tony Frontier and David Livingston, (2011) *Effective Supervision: Supporting the Art and Science of Teaching*. ASCD.
- [RD861/2010] Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales
- [RD1393/2007] Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales

Curso Semipresencial de Adaptación al Grado en Arquitectura Técnica

Pedro Gerardo Salinas Martínez

Profesor Colaborador del departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València. Subdirector de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de Trabajo Fin de Grado, Prácticas Externas y Curso de Adaptación a Grado. Email: psalinas@csa.upv.es

Abstract

Development of Blended-learning Top-up Upgrade Course to obtain the new bachelor degree in Technical of Architecture School of Building Engineering at Valencia Polytechnic University, held with a teaching methodology not focusing on student in-person attendance but rather using the educational potential of IT.

Keywords: *Blended-learning Top-up Upgrade Course, Technical Architecture, Educational Potential of IT.*

Resumen

Desarrollo del Curso Semipresencial de Adaptación al Grado en Arquitectura Técnica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universitat Politècnica de València, realizado bajo una metodología docente no centrada en la presencialidad del alumno, utilizando para ello las potencialidades docentes de las Tecnologías de Información y Comunicación.

Palabras clave: *Curso Semipresencial de Adaptación al Grado, Arquitectura Técnica, Tecnología de Información y Comunicación*

Introducción

El modelo propuesto surgió por la necesidad de ofrecer una respuesta de la Universitat Politècnica de València (UPV) ajustada a la demanda manifestada para la obtención del reconocimiento del nuevo título de Grado en Ingeniería de Edificación, actual Grado en Arquitectura Técnica, para titulados Arquitectos Técnicos. La crisis en el sector de la construcción junto con la nueva situación profesional que se esperaba para el futuro hacía que una gran parte de los profesionales de la Arquitectura Técnica, tanto los que ejercen liberalmente la profesión como los contratados en empresas constructoras y promotoras y los que trabajan en la Función Pública, reclamasen la obtención del título de Grado de Ingeniería de Edificación, Grado en Arquitectura Técnica en la actualidad, puesto que el mismo se asocia a una posible mejora en sus condiciones laborales y a un mejor posicionamiento profesional en un futuro próximo.

Las preinscripciones para el curso de adaptación presencial que se desarrolló en el curso académico 2009-10 alcanzó 1924. La oferta de plazas para ese curso fue de 200, límite máximo que la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación (ETSIE) podía admitir de acuerdo a sus disposiciones de profesorado e infraestructuras.

La fuerte demanda observada, que previsiblemente iba a aumentar en la siguiente convocatoria, determinó que se planteara la necesidad de poder ofertar un curso de reconocimiento a tales titulados que permitiera optimizar al máximo los recursos docentes dispuestos para esta finalidad.

Para poder conseguirlo se tenía que realizar adecuadamente bajo una metodología docente no centrada en la presencialidad del alumno, utilizando para ello las potencialidades docentes de las Tecnologías de Información y Comunicación.

Bajo estos condicionantes se elaboró una propuesta, que tenía por finalidad el desarrollo de un curso de adaptación semipresencial con capacidad para ser impartido a 720 alumnos a lo largo del siguiente curso 2010-11. El cual, hacía incompatible el desarrollo del curso de adaptación presencial, tal y como se había desarrollado hasta el momento.

La modalidad presencial que se había impartido en el curso 2009-10 se planteó, de acuerdo con el proceso de reconocimiento establecido por el Consejo de Gobierno de la UPV, de 30 ECTS con una docencia presencial de 180 horas, distribuidas anualmente, más la parte correspondiente a la materia de Practicas Externas, con la posibilidad de reconocimiento por actividad profesional, (18 ECTS) y el Proyecto Final de Grado (12 ECTS).

Pedro G.Salinas Martínez

Estaba concebido para adecuar sus contenidos y procedimientos docentes a la especificidad de la experiencia profesional de los alumnos a quienes iba dirigido. La modalidad semipresencial que se planteó en el nuevo proyecto tuvo los mismos contenidos y se planificó de forma que el seguimiento del material docente impartido se corresponde también a un valor de 180 horas, de tal forma que se reduce al mínimo las posibles divergencias que pudieran aparecer en el desarrollo del curso bajo estas dos metodologías.

Otra cuestión a destacar es que en la edición 2009-10, el curso estaba limitado a titulados en Arquitectura Técnica por la Universitat Politècnica de València (Plan 1999) y a titulados en Arquitectura Técnica en Ejecución de Obras (Plan 1977), común este último a todas las universidades españolas. Para la edición de 2010-11, el curso de adaptación semipresencial se ofertó también a titulados en Arquitectura Técnica por otras universidades españolas y siendo necesario, en este caso, la realización de determinados complementos formativos adicionales. En todo caso, la apertura de este curso de adaptación semipresencial a titulados de todas las universidades españolas hacía que se pudiera incrementar claramente la demanda, como así se ha podido comprobar durante estos años. El número de alumnos ha ido disminuyendo, pero si ha aumentado los que procedían de otras provincias de España, e incluso algunos que se encuentran en el extranjero.

Tabla 1 Relación de alumnos preinscritos y matriculados

Alumnos Preinscritos	Alumnos Matriculados	Curso
1.924	245	2009-2010
1.881	695	2010-2011
18	24	2011-2012
795	306	2012-2013
638	183	2013-2014
263	133	2014-2015
5.519	1.586	Total

Fuente: ETSIE

Desarrollo del Curso de Adaptación al Grado Semipresencial

Los titulados en Arquitectura Técnica o Arquitectura Técnica en Ejecución de Obras (Plan estatal de 1977 y anteriores), que quieren adaptarse al Grado en Arquitectura Técnica, deben cursar hasta 60 créditos ECTS, distribuidos entre las asignaturas que se detallan en la tabla 2, con indicación de la materia y módulo al que se adscriben.

Curso Semipresencial de Adaptación al Grado en Arquitectura Técnica

De estos 60 créditos ECTS, según el vigente RD 1393/2007, se podrán reconocer competencias propias de las materias o asignaturas de las titulaciones de acceso inmediatamente asimilables al ejercicio profesional de la Arquitectura Técnica hasta un máximo de 30 créditos ECTS.

Los créditos correspondientes a la Materia de Prácticas en Empresa, asignatura de Prácticas Externas (6 ECTS) y al Área de Intensificación con la opción de Practicas Externas II (12 ECTS), tienen la posibilidad de ser reconocidos por la experiencia profesional y laboral acreditada.

El curso tiene una estructura semipresencial. Hay formación on-line síncrona (conexión simultánea de los alumnos a una hora determinada para recibir una clase) y asíncrona (desarrollo del trabajo de cada unidad temática a través de la plataforma docente PoliformaT y demás herramientas docentes de la UPV). También se programan sesiones presenciales para cada grupo de docencia que se realizan al comienzo y al final del curso. La formación on-line se realiza con la plataforma Poli Conecta de la UPV.

Tabla 2 Conjunto de materias que configuran el Curso de adaptación

<i>Módulo</i>	<i>Materia</i>	<i>Asignatura</i>	<i>Créditos</i>
<i>Técnicas y Tecnología de la Edificación</i>	<i>Construcción (OB)</i>	<i>Construcción VI</i>	<i>4,5 ECTS</i>
<i>Gestión del Proceso</i>	<i>Gestión Integral del Proceso Edificatorio (OB)</i>	<i>Gestión Integral del Proceso</i>	<i>6,0 ECTS</i>
	<i>Prevención y Seguridad Laboral (OB)</i>	<i>Prevención y Seguridad II</i>	<i>4,5 ECTS</i>
<i>Gestión Urbanística y Economía Aplicada</i>	<i>Peritaciones, Tasaciones y Valoraciones (OB)</i>	<i>Peritaciones, Tasaciones y Valoraciones</i>	<i>4,5 ECTS</i>
	<i>Gestión Urbanística (OB)</i>	<i>Gestión Urbanística</i>	<i>4,5 ECTS</i>
<i>Ejecución de Obras</i>	<i>Ejecución de Obras (OB)</i>	<i>Ejecución de Obras</i>	<i>6,0 ECTS</i>
	<i>Prácticas Externas (OB)</i>	<i>Prácticas Externas</i>	<i>6,0 ECTS</i>
<i>Intensificación</i>	<i>(varias opciones) (OP)</i>	<i>Área de Intensificación</i>	<i>12,0 ECTS</i>
<i>Proyecto Fin de Grado</i>		<i>Proyecto de Fin de Grado</i>	<i>12,0 ECTS</i>

Total: 60,0 ECTS

Fuente: ETSIE

Pedro G.Salinas Martínez

Planteamiento del curso

Para poder conseguir una capacidad de 720 alumnos, se organizó la docencia en tres ediciones de cuatro grupos de 60 alumnos. La docencia dirigida, presencial, síncrona o asíncrona, se articulaba en sesiones de dos horas, según se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Distribución de sesiones y semanas de asignaturas

Nº asignaturas	ECTS	Horas	Sesiones	Semanas
2	6	36	18	9
4	4,5	27	14	7
6	30	180	92	Total

Fuente: ETSIE

La duración del curso es de 26 semanas, en sus tres ediciones, puesto que la segunda edición se inicia transcurridas 7 semanas del inicio de la primera, y la tercera tras 7 semanas del inicio de la segunda.

Cada asignatura en cada edición tiene dos sesiones presenciales, con asistencia de profesores de la ETSIE. Una de ellas se sitúa en el inicio de la asignatura y la otra al finalizar ésta. Igualmente, se establecía un número dado de sesiones impartidas por videoconferencia, síncrona y asíncrona.

Como ejemplo se presenta, en la tabla 4, la organización docente de dos grupos de un curso de 12 semanas.

Curso Semipresencial de Adaptación al Grado en Arquitectura Técnica

Tabla 4: Estructura docente de dos grupos en cada edición

1					2					3					4					5					6				
L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V
[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]				
P T					T V					T T					V R					T V					T T				
[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]				
P T					T V					T T					V R					T V					T T				

	P	Presencial	Asignaturas	4,5 -1	6,0 -1
	V	Videoconferencia síncrona		4,5 -2	6,0 -2
	V	Videoconferencia asíncrona		4,5 -3	
	T	Trabajo asíncrono		4,5 -4	

7					8					9					10					11					12				
L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V
[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]				
T P					P T V					T V T					T V T					T V T					V P				
[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]					[Pattern]				
T P					P T V					T V					T V T					T V T					V P				

Inicio siguiente edición

Fuente: ETSIE

La docencia de las asignaturas de 4,5 ECTS se lleva a cabo en las primeras siete semanas. Las sesiones presenciales son comunes para dos grupos (120 alumnos). La sesión de videoconferencia síncrona se realiza para un grupo y se presenta grabada para el otro grupo. Los otros dos grupos llevan una estructura paralela. La organización se establece de forma que cada asignatura presenta el mismo número de videoconferencias síncronas y asíncronas. Al cabo de la docencia de las asignaturas de 4,5 ECTS, es decir, en la octava semana desde el inicio de la primera edición, da comienzo la segunda edición. En la octava semana comienzan también las asignaturas de 6.0 ECTS pertenecientes a la primera edición, y finaliza en la semana doce.

Las sesiones de videoconferencia o módulos de seminario, tanto síncronas como asíncronas incluyen la presentación de una prueba de seguimiento de la sesión, que debe ser cumplimentada a lo largo del día en el que se imparte. Se realizan a través de la plataforma Adobe Connect, que permite una conexión de hasta 60 alumnos simultáneamente.

Pedro G.Salinas Martínez

Las sesiones de trabajo asíncrono o módulos temáticos, de dos horas, se estructuran de la siguiente forma:

- 15' de presentación grabada
- 90' de trabajo dirigido (textos, análisis documental...)
- 15' de evaluación en forma de test

Por otra parte, cada asignatura programa trabajos o actividades que deben ser realizadas, en grupo o individualmente, por los matriculados en cada edición.

La evolución del número de alumnos matriculados ha cambiado cada año, como se observa en la tabla 1, porque evidentemente la demanda baja debido a que los titulados que pueden optar al Grado son menos, y se va manteniendo gracias a profesionales de otras comunidades e incluso algunos que están trabajando en el extranjero.

En el curso académico 2013-14 el número de grupos fue 4 y en el 2014-15 ha sido de 2.

Esta disminución de alumnos, junto con la experiencia de los profesores y, por supuesto, con los comentarios y sugerencias de los propios alumnos ha hecho que hayamos cambiado algunos aspectos del curso de adaptación semipresencial.

En el curso académico 2014-15 se han distribuido las asignaturas en 2 fases, a modo de cuatrimestres. En la primera se desarrollan 2 asignaturas de 4,5 ECTS y comienzan las de 6 ECTS, que continúan en la segunda, que es cuando se desarrollan las otras 2 asignaturas de 4,5 ECTS.

En la tabla 5 se muestra el calendario del curso de adaptación al grado semipresencial que se ha desarrollado en el curso académico 2014-2015.

Las sesiones T1, T2, etc..., módulos temáticos, corresponden a las sesiones asíncronas que se desarrollan en la plataforma Poliformat. Las sesiones S1, S2, etc..., módulos de seminario, corresponden a las videoconferencias, de las que un 50 % se llevan a cabo en directo para cada grupo en unas horas marcadas, y el resto se ven grabadas en la plataforma Poliformat. También hay unas sesiones presenciales, 3 días durante todo el curso, en las que se hacen coincidir en grupos de 4 asignaturas para facilitar la presencia de los alumnos. En la primera clase presencial se explica el funcionamiento de cada asignatura dentro de la plataforma Poliformat, de la forma de evaluación y de la comunicación de alumnos y profesores.

Curso Semipresencial de Adaptación al Grado en Arquitectura Técnica

Al principio del curso hay una charla de presentación del mismo, así como una introducción al funcionamiento de la plataforma Poliformat, puesto que muchos de los alumnos no la utilizaban cuando cursaron sus estudios o incluso alumnos de otras comunidades que utilizan otras plataformas diferentes. Se hacen igualmente pruebas de conexión durante 2 días y en horario de mañana y tarde, para asegurar que las videoconferencias se realizan sin problemas y que los equipos informáticos de los alumnos tienen las características exigidas para poder acceder al curso.

Tabla 5. Calendario Curso Adaptación 2014-15.



Fuente: ETSIE

Reconocimiento de créditos

En este ámbito resulta actualmente de aplicación lo dispuesto en el capítulo III, artículo 13, del RD 1393/2007 por el que se regula el Reconocimiento de Créditos en las Enseñanzas de Grado.

A los efectos previstos en el citado real decreto, se entiende por reconocimiento la aceptación por una universidad de los créditos que, habiendo sido obtenidos en unas enseñanzas oficiales (estudios de ciclo, grado ó máster), en la misma u otra universidad, son computados en otras distintas a efectos de la obtención de un título oficial.

Pedro G.Salinas Martínez

Por el carácter de los alumnos de este Curso de Adaptación, tienen la posibilidad de un reconocimiento por experiencia profesional de los créditos correspondientes a la materia de Prácticas Externas, tal y como se recoge en la Normativa para Reconocimiento y Transferencia de créditos aprobada en Comisión Académica de 28 de febrero de 2011 y aprobada en Consejo de Gobierno de 8 de marzo de 2011 de la UPV, que dice:

“Podrán ser reconocidos créditos por la experiencia profesional y laboral acreditada, siempre que esté relacionada con las competencias inherentes al título correspondiente.”

En la ETSIE se ha establecido la equivalencia e 1 ECTS por cada mes de trabajo realizado (8h/día, 20 días/mes) y se puede observar en la tabla 6 el tiempo trabajado que se necesita para poder alcanzar los créditos ECTS requeridos.

Tabla 6. Equivalencia créditos ECTS para reconocimiento por experiencia profesional.

Nº Créditos	Tiempo trabajado
6 ECTS	6 meses / 180 días
12 ECTS	12 meses / 365 días
18 ECTS	18 meses / 540 días

Fuente: ETSIE

Se deberá tener en cuenta el procedimiento establecido por el Servicio de Alumnado para la transferencia y reconocimiento de créditos, convalidaciones y adaptaciones en los estudios oficiales de la UPV.

La solicitud de reconocimiento lo resuelve la Comisión Académica del Título (CAT) y posteriormente la Subcomisión de Reconocimientos de la UPV.

Solamente se pueden reconocer por experiencia profesional las Prácticas Externas Curriculares.

Las Prácticas Externas reconocidas por experiencia profesional no tienen calificación.

Curso Semipresencial de Adaptación al Grado en Arquitectura Técnica

Conclusiones

Con este curso se ha pretendido, en primer lugar, resolver el problema que inicialmente se presentó para matricular a un número importante de profesionales que tenían la necesidad de poder alcanzar el título de grado.

Además ofrece ventajas para la Escuela puesto que al ser docencia on-line, no es necesaria la asignación de espacios docentes durante todo el curso, sino en días puntuales. Los contenidos han sido generados específicamente para el curso por docentes en contacto con la realidad profesional. Teniendo en cuenta a quien va dirigido este tipo de cursos, se ha realizado para poder conciliar la vida universitaria, con la personal y profesional.

Con las metodologías activas que se han utilizado, se ha pretendido potenciar el seguimiento continuo de cada asignatura y la participación e interacción entre profesor y alumno a pesar de la no presencialidad.

Pedro G.Salinas Martínez

Referencias

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. *Libro Blanco. Título de Grado en Ingeniería de Edificación*. Granada, noviembre de 2004, 2004

España. REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, *por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*, BOE, 30 de octubre de 2007, núm. 260, p. 44037-44048

España. ORDEN ECI/3855/2007, de 27 de diciembre, *por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Arquitecto Técnico*. BOE, 29 de diciembre de 2007, núm. 312, p. 53739-53742

España. REAL DECRETO 861/2010, de 2 de julio, *por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales*., BOE, 3 de julio de 2010, núm. 161, p. 58454-58468

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. *Normativa para el Reconocimiento y Transferencia de Créditos en Títulos Oficiales de Grado y Máster de la Universidad Politècnica de Valencia*, Consejo de Gobierno, Valencia: 8 de marzo de 2011, 2011

España. Resolución de 25 de febrero de 2013, de la Universitat Politècnica de València, *por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Arquitectura Técnica*, BOE, 12 de abril de 2013, núm. 88, p. 27523-27524

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. Memoria Verificación del Título de Graduado en Arquitectura Técnica
http://www.upv.es/entidades/AEOT/menu_url.html?entidades/AEOT/infoweb/aeot/info/U0600319.pdf [Consulta: 3 de julio de 2015]

Aplicación de metodologías de gestión y dinamización grupal en carreras técnicas mediante la técnica Jigsaw: un caso práctico.

Felipe Pedro Álvarez Rabanal^a, Mar Alonso-Martínez^b, Juan José del Coz Díaz^c, Francisco J. Suárez-Domínguez^d y M^a Belén Prendes-Gero^e

Universidad de Oviedo, Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación.
^a alvarezfelipe@uniovi.es, ^b alonsomar@uniovi.es, ^c delcoz@uniovi.es, ^d fransd@uniovi.es, y ^e mbprendes@uniovi.es.

Abstract

The current society and the European Higher Education Area (EHEA) provide several changes in learning methodologies. An increase in participation of students, as well as a cooperative learning are needed in the new system. The aim of this paper is to develop a cooperative learning based on Jigsaw technique. The new methodology is applied in a technical course of Civil Engineering at the University of Oviedo. Through this work, students reach professional skills such as technical knowledge, communication and collaboration within a multidisciplinary group.

Keywords: active learning methodology, technical degrees, collaborative work, cooperative learning.

Resumen

De los cambios en el mercado laboral y en el Espacio Europeo de Educación Superior surge la necesidad de adaptarse a las nuevas situaciones que demandan una mayor participación de los alumnos y la creación de entornos de trabajo cooperativos. En el presente artículo se pretende diseñar una propuesta de trabajo cooperativo para un grupo específico de alumnos utilizando la técnica del rompecabezas (Jigsaw) de gestión y dinamización grupal. La metodología se aplica a una asignatura de Ingeniería Civil de la Universidad de Oviedo, en la que se pretende que los estudiantes adquieran tanto competencias técnicas como habilidades para trabajar e integrarse en grupo multidisciplinarios.

Palabras clave: Metodologías activas, enseñanzas técnicas, trabajo en grupo, aprendizaje cooperativo.

Aplicación de metodologías de gestión y dinamización grupal en enseñanzas técnicas mediante la técnica Jigsaw: un caso práctico

Introducción

En la actualidad, en las empresas se valoran más las actitudes y competencias como la iniciativa, el trabajo en grupo o las habilidades sociales que el expediente académico de los alumnos. La docencia tradicional, basada en el sistema de clases magistrales, no es capaz de potenciar estas destrezas, por lo que se hace necesaria la utilización de otros métodos docentes en los que el aprendizaje se realice tanto de forma autónoma como cooperativa.

Asimismo, con la incorporación del tratado de Bolonia el Espacio Europeo de Educación Superior valora objetivamente las horas de dedicación del alumno al estudio a través del ECTS (european credit transfer system). Esto ha llevado al desarrollo y aplicación de metodologías adaptadas a las exigencias del nuevo sistema.

Por lo tanto, los objetivos formativos han cambiado, debiendo fomentarse, además de la adquisición de conocimientos técnicos, otras destrezas tales como la aptitud para el trabajo en equipo, la capacidad de análisis y resolución de problemas, la transferencia de conocimientos y la integración en equipos multidisciplinares.

La utilización de metodologías de trabajo basadas en el aprendizaje cooperativo han sido ampliamente utilizadas en diferentes ámbitos académicos (Martínez, 2013; Serrano et al, 2013), y es especialmente útil su aplicación en titulaciones científico-técnicas (Davidson, 1990; Rizzo, 2006).

Algunas de las técnicas grupales más usualmente empleadas son:

- Aprendizaje en equipos, STAD, TGT, TAI o CIRC, (Slavin, 1990).
- Aprendiendo juntos, (Johnson et al, 1993).
- Co-op Co-op (Kagan, 1985).
- Cooperación guiada o estructurada, (O'Donnell et al., 1992).
- Investigación en grupo, Sharan y colaboradores (Sharan & Sharan, 1994).
- Técnica del rompecabezas, JIGSAW, (Aronson et al, 1978, 1997).

En todas ellas se promueve un ambiente creativo, interactivo y colaborativo y se fomenta la comunicación y el desarrollo de habilidades sociales. El estudiante se responsabiliza y es tolerante, adquiriendo autonomía y distintas funciones dentro del grupo, siendo capaz de resolver los problemas que se le presentan de forma autónoma y colaborativa. De igual modo, el docente estimula y acepta la autonomía e iniciativa de los estudiantes, adquiriendo un rol de mediador e intermediario, proporcionando recursos a los alumnos y promoviendo el desarrollo de habilidades grupales.

Felipe Pedro Álvarez Rabanal, Mar Alonso-Martínez, Juan José del Coz Díaz, Francisco J. Suárez-Domínguez y M^a Belén Prendes-Gero

En este artículo se pretende mostrar un caso práctico de aplicación de técnicas de trabajo colaborativas a un grupo de alumnos de Ingeniería Civil de la Escuela Politécnica de Mieres (EPM) de la Universidad de Oviedo.

Antecedentes del grupo

CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO

Se trata de un grupo de alumnos de la segunda generación del tercer curso del grado de Ingeniería Civil, que presenta en su mayoría patrones de conducta generales de pasividad, asertividad y poca implicación en las actividades de aula. Esto hace necesario la realización de actividades que fomenten la participación y la comunicación, tanto entre los propios alumnos como con el profesor de la asignatura, y se adapten más adecuadamente a las demandas actuales del mercado laboral y el espacio educativo europeo.

COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Se busca que los alumnos obtengan una capacitación general científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas mediante el conocimiento de funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación, así como capacidad para aplicar la legislación necesaria y para proyectar, inspeccionar y dirigir obras en su ámbito.

Las competencias específicas que se buscan son el conocimiento y comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y los factores ambientales, de los sistemas de electricidad, iluminación, abastecimiento y saneamiento en modelos urbanos e industriales, así como de su dimensionamiento, construcción y conservación.

Para lograr esta capacitación, además de las clases expositivas, se realizan prácticas de aula y tutorías grupales en las que se fomenta la consulta de bibliografía especializada disponible en la red de bibliotecas de la Universidad de Oviedo, así como los recursos en red (legislación, publicaciones electrónicas, bases de datos, boletines, e información de asociaciones o administraciones nacionales e internacionales de carácter urbano y ambiental).

Objetivos

TAREA A DESARROLLAR

La tarea a desarrollar en las tutorías grupales consistirá en el diseño de los servicios de un polígono industrial, los cuales abarcan la parcelación del terreno (Tarea 1), el diseño de los viales (Tarea 2), de la red de abastecimiento (Tarea 3), la red de saneamiento (Tarea 4), la

Aplicación de metodologías de gestión y dinamización grupal en enseñanzas técnicas mediante la técnica Jigsaw: un caso práctico

red eléctrica (Tarea 5), el sistema de iluminación (Tarea 6), la red de telecomunicaciones (Tarea 7) y la presentación y defensa final de la propuesta (Tarea 8).

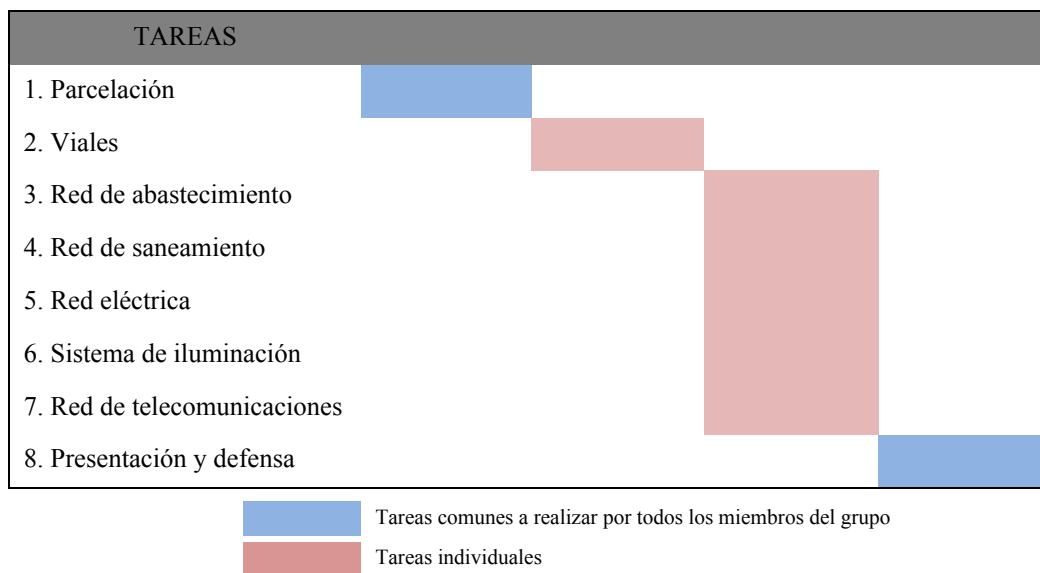
Se trata de una tarea general, la dotación de servicios al polígono, formada por 8 subtareas, de las cuales la parcelación y el diseño de viales se consideran claves, debido a que si estas no están realizadas no se podrá comenzar con el resto.

Los contenidos de las tareas a desarrollar son los siguientes:

1. **Parcelación del polígono industrial:** los alumnos deben realizar sobre un plano del terreno dedicado a un polígono industrial la parcelación de los espacios que ocuparán las industrias que en él se van a ubicar, zonas verdes, centros comunales y servicios centrales (restaurantes, hoteles, guardería y oficinas bancarias).
2. **Diseño de Viales:** se realizará el diseño del sistema viario del polígono industrial de forma que permita el acceso a todas las parcelas que constituyen el polígono. Se deben incluir intersecciones y enlaces con el exterior, vías interiores, aparcamientos y red peatonal.
3. **Diseño de la Red de abastecimiento:** se diseñarán conducciones, tuberías y elementos necesarios para proceder al traslado y distribución del agua desde el punto de suministro hasta el punto de consumo.
4. **Diseño de la Red de saneamiento:** se diseñará el conjunto de conductos y otros dispositivos empleados para conducir las aguas residuales al alcantarillado público, o a una instalación particular de tratamiento de aguas, y el sistema de drenaje que conduce las aguas blancas o de lluvia a lugares donde se organiza su aprovechamiento.
5. **Diseño de la Red eléctrica:** se diseñará la Red de Distribución de Alta Tensión (AT): redes con una tensión mayor de 1 KV; y la Red de Distribución en Baja Tensión (BT): redes con una tensión de 0 a 1 KV para corriente alterna, y de 0 a 1.5 KV para corriente continua.
6. **Diseño del Sistema de iluminación:** se realizará la Red de Alumbrado público mediante el diseño de un sistema de iluminación que ofrezca la máxima seguridad, tanto al tráfico rodado como al de peatones.
7. **Diseño de la red de telecomunicaciones:** diseño del conjunto de conductos necesarios para alojar el sistema de comunicaciones que ofrecerá servicio a todas las parcelas del polígono.
8. **Presentación y defensa de la tarea completa:** se realizará una presentación formal al resto de los alumnos del diseño completo de los servicios del polígono industrial.

Felipe Pedro Álvarez Rabanal, Mar Alonso-Martínez, Juan José del Coz Díaz, Francisco J. Suárez-Domínguez y M^a Belén Prendes-Gero

Tabla 1.1. Tareas de diseño de servicios de un polígono industrial



Fuente: elaboración propia

ESPECIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA TAREA

Cada uno de los grupos formados tendrá que consultar bibliografía especializada y legislación aplicable relacionada con la tarea académica, así como realizar los planos de parcelación, viales, redes de abastecimiento, redes de saneamiento, red eléctrica, el sistema de iluminación del polígono industrial y la red de telecomunicaciones.

El trabajo realizado debe incluirse en una memoria que indique de forma razonada cada una de las decisiones tomadas en el diseño del polígono industrial.

Finalmente, cada grupo tendrá que realizar una presentación y defensa de su propuesta en competencia con los otros grupos de estudiantes.

Aplicación de metodologías de gestión y dinamización grupal en enseñanzas técnicas mediante la técnica Jigsaw: un caso práctico

Metodología

DETERMINACIÓN DE LA TÉCNICA GRUPAL EMPLEADA

En base a las diferentes técnicas grupales más usualmente utilizadas, la del rompecabezas (Jigsaw) de Aronson se considera la más apropiada por su capacidad para crear grupos o paneles de expertos que permitan interactuar entre los miembros de diferentes grupos, fomentando así el aprendizaje del resto de compañeros. Esta técnica plantea la interdependencia positiva, de forma que todos los miembros perciben que el éxito del grupo depende de la suma de las acciones individuales de cada uno de ellos (Pérez Samaniego et al, 2010).

Esto supondrá un enriquecimiento, tanto del conocimiento adquirido como de la capacidad de los alumnos de trabajar en grupos interdisciplinares y temas específicos.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

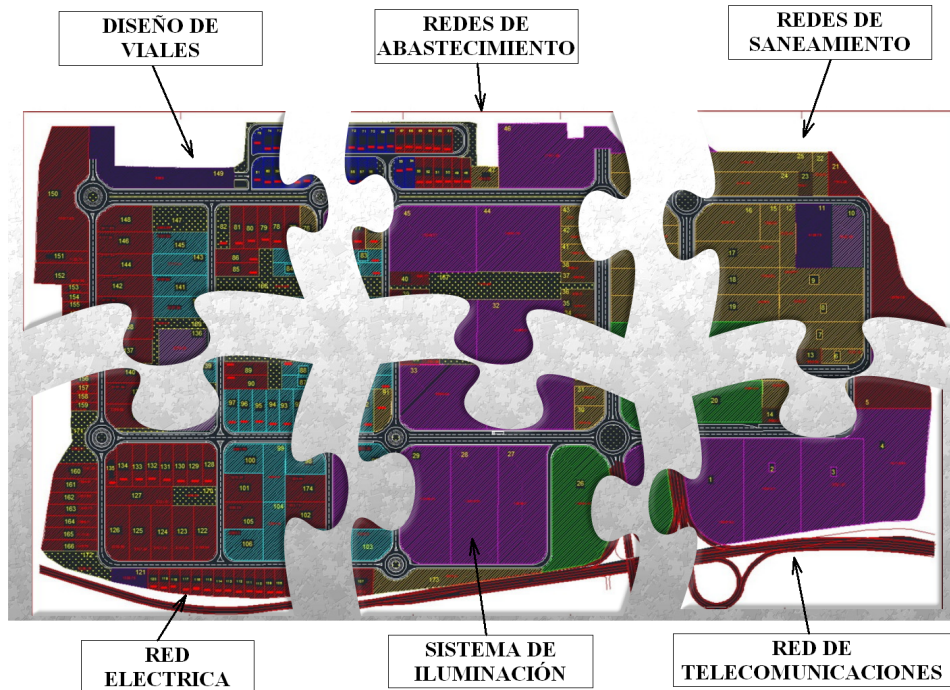
La técnica rompecabezas o Jigsaw fue desarrollada por Aronson con la finalidad de aumentar el rendimiento de los alumnos y de mejorar las relaciones interraciales (Aronson et al, 1978). Los resultados obtenidos mostraron una mejora en el rendimiento académico al percibir a los compañeros como fuentes de aprendizaje, disminuyendo la competitividad y aumentando la capacidad de los alumnos de desarrollar el trabajo tanto de forma individual como en grupo.

Esta técnica consiste en la creación de equipos de trabajo o grupos puzzle, en los que cada componente del equipo es responsable de una de las tareas a realizar. De esta forma, los alumnos se convierten en “expertos” en dichas tareas, de modo que cada miembro posee una parte de la información y entre todos los miembros del equipo tienen la información completa. La novedad de esta metodología es que permite la interacción entre los distintos grupos mediante la formación de “paneles de expertos”. En estos paneles se reúnen los especialistas de cada tema en concreto para analizar y preparar la información, volviendo al grupo original para compartir con sus compañeros el conocimiento adquirido.

Con esta metodología el proceso de aprendizaje se estructura de tal manera que la competitividad individual sea incompatible con el éxito, el cual solo puede conseguirse mediante el trabajo cooperativo.

Felipe Pedro Álvarez Rabanal, Mar Alonso-Martínez, Juan José del Coz Díaz, Francisco J. Suárez-Domínguez y M^a Belén Prendes-Gero

Figura 1 Técnica Jigsaw: paneles de expertos



DETERMINACION DE LOS GRUPOS

En este caso concreto, la formación de grupos de 6 estudiantes que aconseja la técnica Jigsaw, se considera apropiada a pesar de no coincidir con el número total de subtareas (8). Se considera que la primera de ellas, la que corresponde a la parcelación del polígono, así como la última, presentación del trabajo, deben realizarse de forma conjunta entre todos los miembros del grupo. Las 6 subtareas intermedias se asignan a cada uno de los miembros, creando así los “expertos” dentro del grupo, cuyos conocimientos se realimentarían con los “expertos” de los otros grupos mediante la formación de paneles, fomentando así la responsabilidad tanto individual como grupal.

ASIGNACION DE ESTUDIANTES A LOS GRUPOS

La propia estructura de la técnica Jigsaw, que fomenta por sí sola tanto el trabajo en grupo como el individual mediante la creación de “expertos”, no hace imprescindible la formación de grupos basada en criterios personalógicos, por lo que se se ha permitido a los propios alumnos determinar la composición de cada grupo.

Aplicación de metodologías de gestión y dinamización grupal en enseñanzas técnicas mediante la técnica Jigsaw: un caso práctico

ASIGNACIÓN DE ROLES

Cada uno de los grupos debe asignar un responsable encargado de organizar y coordinar tanto la realización de la tarea conjunta de parcelación del polígono como la asignación a cada miembro del resto de las 6 subtareas y la realización de la memoria.

El profesor debe asumir el rol de facilitador del proceso de aprendizaje, preparando el material de trabajo, estructurando procedimientos, ayudando a definir tareas y proporcionando los instrumentos y materiales adecuados para su desarrollarlo. El profesor debe determinar los tiempos necesarios para de realización de las tareas y marcar las fechas para las reuniones de los paneles de expertos, así como para la fecha de entrega de la tarea completa. También debe actuar como mediador ante posibles situaciones conflictivas que puedan darse en los grupos, provocadas por ejemplo por un estudiante dominador, por aquellos que no quieran participar de manera activa en el grupo o por estudiantes marginados. Finalmente, debe aportar criterios claros de valoración y evaluación de las tareas realizadas y comunicárselos a los alumnos.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO Y RECURSOS DISPONIBLES

Los alumnos disponen de aulas de prácticas con programas CAD para la realización de los planos correspondientes a las tareas a realizar. También se les ha facilitado el programa e-Reti para el cálculo de las conducciones de la red de saneamiento y el programa Indalux para el cálculo y disposición de las lámparas y luminarias necesarias para el diseño del sistema de iluminación.

Los alumnos disponen de una sala con un proyector para la celebración de las reuniones necesarias entre los miembros del grupo, de los paneles de expertos y para realizar los ensayos previos a las presentaciones de los trabajos.

Además, los estudiantes disponen de guiones de prácticas detallados en los que se indican los procedimientos a seguir, la normativa aplicable y la bibliografía de consulta.

La entrega y seguimiento de los trabajos se realiza a través de la herramienta Moodle “Campus Virtual” de la Universidad de Oviedo, permitiendo el seguimiento, la valoración y la retroalimentación entre el profesor y el alumno.

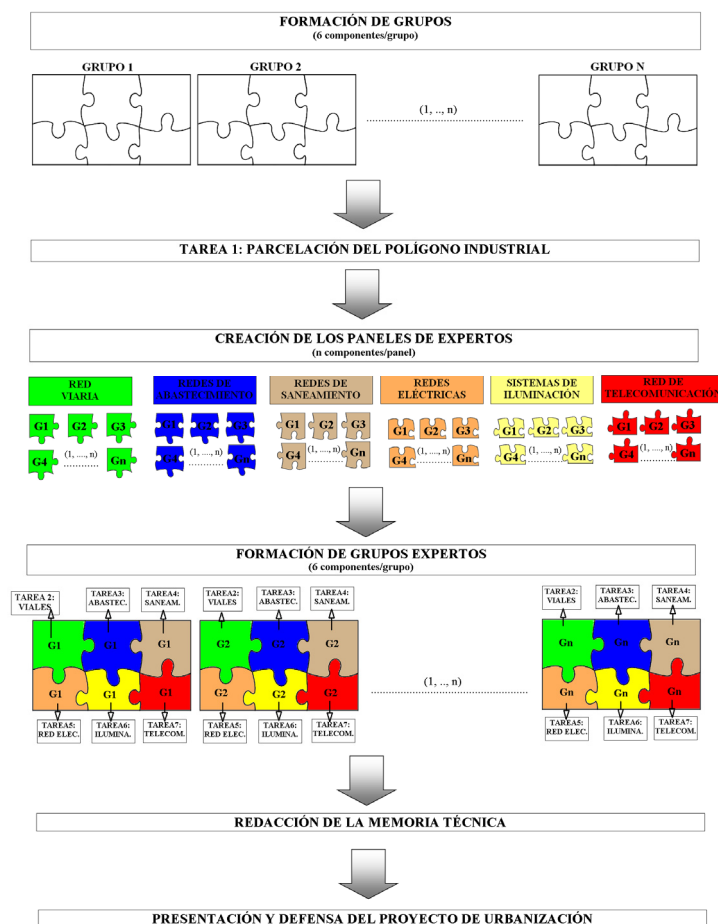
Felipe Pedro Álvarez Rabanal, Mar Alonso-Martínez, Juan José del Coz Díaz, Francisco J. Suárez-Domínguez y M^a Belén Prendes-Gero

EVALUACION DEL APRENDIZAJE

La coordinación y evaluación del aprendizaje cooperativo de los estudiantes por parte del profesor se lleva a cabo mediante reuniones semanales en las que se analiza la implicación y participación de los estudiantes, la evolución de los proyectos, las desviaciones de los objetivos y la propuesta de mejoras y soluciones.

Una vez finalizado el trabajo, se realizó una evaluación del aprendizaje grupal basada en la calidad del trabajo completo de urbanización del polígono (planos, memoria y presentación). Asimismo, se aplica una corrección individual basada en el aprendizaje adquirido por cada estudiante según las subtarefas asignadas a cada uno de ellos (viales, redes de saneamiento, redes de saneamiento, red eléctrica, el sistema de iluminación y el sistema de recogida de residuos).

Figura 2 Diagrama de flujo del proyecto de urbanización de un polígono



Aplicación de metodologías de gestión y dinamización grupal en enseñanzas técnicas mediante la técnica Jigsaw: un caso práctico

Resultados y discusión

Los resultados de la aplicación de esta metodología fueron analizados por medio de valoraciones del profesorado y encuestas anónimas a los estudiantes.

En un principio, la aplicación de esta metodología provocó una actitud muy positiva entre el alumnado generando una motivación adicional. Sin embargo, hubo pequeñas excepciones que consideraron esta práctica como una carga adicional de trabajo.

En algunos grupos se produjeron situaciones de conflicto, resueltos en la mayoría de los casos de forma interna, aunque en otros fue necesaria la participación del docente como clarificador de normas, roles y responsabilidades.

En general, el proceso de aprendizaje ha permitido una interacción más fluida y una distribución del trabajo más equitativa que en las prácticas individuales del año anterior. El alumno se ha implicado más en las tareas técnicas a desarrollar y además ha formado parte de un grupo de trabajo cuyos resultados dependían de las subtarefas realizadas por cada uno de ellos de manera individual. En este sentido, el alumno se siente “experto” e indispensable para su grupo con lo que se involucra mucho más en el desarrollo y avance del proyecto. El nivel de conocimientos adquiridos por los alumnos se consideran más amplio aplicando la técnica del rompecabezas.

La calidad técnica de los proyectos fue superior a la de los presentados en el curso anterior. También se considera que las diferencias de calidad entre los proyectos realizados con la técnica Jigsaw es menor que los realizados de forma individual por los alumnos del año anterior.

Las competencias adquiridas por los estudiantes en materia técnica cumplen los objetivos de la asignatura.

Los alumnos valoran positivamente la tarea de la presentación y defensa de las soluciones adoptadas en el diseño del polígono, considerándola como experiencia previa a la presentación de sus proyectos fin de Grado.

Conclusiones

La tarea diseñada y los objetivos planteados comprenden una gran parte de las competencias, tanto generales como específicas, que se buscan en la asignatura: conocimiento de funciones de análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, capacidad para aplicar la legislación necesaria y para proyectar obras en su ámbito, así como conocimiento y com-

Felipe Pedro Álvarez Rabanal, Mar Alonso-Martínez, Juan José del Coz Díaz, Francisco J. Suárez-Domínguez y M^a Belén Prendes-Gero

prensión del funcionamiento de los sistemas de electricidad, iluminación, abastecimiento y saneamiento en modelos industriales, así como de su dimensionamiento y construcción.

La asignación de roles ha sido adecuada a pesar de algunos conflictos generados. En relación a esto, el docente valorará la posibilidad de formar en el futuro los grupos de aprendizaje cooperativo en base a criterios psicológicos.

Se ha demostrado que la técnica grupal empleada y la asignación de expertos a determinadas subtarefas fomenta tanto el trabajo grupal como el individual. De este modo, el profesor puede realizar una evaluación más justa del trabajo de los alumnos, promoviendo la comunicación intergrupal. Esta experiencia sin duda ha repercutido en el enriquecimiento de los conocimientos tanto a nivel individual como de grupo.

Desde el punto de vista del profesorado, la aplicación de la técnica Jigsaw ha sido una experiencia altamente positiva, obteniéndose una metodología que se considera adecuada para su aplicación a otras asignaturas y grados técnicos.

Referencias

- Aronson, E. et al (1978): *The Jigsaw Classroom*. Beverly Hills, California, Sage Publications.
- Aronson, E., Patnoe S. (1997). *The Jigsaw Classroom: Building Cooperation in the Classroom*. New York, Longman Publishing Group.
- Davidson, N. (1990). *Cooperative Learning in Mathematics: A Handbook for Teachers*. Addison-Wesley Publishing Company, University of Michigan
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., Holubec, E.J. (1993). *Cooperation in the classroom* (6th ed.) Edina, MN, Interaction Book Company.
- Kagan, S. (1985). *Cooperative learning: Resources for teachers*. Riverside, CA, University of California.
- Martínez, M. (2013). La relación entre el aprendizaje cooperativo y la adquisición de competencias interpersonales en una clase de lengua inglesa. *Encuentro 22*, pp. 73-83.
- O'Donnell, A.M., Dansereau, D.F. (1992). Scripted cooperation in student dyads: A method for analyzing and enhancing academic learning and performance. In R. Hertz-Lazarowitz & N. Miller (Eds.), *Interaction in cooperative groups. The theoretical anatomy of group learning* (pp. 120-141). New York, Cambridge University Press.
- Pérez Samaniego, V., Merín Reig, R. (2010) *El puzzle de Aronson: una experiencia de aprendizaje cooperativo en la formación de profesorado*. E.U.M Edetania, Universitat de Valencia.
- Rizzo, Ricardo (2006). Técnicas de aprendizaje cooperativas para la enseñanza de la física en Ingeniería Industrial. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria (RIDU) Año 2 - N°1*.

Aplicación de metodologías de gestión y dinamización grupal en enseñanzas técnicas mediante la técnica Jigsaw: un caso práctico

Serrano Tierz, A., Hernández Giménez, M., Pérez Sinusía, E. y Biel Ibáñez. (2013). Trabajo por módulos: un modelo de aprendizaje interdisciplinar y colaborativo en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto. *Revista de Docencia Universitaria. REDU*, 11, pp. 197-220.

Sharan, Y., Sharan, S. (1994). Group investigation in the cooperative classroom. In S. Sharan. (Ed.), *The handbook of cooperative learning methods*, (pp. 97-114). Westport, CT: Praeger Publishers.

Slavin, R.E. (1990). *Cooperative learning: Theory, Research and Practice*. Boston: Allyn and Bacon.

Diseño de una programación de clase invertida para una asignatura de Grado

Miquel A. Oltra Albiach^a y Rosa M. Pardo Coy^b

^aUniversitat de València (miquel.oltra@uv.es), ^bUniversitat de València (rosa.pardo@uv.es)

Abstract

In the schedules of studies in Early Childhood and Primary Education, we often forget that contact with the reality of education should not be confined to school practices. The project presented here (and will be implemented on an experimental basis during 2015/2016) intend to flip the course "Introduction to Reading and Writing" not only providing audiovisual material for students to contact the contents individually and outside the classroom, but also counting visits to schools as a starting motor for curiosity and raising questions about it.

Keywords: *Flipped classroom, children's education, project work, learning models, collaborative work.*

Resumen

En las programaciones de los grados de Magisterio en Educación Infantil y Educación Primaria, a menudo olvidamos que el contacto con la realidad educativa no debería limitarse a las prácticas escolares. Con el proyecto que ahora presentamos (y que se implementará de manera experimental en el curso 2015/2016) pretendemos invertir las clases de la asignatura "Iniciación a la Lectura y la Escritura" no sólo aportando material audiovisual para que el alumnado entre en contacto con los contenidos de manera individual y fuera del aula, sino también contando con las visitas a los centros escolares como motor inicial para la curiosidad y el planteamiento de cuestiones sobre el tema.

Palabras clave: *Clase invertida, educación infantil, trabajo por proyectos, modelos de aprendizaje, trabajo colaborativo.*

Diseño de una programación de aula invertida para una asignatura del Grado de Magisterio en Educación Infantil

Introducción

En las últimas décadas hemos asistido a una verdadera revolución educativa que ha tenido como consecuencia la revisión y el cuestionamiento de lo que se ha dado en llamar modelos tradicionales de enseñanza, en favor de otras maneras de actuar más acordes con los nuevos tiempos, en las que el centro de atención se desplaza del docente al discente, y en las cuales las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y las tecnologías del aprendizaje y la comunicación (TAC) han hecho acto de presencia como elementos imprescindibles en toda acción educativa, y han generado nuevas modalidades de formación (como el *mobile learning* o el *blended learning*, nuevas maneras de trabajar colaborativamente (como las WebQuests o las Cazas del Tesoro) e incluso nuevas posibilidades de formación que hasta hace unos pocos años eran impensables (como los MOOC). Entre estas grandes posibilidades, pretendemos centrarnos en una modalidad del *blended learning* (o aprendizaje mezclado) que profundiza y expande las ventajas de combinar el aprendizaje presencial y virtual. Finalmente, en nuestra propuesta incorporaremos la práctica y la resolución de casos reales (individualmente o en pequeño grupo) por parte de los estudiantes como elemento imprescindible para que exista un aprendizaje real, significativo, útil y motivador para el alumnado (Shapiro, 2013).

Flipped classroom

Utilizando algunas de las definiciones más sencillas, podemos decir que la *flipped classroom* (o pedagogía inversa) es una metodología que propone darle la vuelta a la clase convencional a partir de la inversión del orden del proceso de enseñanza-aprendizaje: en efecto, si en el modelo de enseñanza tradicional el docente explica los conceptos teóricos en clase y el alumnado trabaja en casa aquello que se le ha explicado, en este modelo son los estudiantes quienes, de manera individual, comienzan el proceso al aprender la teoría en su propia casa, mientras que el tiempo de clase se transformará en un ámbito propicio para consultar dudas, debatir y trabajar de manera colaborativa. Tal como resume Tucker (2012):

It's called "the flipped classroom." While there is no one model, the core idea is to flip the common instructional approach. With teacher-created videos and interactive lessons, instruction that used to occur in class is now accessed at home, in advance of class. Class becomes the place to work through problems, advance concepts, and engage in collaborative learning. Most importantly, all aspects of instruction can be rethought to best maximize the scarcest learning resource—time. Flipped classroom teachers almost universally agree that it's not the instructional videos on their own, but how they are integrated into an overall approach, that makes the difference

Miquel A. Oltra-Albiach y Rosa M. Pardo-Coy

El término, creado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams en 2011, ha ido evolucionando e incorporando las aportaciones de otros docentes como Jackie Gerstein (2012), que introduce cuatro tipos de actividades como base del trabajo en clase invertida:

1. *Experience* (centradas en el trabajo de experiencias que resulten activas y significativas para los estudiantes).
2. *What* (exploración de los contenidos que han sido facilitados por el docente: material audiovisual, páginas web, etc.).
3. *So What* (reflexión del estudiante, que tendrá que construir contenidos a partir de los materiales que se le han facilitado, de sus propias experiencias y de la interacción con el entorno y con sus iguales: esta reflexión quedará plasmada en soportes tales como blogs, diarios de clase, podcasts, webs, pósters, etc.).
4. *Now What* (presentación, valoración y justificación, por parte de los estudiantes, de los aprendizajes realizados a través de presentaciones, producciones audiovisuales u otros productos previamente establecidos).

No cabe duda de que este sistema de trabajo presenta múltiples ventajas que queremos aprovechar en nuestras aulas de Magisterio, combinando el trabajo en clase invertida con algunos elementos complementarios, como la visita a centros escolares en la primera fase del trabajo, tal como veremos en el diseño de las actividades. El enfoque diferente, desde el cual se plantea la incorporación de información por parte del estudiante antes y fuera de la clase, aporta muchas posibilidades, ya que no nos limita únicamente al visionado de los aspectos teóricos en soporte audiovisual, sino que permite plantear otras actividades y experiencias previas (en nuestro caso, la visita a centros escolares y la observación de cómo son en un contexto real los procesos de enseñanza-aprendizaje de la lengua escrita). Entre las ventajas de la clase invertida destacamos las siguientes:

- Adaptabilidad y flexibilidad del Sistema.
- Autonomía en el aprendizaje
- Adaptación al ritmo del estudiante y atención a la diversidad
- Posibilidad de compartir información entre los diversos protagonistas del proceso.
- Posibilidad de acceder a los contenidos facilitados por el docente en cualquier lugar y desde cualquier dispositivo. Posibilidad de volverlos a consultar en cualquier momento.
- Potenciación del aprendizaje colaborativo.

Diseño de una programación de aula invertida para una asignatura del Grado de Magisterio en Educación Infantil

- Mayor implicación del alumnado en la tarea de aprendizaje.
- Mejor aprovechamiento del tiempo de clase.
- Aprendizaje más significativo, más contextualizado y más profundo.
- El aula pasa a ser un ámbito de trabajo activo, de debate y de crítica.
- El estudiante desarrolla su creatividad y su pensamiento crítico.

El Grado de Magisterio en Educación Infantil

Tal como se indica en la página web de la Facultat de Magisteri de la Universitat de València¹:

Las personas tituladas en Maestro/a en Educación Infantil por la Universitat de València obtienen una adecuada formación universitaria, además de la formación profesional que les garantiza la habilitación para el ejercicio del magisterio. La sólida formación que reciben les permite comprender todo lo relacionado con la educación y les capacita para diseñar y desarrollar las acciones y los programas formativos en escolares de 0 a 6 años. El objetivo principal del grado es contribuir a la educación de los niños, no sólo ayudándolos en su desarrollo personal y social, sino también favoreciendo su aprendizaje. El estudiantado recibe la formación didáctica básica y específica en todas las áreas de conocimiento y las disciplinas establecidas en la etapa de la educación infantil. Además, se forma en los principios organizativos y de gestión de escuelas, y también en los procesos de desarrollo físico, emocional e intelectual propios de la edad.

El grado habilita para el ejercicio profesional de maestro o maestro en educación infantil, de acuerdo con la normativa vigente. Las prácticas profesionales en centros escolares tienen una gran importancia en este plan de estudios, y tienen un volumen total de casi un curso completo (organizadas de manera progresiva en tres períodos, en el primer, segundo y cuarto curso).

La titulación comprende la superación de un total de 240 créditos (frente a los 198 del anterior plan de estudios), de los cuales 103,5 corresponden a formación básica, 73,5 a materias obligatorias, 12 a materias optativas, 45 a prácticas externas en centros escolares y finalmente 6 al Trabajo de Fin de Grado.

Con la implantación de los grados de Magisterio se consiguió que por primera vez los futuros maestros y maestras tuviesen una formación inicial de cuatro años, con el desdoblamiento de algunas asignaturas de formación básica que en las diplomaturas quizá no se

¹ www.uv.es/magisteri

Miquel A. Oltra-Albiach y Rosa M. Pardo-Coy

abordaban en toda su profundidad y también asignando a las practicas escolares la importancia que deben tener en la formación de los docentes de educación infantil y educación primaria. El resultado es un diseño de estudios más robusto y con mayor formación, que a su vez proporciona una mayor profesionalización que repercute en un perfil de maestro/a más técnico en su área de conocimiento.

En cuanto a las críticas por parte del alumnado, cabría destacar la ausencia de practicas en el segundo año, que repercute en la consideración de los estudios en general y de este segundo curso en particular como demasiado teóricos y con pocas oportunidades de contrastar los conocimientos teóricos con la realidad escolar.

La asignatura con la que pretendemos trabajar la clase invertida en el curso 2015-2016 es “Iniciación a la lectura y la escritura”, una asignatura obligatoria que se imparte en el primer cuatrimestre del tercer curso del Grado de Magisterio en Educación Infantil.

Iniciación a la Lectura y la Escritura

El aprendizaje de la lectura y la escritura es sin duda uno de los objetivos básicos de la educación obligatoria, y por tanto se trata de una material en la cual los futuros maestros han de estar adecuadamente formados. En la etapa infantil, el alumnado se prepara de diferentes formas para la adquisición de la lectura y la escritura. En esta material, y tal como se indica en la guía docente, es muy importante que el estudiante conozca la historia y la evolución en la enseñanza de la lengua escrita, así como las variaciones en la necesidad social de su uso y en la percepción de la misma por parte de las sociedades: el conocimiento de los diversos métodos de enseñanza/aprendizaje de la lengua escrita complementa toda esta vision panorámica, para finalizar en los contenidos del curriculum oficial, que nos ofrece el planteamiento y los elementos que las instancias educativas consideran adecuados para responder a las necesidades individuales y sociales de nuestra época en relación con la lengua escrita.

Igualmente, nos proponemos profundizar en el conocimiento de los conceptos de lectura y de escritura, en la interacción entre ambas capacidades y en la detección de las dificultades en el aprendizaje. Finalmente, se trata de dotar a los estudiantes de estrategias y recursos para la enseñanza del sistema alfabético de escritura y de los aspectos textuales propios del enfoque comunicativo y funcional de la enseñanza de lenguas.

Hasta este momento, el desarrollo de las sesiones de clase en esta material se había llevado a cabo desde una perspectiva más o menos tradicional, con prevalencia de la clase magistral y alguna incursión en otras formas más participativas por parte del alumnado, como trabajos en grupo, exposiciones en clase, elaboración de pósters, etc. En cualquier caso, se echaba en falta –tal como se desprende de las evaluaciones de los propios estudiantes- un mayor

Diseño de una programación de aula invertida para una asignatura del Grado de Magisterio en Educación Infantil

contacto con la realidad educativa de los centros escolares, puesto que se trata de conceptos y procesos que aportan capacidades técnicas que cabe contemplar, contrastar y poner en acto en el día a día del aula y del desarrollo de cada niño o niña.

a) Objetivos de la propuesta.

En consonancia con los objetivos que el plan de estudios vigente marca para la asignatura *Iniciación a la Lectura y a la Escritura*, y a partir de los principios que informan el sistema *flipped teaching*, nos proponemos los objetivos siguientes:

1. Conocer sistemas de trabajo alternativos a la clase magistral tradicional, y concretamente a los vinculados al uso de material audiovisual disponible en cualquier momento y lugar (*mobile learning*).
2. Fomentar la participación y la colaboración entre iguales.
3. Combinar el aprendizaje teórico y el trabajo en grupos con la perspectiva del trabajo real de los centros escolares y de sus metodologías para la enseñanza de la lectura y la escritura.
4. Analizar críticamente el curriculum de Educación Infantil y en concreto las disposiciones que afectan a la enseñanza de la lectura y la escritura.
5. Conocer las diversas metodologías existentes para la enseñanza del lenguaje escrito.
6. Conocer los principales momentos en la evolución histórica de la enseñanza de la lectura y la escritura.
7. Conocer y desarrollar un criterio propio sobre la actualidad en las investigaciones sobre lectura y escritura, y sobre los retos que supone la incorporación de nuevas formas de leer y de escribir en las sociedades actuales.
8. Utilizar el lenguaje oral y escrito con corrección, tal como corresponde a un futuro docente.
9. Realizar propuestas didácticas teniendo en cuenta las relaciones entre lengua oral y lengua escrita, y entre lectura y escritura.
10. Seleccionar contenidos de aprendizaje adecuados al nivel de los alumnos y a sus intereses.
11. Gestionar de manera correcta recursos, estrategias y materiales adecuados para el inicio en el conocimiento del Sistema de escritura alfabético.

Miquel A. Oltra-Albiach y Rosa M. Pardo-Coy

12. Detectar dificultades de aprendizaje y llevar a cabo adaptaciones curriculares individualizadas.
13. Conocer los sistemas de evaluación formativa y continua.
14. Planificar y desarrollar investigaciones de aula de carácter básico, centradas en el desarrollo de los niños y niñas, y en los procesos de enseñanza-aprendizaje implicados.

b) Temporalización y desarrollo

Para la planificación de la materia contamos con el hecho de que se trata de una asignatura fundamental en la formación de los maestros y maestras, que se imparte en el primer cuatrimestre del curso, y que, en la programación de la Facultad de Magisteri, se programa de manera intensiva para ser impartida en un mes y medio aproximadamente (desde mediados de septiembre a finales de octubre), puesto que los estudiantes comienzan las Prácticas a principios de noviembre. Ello conlleva que los 4,5 créditos de que consta la asignatura se concentren en unas seis semanas, con tres sesiones semanales de dos horas.

El volumen de trabajo de la asignatura se reparte de la siguiente manera, atendiendo a la guía docente de la misma:

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricoprácticas	45
Total actividades presenciales	45
ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	
Estudio y trabajo autónomo	67
Total actividades no presenciales	67
TOTAL	112

Esta rígida separación entre trabajo en clase (presencial y con el profesor) y estudio autónomo, trataremos de compensarla a partir de la introducción de la actividad inicial autónoma o en pequeños grupos fuera del aula, y la utilización de las horas presenciales para actividades de debate, comparación de resultados de investigación, resolución de dudas y fijación de conceptos y procedimientos básicos de la enseñanza de la lectura y la escritura. La preparación de los vídeos iniciales correrá a cargo del equipo docente, si bien en el curso

Diseño de una programación de aula invertida para una asignatura del Grado de Magisterio en Educación Infantil

2015/2016 se recurrirá preferentemente a material existente en la red, como el curso de lectoescritura de la Universidad de Antioquia (2012), que usaremos en esta experiencia piloto. En cuanto a la visita y la recogida de información en centros escolares, se dispondrá de un mapa de los alrededores de la facultad de Magisterio y, en la medida de lo posible, se tratará de que el alumnado se disperse por diversas escuelas con el fin de no entorpecer las actividades de las mismas.

Para el desarrollo de las diversas actividades de la asignatura, siguiendo el modelo de clase invertida, proponemos la siguiente temporalización:

Actividad	Duración en horas	Tipo	Formato de la actividad	Espacio	Evaluación
<i>Visionado de los temas teóricos</i>	14	Teoría	Individual	Elegido por el estudiante	Prueba final
<i>Toma de contacto con un centro educativo</i>	10	Observación y recogida de información	En parejas	Centros educativos previamente escogidos	Informe sobre métodos, técnicas y estrategias
<i>Propuesta de método</i>	10	Desarrollo a partir de los vídeos de teoría y la experiencia del centro escolar	En parejas	Elegido por los estudiantes	Coevaluación
<i>Presentación de resultados a la clase</i>	12	Explicación de resultados	En parejas	Aula	Autoevaluación
<i>Discusión en grupos</i>	10	Puesta en común a partir de la información aportada	Grupo pequeño (6-8 personas)	Aula	Rúbrica de autoevaluación
<i>Elaboración</i>	20	Trabajo de	Grupo	Elegido por	Coevaluación

Miquel A. Oltra-Albiach y Rosa M. Pardo-Coy

<i>de materiales</i>		creación de un producto por grupos	pequeño (6-8 personas)	los estudiantes	
<i>Presentación de materiales en el aula</i>	14	Presentación de resultados	Grupo pequeño (6-8 personas)	Aula	Coevaluación
<i>Debates en gran grupo a partir de los resultados obtenidos</i>	12	Discusión de los resultados	Grupo clase	Aula	Rúbrica de evaluación de intervenciones
<i>Aportación del profesor a partir de las intervenciones de los grupos</i>	10	Matizaciones, ampliaciones y contraste de los resultados obtenidos por el alumnado	Grupo clase	Aula	Prueba final de contenidos
TOTAL	112				

c) Evaluación

Por lo que se refiere a la evaluación de la asignatura, pretendemos llevar a cabo una auténtica evaluación formativa, y no meramente sumativa (Ronan, 2015), a partir de la consideración personalizada de cada estudiante y de los factores que inciden en el aprendizaje en cada caso. Así, los métodos evaluativos serán diversos y contemplarán técnicas como la evaluación entre pares, la autoevaluación, la coevaluación, la prueba de contenidos, el informe, etc.

Conclusiones y prospectiva

Consideramos que la idea de iniciar el trabajo fuera del aula para después llevar a esta los conocimientos y las experiencias adquiridos, si bien no es una aportación original ni exclusiva del *Flipped Teaching*, supone una inversión de los tiempos y de los espacios de enseñanza y aprendizaje muy interesante para nuestros estudiantes universitarios.

Diseño de una programación de aula invertida para una asignatura del Grado de Magisterio en Educación Infantil

Así mismo, la implementación de esta metodología puede contribuir a mejorar el trabajo en equipo por parte de los docentes: en este sentido la clase invertida puede ayudar a incentivar las tareas de preparar sesiones, diseñar actividades, intercambiar experiencias, crear materiales, etc. En cuanto a los estudiantes, pretendemos desarrollar su interés por las tecnologías como entorno para el aprendizaje, más allá de los usos lúdicos y recreativos a los que están acostumbrados.

Es evidente que el enriquecimiento del proceso de aprendizaje mediante la incorporación de las tecnologías y de la inversión redundará sin duda en una mayor calidad de la enseñanza; sin embargo, hemos de estar siempre atentos a las desigualdades que puede generar las posibilidades de acceso a los dispositivos y a internet entre nuestros estudiantes. Por ello, uno de los objetivos de los que partimos a la hora de poner en marcha este proyecto es el de subsanar, en la medida en que esté en nuestras manos, cualquier desigualdad que pueda convertirse en auténtica brecha digital.

Referencias

- Bergmann, J ; Sams, A. (2012). *Flip your Classroom: Talk to Every Student in Every Class Every Day*. Washington: ISTE.
- García-Barrera, A. (2013). El aula inversa : cambiando la respuesta a las necesidades de los estudiantes. *Revista Avances en Supervisión Educativa*, núm. 19 http://www.adide.org/revista/index.php?option=com_content&task=view&id=534&Itemid= [Fecha de consulta: 3 de junio de 2015]
- Gerstein, J. (2012). Flipped Classroom: The Full Picture for Higher Education <https://usergeneratededucation.wordpress.com/2012/05/15/flipped-classroom-the-full-picture-for-higher-education/> [Fecha de consulta: 3 de junio de 2015]
- Ribera, P. (2008). *El repte d'ensenyar a escriure*. València: Perifèric.
- Ronan, A. (2015). Every Teacher's Guide to Assessment <http://www.edudemic.com/summative-and-formative-assessments/> [Fecha de consulta: 15 de junio de 2015]
- Ruiz Palmero, J; Sánchez Rodríguez, J.; Sánchez Rivas, E. (2014). *Flipped Classroom*, una experiencia de enseñanza abierta y flexible. Actas del Congreso Internacional EDUTEC www.innoeduca.uma.es [Fecha de consulta: 13 de junio de 2015]
- Shapiro, M. (2013). Flipped classroom turns traditional teaching upside down http://www.stltoday.com/suburban-journals/metro/education/flipped-classroom-turns-traditional-teaching-upside-down/article_a6497f82-efb3-5a62-88ed-ee72c2ac873c.html [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2015]
- Tucker, B. (2012). The Flipped Classroom. Online Instruction at Home Frees Class Time for Learning. <http://educationnext.org/the-flipped-classroom/> [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2015]

Miquel A. Oltra-Albiach y Rosa M. Pardo-Coy

Viñao, A. (2002). La enseñanza de la lectura y la escritura : análisis socio-histórico. *Anales de Documentación*. 5, pp. 345-349.

www.theflippedclassroom.es [Fecha de consulta: 1 de junio de 2015]

Universidad de Antioquia (2012). *Curso de lectoescritura* <https://www.youtube.com/playlist?list=PLZOUFciczQg6h956u6IgWwGBya9gYPW5G> [Fecha de consulta: 5 de junio de 2015]

Proyecto Innovación Docente basado en tecnología de microcontroladores.

Álvaro Jiménez Montero^a, José María Sierra Fernández^a, Agustín Agüera Pérez^a, José Carlos Palomares Salas^a y Juan José González de la Rosa^a

^a Dpto. Automática, Electrónica, Arquitectura y Redes de Computadores - Universidad de Cádiz, email de contacto: alvaro.montero@uca.es

Abstract

Nowadays, because of the continuous technological advances, teaching innovation has a very important role. This idea include three mainstay: the teaching innovation known as a tool in order to improve teaching, teacher training and the use of new technologies.

The aim of this work is to show an example of Teaching Innovation Project, which has been done at Cadiz University in the Department of Automation Engineering, Electronics and Computer Architecture. That project had several workshop practices being taught to the second year student of the degree in Industrial Technology Engineering. Thanks to those practices they were taught a very useful microcontroller technology, easy to use and with a wide range of applications. In this work we are going to explain the last practice of this project, wich contains the design, development and programming of a robot-car guided by the light where the brain was the Arduino.

Keywords: Teaching Innovation, microcontroller, Arduino, Sensors.

Resumen

Hoy en día, tras los continuos avances tecnológicos, juega un papel crucial la Innovación Docente. Este concepto engloba tres pilares fundamentales: la innovación entendida como una herramienta más para la mejora de la docencia, la formación del profesorado y el empleo de las tecnologías docentes actuales.

En el presente trabajo vamos a exponer un ejemplo de Proyecto de Innovación Docente que se ha realizado en la Universidad de Cádiz en el departamento de Automática, Electrónica, Arquitectura y Redes de Computadores. Este proyecto consta de una serie de prácticas para los alumnos del 2º curso del grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales a los cuales se les enseñaba una tecnología

Proyecto Innovación Docente basado en tecnología de microcontroladores.

de microcontroladores muy útil, de fácil uso y con un amplio rango de aplicaciones. En este trabajo vamos a explicar en qué consistió la última práctica de dicho proyecto, la cual recogía el diseño, construcción y programación de un coche-robot guiado mediante la luz. El cerebro del coche es la placa programable Arduino que procesa la señal enviada por un grupo de fotodiodos para generar una respuesta adecuada que será transmitida hacia los motores que controlan el movimiento del coche. Del mismo modo, una pequeña pantalla LCD conectada a la placa mostrará información relativa al estado y acciones del robot. El trabajo demuestra la sencillez y versatilidad de este tipo de placas para su aplicación en diferentes problemas, que la hacen ideal para su aplicación con fines docentes. De hecho este trabajo se ha pensado como una guía para el desarrollo de una actividad docente de nivel avanzado.

Palabras clave: *Innovación Docente, microcontrolador, Arduino, Sensores.*

Introducción

Al afrontar un proyecto de innovación docente, enfocamos nuestro esfuerzo en el ámbito educativo con el objetivo de mejorar la manera de enseñar y facilitar al alumno la manera de aprender, pero esta labor no es simple y el camino está plagado de variables complejas: la materia a impartir, el perfil de los alumnos, su número, las condiciones del aula, la metodología empleada, la comunicación etc.

El hecho es que en un proyecto de innovación docente a veces es difícil distinguir donde termina la labor docente y donde comienza la de investigación.

Muchos de nuestros proyectos de innovación abren nuevos caminos previamente inexplorados en la docencia. Por lo tanto, al igual que en otros campos de investigación, su difusión es de vital importancia más aún si caemos en la cuenta de que el ámbito de la Investigación Docente constituye una actividad común para todo el profesorado universitario.

A continuación comenzamos a describir el proyecto realizado. Entrando en las características del microcontrolador, Arduino es una plataforma de desarrollo de computación física (*physical computing*) de código abierto, basada en una placa con un sencillo micro-controlador y un entorno de desarrollo propio para crear software (programas) para la placa. Hoy en día la placa programable Arduino está adquiriendo cada vez más importancia en el mundo de la electrónica para todo tipo de aplicaciones debido a su flexibilidad y bajo coste.

Entre otras posibilidades, Arduino permite crear objetos interactivos, leyendo datos generados por una gran variedad de sensores y controlar multitud de tipos de actuadores, como luces, motores, altavoces, etc... Los proyectos desarrollados con Arduino pueden ser autónomos o comunicarse con un programa que se ejecute en un ordenador, lo que ofrece la posibilidad de desarrollar aplicaciones para monitorizar los diferentes elementos involucrados.

Álvaro Jimenez Montero, José María Sierra Fernández, Agustín Agüera Pérez,
José Carlos Palomares Salas, Juan José González de la Rosa

En nuestra aplicación utilizaremos el modelo más básico (Arduino UNO) que, entre otras muchas características, posee 14 pines que pueden usarse como entradas o salidas digitales, 6 entradas analógicas y 6 salidas analógicas por modulación de ancho de pulso (PWM). Arduino es capaz de suministrar la potencia necesaria para controlar pequeños elementos, requiriendo una etapa de potencia para los motores que a continuación explicaremos.

Elementos del sistema

Se describen cada uno de los elementos que constituyen la aplicación. Se utilizaron dos motores eléctricos de 3V D.C. y 1,6W, como los de la Figura 1, con reductora.

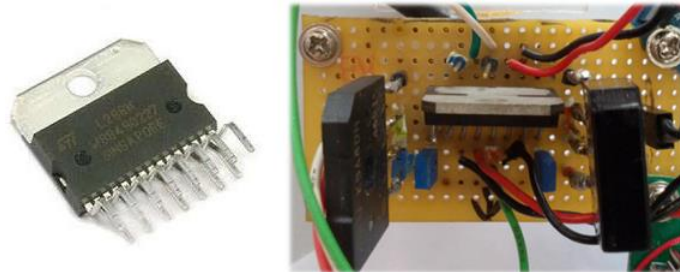
Figura 1 Motor Electrico



Estos dos motores se encargan de proporcionar la potencia necesaria a las ruedas del coche-robot. Como hemos comentado anteriormente, estos motores demandan una potencia que Arduino es incapaz de suministrar, por lo que se ha de conectar entre ambos una etapa de potencia constituida por un controlador dual de puente completo (L298N) y dos puentes de diodos. El chip permite la alimentación de los motores desde una fuente externa a Arduino, siguiendo las órdenes emitidas por él. De esta forma se puede controlar gran variedad de motores de corriente continua: este chip permite manejar una potencia de hasta 200W por motor a 48V. Los puentes de diodos cumplen la función de diodos de libre circulación, permitiendo la devolución de energía de los motores a la fuente en la situación de frenada. La etapa de potencia queda como en la Figura 2.

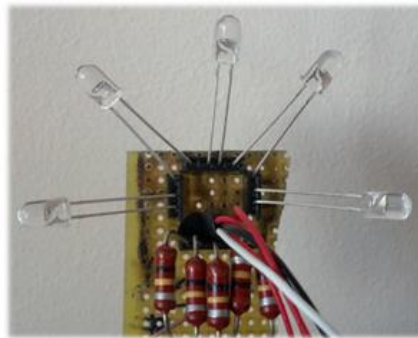
Proyecto Innovación Docente basado en tecnología de microcontroladores.

Figura 2 Etapa de Potencia



El juego de fotodiodos, mostrado en la Figura. 3, constituirán el “ojo” del coche. Son los encargados de captar la luz, y están configurados para ofrecer una descripción direccional de la intensidad lumínica.

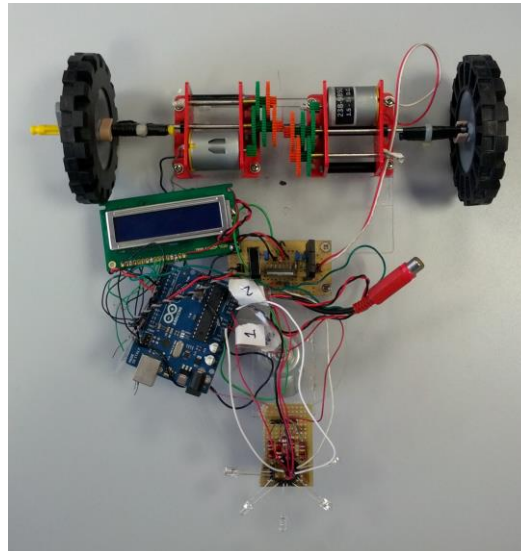
Figura 3 Juego de Fotodiodos



Los receptores se conectan a las entradas analógicas del Arduino. De esta manera se comprueba cual da el valor máximo de tensión, y ese será el que más luz recibe. El Arduino será el encargado de dar la instrucción correspondiente a los motores para que se desplacen hacia donde ha captado esa luz. Para comunicar información se instala una pantalla LCD. Todo lo anteriormente indicado se conecta a la plana Arduino, y se coloca en un chasis de metacrilato, como se muestra en la Figura 4.

Álvaro Jimenez Montero, José María Sierra Fernández, Agustín Agüera Pérez,
José Carlos Palomares Salas, Juan José González de la Rosa

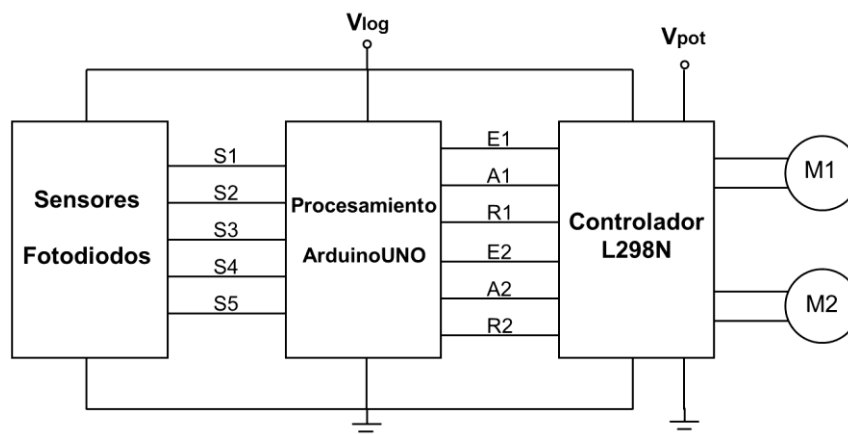
Figura 3 Juego de Fotodiodos



Descripción Interna del Sistema

En la Figura 5 observamos un diagrama de bloques genérico de cómo está configurado nuestro coche seguidor de luz. Por un lado tenemos de izquierda a derecha, el bloque formado por los sensores fotodiodos que son los encargados de captar la luz del ambiente y mandar la señal al bloque de procesamiento formado por la placa Arduino UNO, que a su vez es la encargada de enviar la orden correspondiente al controlador que accionará los motores.

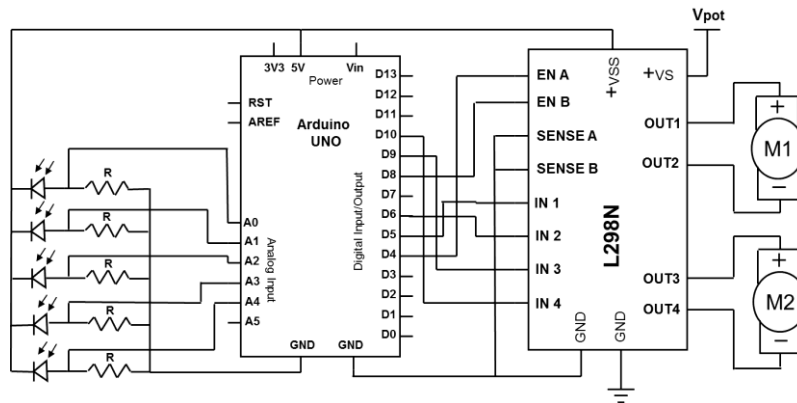
Figura 5 Diagrama de bloques del coche seguidor de luz



Proyecto Innovación Docente basado en tecnología de microcontroladores.

En la Figura 6 se muestra un esquema más detallado, con las conexiones reales entre cada uno de los bloques anteriormente descritos.

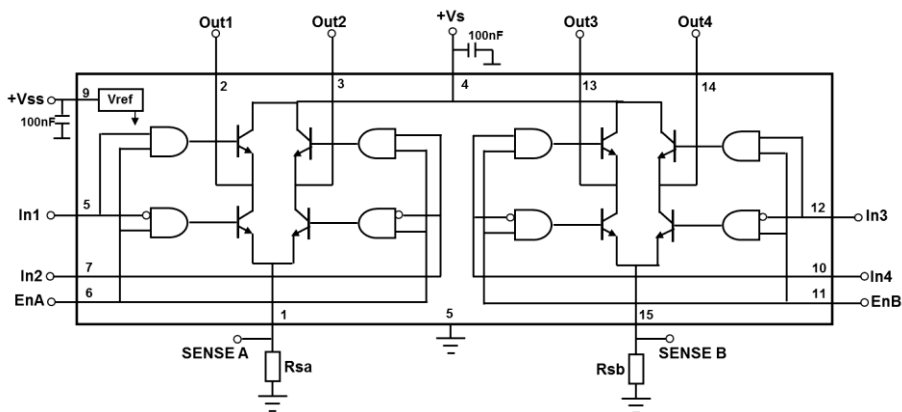
Figura 6 Esquema detallado



Observamos como el bloque de sensores está formado por cinco fotodiodos con su correspondiente resistencia. La funcionalidad de la conexión de los fotodiodos con el Arduino se basa en que al Arduino ha de llegar una señal en voltios a su entrada analógica, por lo tanto cuando al fotodiodo le incide la luz deja pasar una corriente inversa, según su hoja de características, de $135\mu\text{A}$ como máximo. Atendiendo a esta corriente y al voltaje máximo aceptado por Arduino (5V), podemos establecer en $37\text{k}\Omega$ el valor de la resistencia asociada a cada fotodiodo.

A continuación antes de explicar la conexión entre el Arduino y el controlador vamos a mostrar en la Figura 7 como está formado el controlador internamente.

Figura 7 Esquema interno del controlador L298N



Álvaro Jimenez Montero, José María Sierra Fernández, Agustín Agüera Pérez,
José Carlos Palomares Salas, Juan José González de la Rosa

Cabría comentar que son necesarias dos alimentaciones, por un lado una alimentación lógica ($+V_{ss}$) necesaria para la alimentación de las puertas lógicas cuya función explicaremos posteriormente. Y por otro lado necesitamos una alimentación de potencia ($+V_s$) encargada de alimentar al puente de transistores que a su vez serán los encargados de alimentar a los motores.

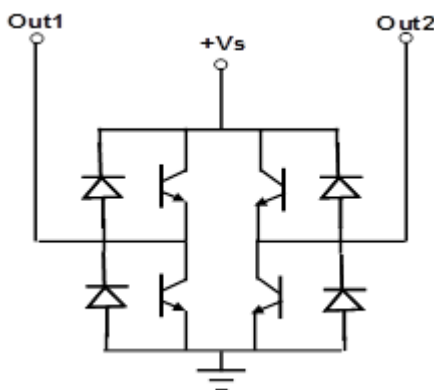
Con respecto a las entradas al bloque tenemos por un lado seis entradas digitales de las cuales dos de ellas son los *enable* de cada motor, y las otras cuatro son dos para un motor y las otras dos para el otro que enviarían a los motores la orden, a través del Arduino, de movimiento en cada caso.

Y por otro lado por la parte superior tenemos las cuatro salidas analógicas que irán dos a dos conectada a los motores para transmitir la potencia del movimiento.

También observamos dos salidas denominadas SENSE cuya función junto a la resistencia es el cálculo de la corriente que demandan cada motor para poder asegurar su funcionamiento correcto y, en caso de protección, instalar fusibles. Si estas medidas no interesan, ambos SENSE se conectarían a tierra.

A continuación vamos a explicar que además se ha acoplado al controlador un puente de diodos de libre circulación, como el de la Figura 8, para asegurar que en caso de que el motor en vez de demandar corriente, la genere, esta corriente circule por los diodos y no afecte a los transistores.

Figura 8 Etapa de Potencia con diodos de libre circulación



El caso correcto en el cual el motor demande corriente lo observamos en la Figura 9 y el caso en el cual generen y actúen estos diodos de libre circulación lo observamos en la Figura 10.

Proyecto Innovación Docente basado en tecnología de microcontroladores.

Figura 9 Funcionamiento correcto

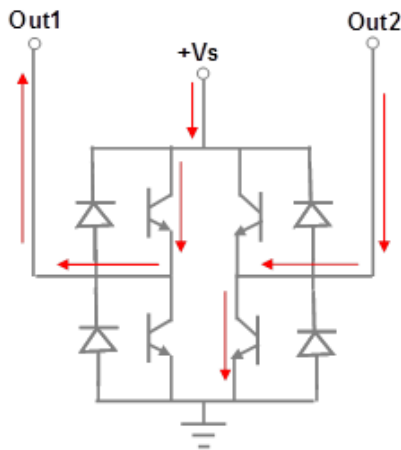
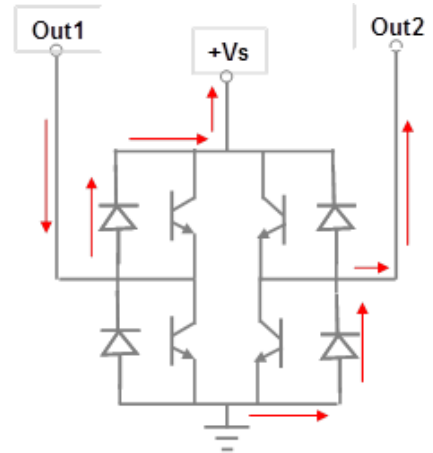


Figura 10 Actuacion de los diodos en caso de fallo



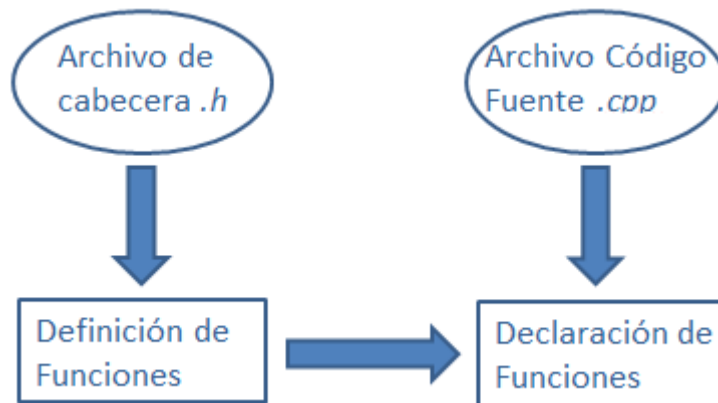
Programacion

Una vez descrito el hardware del dispositivo pasamos a la programación interna del mismo. La principal función de la programación es interconectar los tres bloques anteriormente descritos para así poder enviar, dependiendo de la intensidad de luz recibida, la orden correspondiente a los motores en cada instante y posteriormente el coche realice la función esperada.

Con el fin de simplificar la programación y reducir el tamaño del programa principal, Arduino permite crear librerías para la aplicación desarrollada. Por una parte para crear la librería necesitamos dos archivos: un archivo de cabecera (w / con extensión. h) y el código fuente (w / extensión. cpp). El archivo de cabecera contiene las definiciones de las funciones de la librería, mientras que el archivo del código fuente contiene la declaración de cada una de las funciones que utilizaremos en la aplicación. En la Figura 11 se muestra un diagrama de bloques de cómo interactúan ambos archivos.

Álvaro Jimenez Montero, José María Sierra Fernández, Agustín Agüera Pérez,
José Carlos Palomares Salas, Juan José González de la Rosa

Figura 11 Diagrama de bloques de los componentes de la librería



El archivo de cabecera tendría el siguiente aspecto, con cada una de las definiciones de las funciones utilizadas en el código fuente.

```

#ifndef CocheDigital_h
#define CocheDigital_h
#include "Arduino.h"

class CocheDigital{
public:
  CocheDigital(int izq_en, int izq_avan,
int der_retro, int der_en, int der_avan,
int der_retro);
  void avanza();
  void retrocede();
  void avanza(int tiempo);
  void retrocede(int tiempo);
  void para();
  void frena();
  void derecha();
  void derecha(int tiempo);
  void izquierda();
  void izquierda(int tiempo);
private:
  int izq_avan;
  int izq_retro;
  int der_avan;
  int der_retro;
  int izq_en;
  int der_en;
};
#endif
  
```

Mientras que para el segundo archivo, llamado código fuente, vamos a exponer un ejemplo de cómo se crea una de las funciones anteriormente declaradas en la cabecera.

Proyecto Innovación Docente basado en tecnología de microcontroladores.

Hacemos una breve descripción de la función *avanza()* que es la encargada de que el coche avance en dirección recta, por lo cual le damos un valor alto a los pines de salidas digitales (*_izq_avany _der_avan*) que son los que están conectados a ambos motores que moverán las ruedas del coche. El código de la función es:

```
voidCocheDigital::avanza()
{
digitalWrite(_izq_avan,HIGH);
digitalWrite(_der_avan,HIGH);
digitalWrite(_izq_retro,LOW);
digitalWrite(_der_retro,LOW);
digitalWrite(_izq_en,HIGH);
digitalWrite(_der_en,HIGH);
}
```

En esta función observamos dos pines habilitados de ENABLE la función del enable se ve recogida claramente en la siguiente Tabla.1.

Tabla 1 Funciones de la variable ENABLE

	Avanza	Retrocede	Operación
E=1	1	0	Avanza
	0	1	Retrocede
	1	1	Bloqueo
E=0	x	x	Libre

Se observa que hasta que el enable no esté activado no va a realizar la función ordenada, por eso en la función anterior le damos la orden prevista de que avance y hasta que no se activa el enable no se va a ejecutar.

Todo esto se realiza para cada una de las funciones definidas en el archivo de cabecera completando así nuestra librería para la aplicación del coche.

Por último, una vez definida la librería, nos queda la construcción del código del programa para que el coche siga la luz.

A continuación se muestra el código del programa con la explicación en cada una de las líneas de comando.

```
/*Hay que incluir en el código la librería de control de la pantalla y la que hemos creado para el coche*/
#include<CocheDigital.h>
#include<LiquidCrystal.h>
```

Álvaro Jimenez Montero, José María Sierra Fernández, Agustín Agüera Pérez,
José Carlos Palomares Salas, Juan José González de la Rosa

```
/*Creamos un objeto coche y otro pantalla,
configurando los pines asociados a cada
uno*/
```

```
CocheDigital coche(4,5,6,8,9,10);
LiquidCrystal lcd(11, 7, 3, 2, 1, 0);
```

```
/*Creamos las variables necesarias*/
```

```
Int base;
Int Sensor[5];
Int maximo1, maximo2, maximo;
```

```
/*Ahora se realiza la configuración inicial
del sistema*/
```

```
voidsetup()
```

```
{
    /*Los pines 12 y 13 no se usan en el
    código, pero nos vale para obtener dos
    conexiones de 5V, necesarias para los
    elementos del sistema*/
```

```
pinMode(13,OUTPUT);
digitalWrite(13,HIGH);
pinMode(12,OUTPUT);
digitalWrite(12,HIGH);
```

```
/*Se realiza una prueba de la pantalla,
tras lo cual se borra para dejarla lista*/
```

```
lcd.begin(16, 2);
lcd.print("ARDUINO");
delay(1000);
lcd.clear();
```

```
/*Se leen las entradas analógicas y se
almacenan en forma de vector, siendo el
elemento 0 el sensor extremo derecho, el
2 el central y el 4 el extremo izquierdo*/
```

```
Sensor[0]=analogRead(A0);
Sensor[1]=analogRead(A1);
Sensor[2]=analogRead(A2);
Sensor[3]=analogRead(A3);
Sensor[4]=analogRead(A4);
```

```
/*Se calcula el máximo del vector*/
```

```
maximo1=max(Sensor[0],Sensor[1]);
maximo2=max(Sensor[2],Sensor[3]);
maximo=max(maximo1,maximo2);
maximo=max(maximo,Sensor[4]);
```

```
/*Se almacena este máximo inicial como
valor base de referencia*/
```

```
base=maximo;
```

```
}
```

```
/*Ahora se define el lazo principal, que se
repetirá infinitamente*/
```

```
voidloop()
```

```
{
```

```
/*Se leen las entradas y se calcula el
máximo*/
```

```
Sensor[0]=analogRead(A0);
Sensor[1]=analogRead(A1);
Sensor[2]=analogRead(A2);
Sensor[3]=analogRead(A3);
Sensor[4]=analogRead(A4);
maximo1=max(Sensor[0],Sensor[1]);
maximo2=max(Sensor[2],Sensor[3]);
maximo=max(maximo1,maximo2);
maximo=max(maximo,Sensor[4]);
```

```
/*Se comprueba que se supera el valor
base más un ligero incremento*/
```

```
if(maximo<(base+20))
```

```
{
```

```
/*Si no se alcanza el valor base se indica
para y el coche no se mueve y se indica
"Para"*/
```

```
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Para");
delay(500);
```

```
}
```

```
/*En caso contrario se estudia cuál es la
dirección de la que proviene la luz. Para
cada caso se muestra en la pantalla la ac-
ción a tomar y */
```

```
else
```

```
{
```

```
/*Sensores 0 y 1 a la derecha*/
```

```
if(Sensor[0]==maximo||Sensor[1]==
maximo)
```

```
{
```

Proyecto Innovación Docente basado en tecnología de microcontroladores

```

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Derecha");
lcd.setCursor(8, 0);
lcd.print("<--");
coche.derecha(500);
}

/*Sensores 3 y 4 a la izquierda*/
if(Sensor[3]==maximo||Sensor[4]==
maximo)
{
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Izquierda");
lcd.setCursor(10, 0);
lcd.print("-->");
coche.izquierda(500);
}
/*Si el máximo se da en el sensor central
(2)*/
if(Sensor[2]==maximo)
{
/*Se hace una comprobación de los
adyacentes, y si hay desequilibrio se gira
hacia ese lado*/

if((Sensor[1]-Sensor[3])>50)
{
lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Derecha");
lcd.setCursor(8, 0);
lcd.print("<--");
coche.derecha(200);
}
elseif((Sensor[1]-Sensor[3])<-50)
{
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Izquierda");
lcd.setCursor(10, 0);
lcd.print("<--");
coche.izquierda(200);
}

/*Si no hay desequilibrio se avanza*/
else
{
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Avanza");
lcd.setCursor(8, 0);
lcd.print("|");
lcd.setCursor(8, 1);
lcd.print("V");
coche.avanza(200);
}
}
}
}
}

```

Conclusiones

Como hemos comprobado durante el desarrollo del trabajo, la placa programable Arduino puede constituir el cerebro de cualquier aplicación que se nos plantee tanto de tipo académica, domótica o incluso industrial. Dependiendo del potencial de la aplicación utilizaremos un modelo u otro de Arduino, aunque en nuestro caso hemos cubierto todos los pines del modelo Arduino UNO, el más básico, y la placa ha respondido sin ningún tipo de problemas, comprobando la eficacia de la misma.

Además se muestra una metodología de programación recomendada a todos los usuarios, la cual consiste en la creación de librerías propias, para reducir el código principal del programa y así entenderlo mejor, de cara a todos sus lectores. En este trabajo estas librerías eran las correspondientes a los movimientos de los dos motores de corriente continua.

Álvaro Jimenez Montero, José María Sierra Fernández, Agustín Agüera Pérez,
José Carlos Palomares Salas, Juan José González de la Rosa

Con este artículo se pretende fomentar la Innovación Docente en nuestro centro y además que sirva de fuente para que profesores de distintas universidades, e incluso institutos, empiecen a promover en sus enseñanzas este tipo de aplicaciones, con las cuales los alumnos quedarán satisfechos de su aprendizaje, ya que interviene una parte atractiva de la electrónica. Pero además de su aplicación en la enseñanza básica este tipo de plataforma se promoverá para la realización de prácticas, como es el caso, de trabajos o proyectos fin de carrera e incluso de proyectos fin de master de un nivel más avanzado.

De hecho este artículo muestra suficiente información para que se pueda realizar como práctica e incluso proyecto para aquel que esté interesado en este campo de la electrónica.

Agradecimientos

Los autores les gustaría agradecer tanto a la Universidad de Cádiz por fundar y dotar el proyecto de Innovación Docente PI1_12_001 titulado “Instrumentos electrónicos de medida micro-controlados, virtuales y distribuidos y circuitos electrónicos. Aplicaciones en la formación en tecnologías industriales”, como al Ministerio de Economía y Competitividad de España en el marco del plan estatal de excelencia para la investigación por fundar el proyecto TEC2013 – 47316 – C3 – 2 – P (SCEMS-AD-TED-PQR). Sin olvidar agradecer a la Junta de Andalucía por crear el Grupo de Investigación PAIDI-TIC-168 en Instrumentación Computacional y Electrónica Industrial, donde se ha desarrollado este trabajo, ni a la Fundación Campus Tecnológico de Algeciras por su continuo apoyo a la investigación.

Referencias

- Massimo Banzi, “Getting Started with Arduino, 2nd Edition”, O’Reilly Media, 2011.
- Óscar Torrente Artero, “Arduino Curso práctico de Formación”, Alfaomega, 2013.
- Jaime Cid, Fernando Reyes Cortes, “Arduino Aplicaciones en Robótica, Mecatrónica e Ingenierías”, Alfaomega, 2015.
- Jeremy Blum, “Arduino a fondo”, Anaya, 2014.
- German Tojeiro Calaza, “Taller de Arduino: un enfoque práctico para principiantes”, Marcombo, 2014.
- Harold Timmis, “Practical Arduino Engineering”, Apress, 2011.
- Brian W. Evans, “Arduino Programming Notebook”, lulu.com, 2011.
- M.R. McRoberts, “A Complete Beginners Guide to the Arduino” Earthshine Electronics, 2009.
- Rodrigo Calvo, Raul Alaejos, “little of paper with only first word capitalized,” <http://arduinohedocumentary.org/>, online visualization available.

Didáctica en los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de ingeniería civil: bases metodológicas.

I. Menéndez-Pidal de Navascués^a, A. Lomoschitz Mora-Figueroa^b, M.A. Franesqui García^c, J. I. Jiménez López^d, E. Sanz Pérez^e

^a Universidad Politécnica de Madrid. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. C/ Prof. Aranguren s/n, 28040 Madrid. e-mail: ignacio.menendezpidal@upm.es; esanz@caminos.upm.es y

^b Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles, Campus de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria. e-mail: alejandro.lomoschitz@ulpgc.es; mfranesqui@dic.ulpgc.es; juan.jimenez@ulpgc.es

Abstract

Final Degree Projects on Civil Engineering in Spain, in the case of “professional works directly related to the study program” need a proper chapter of Geology and Geotechnics, whose elaboration is sometimes complex for students, for two reasons: (1) there is a long period of time between the beginning of the studies, when these subjects are taken, and the last part of the degree, (2) it is needed to integrate acquired knowledge to a practical cases and to the rest of concepts developed in the career in a consistent way, and (3) specific terrain data are normally difficult be available under pedagogical project circumstances. As a guideline for tutors and students five basic tasks are proposed to elaborate this chapter. Besides, the contents which are necessary consist of nine sections. Finally, our purpose is to show these ideas to Civil Engineering students and teachers in order to get a methodological guide in the future.

Keywords: *Final Degree Project, Geology, Geotechnics, Engineering project, Civil Engineering.*

Resumen

Los Trabajos Fin de Título (TFT) de las titulaciones de ingeniería civil, en su modalidad de “trabajos de carácter profesional directamente relacionados con los estudios cursados”, deben incluir anejos específicos de Geología y Geotecnia, cuya elaboración resulta en ocasiones compleja para los estudiantes: 1º) por el tiempo transcurrido entre los primeros cursos, cuando se imparten estas materias, y el final de los estudios; 2º) por la necesidad de in-

Didáctica en los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de ingeniería civil: bases metodológicas

tegrar los conocimientos adquiridos a casos reales de forma práctica e coherente con el resto de los saberes de la carrera y 3º) por la dificultad que entraña el disponer de datos reales de reconocimiento del terreno bajo las circunstancias didácticas de un proyecto. A modo de directrices orientadoras para tutores y estudiantes, se han considerado cinco tareas básicas que permitan elaborar y redactar estos anejos, de forma razonada y ordenada. Además, se propone un índice-guía que consta de nueve apartados. Por último, se pretende hacer partícipes a profesores y alumnos de ingeniería civil de estas ideas, de manera que con sucesivas mejoras, pueda constituir una guía metodológica.

Palabras clave: *TFT, Geología, Geotecnia, Proyectos de ingeniería, Ingeniería Civil.*

Introducción

Las escuelas de ingenieros de España tienen una larga experiencia en trabajos fin de estudios, los tradicionales Proyectos Fin de Carrera (PFC). En general eran trabajos muy laboriosos, innovadores muchos de ellos, en los que se plasmaban todos los conocimientos y habilidades desarrolladas a lo largo de la carrera.

Con la adaptación de los estudios universitarios al EEES (Espacio Europeo de Educación Superior), la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales han sido reguladas mediante el Real Decreto 1393/2007 (Ministerio de Educación, 2007: 44037-44048) y su actualización en el Real Decreto 861/2010 (Ministerio de Educación, 2010: 58454-58468), que ha establecido que todas las enseñanzas concluirán con la elaboración y defensa de un Trabajo Fin de Título (TFT) que ha de formar parte del plan de estudios y deberá estar orientado a la evaluación de las competencias asociadas al título

Los PFC y los nuevos TFT

Las necesidades de adaptar los estudios de grado y máster en las escuelas de ingeniería a este nuevo marco universitario supone un gran reto para diseñar un nuevo escenario en el que dichos trabajos puedan ser realizados en un tiempo más limitado, generalmente durante el último semestre del plan de estudios, manteniendo unos estándares de calidad que deben ser exigibles.

En la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles (EIIC) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) se han elaborado y aprobado recientemente dos documentos que facilitan esta adaptación y cambio a los TFT.

I. Menéndez-Pidal de Navascues, A. Lomoschitz Mora-Figueroa, M.A. Franesqui García, J. I. Jiménez López^d, E. Sanz Pérez^e

Reglamento para la Realización y Evaluación de Trabajos Fin de Título de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la ULPGC (ULPGC-EIIC, 2013a: 18pp.).

Guía Metodológica para el Trabajo de Fin de Título (ULPGC-EIIC, 2013b: 14pp.).

Definición: Se considera como Trabajo Fin de Título, a los efectos del citado Reglamento y de conformidad con los Estatutos de la ULPGC, la asignatura que consiste en el desarrollo de un trabajo en el ámbito disciplinario elegido, realizado por el estudiante universitario, bajo tutela académica.

Finalidad: La realización de un Trabajo Fin de Título tiene por objetivo elaborar un trabajo en el que el estudiante universitario desarrolle las competencias y los conocimientos adquiridos, teóricos y prácticos como culminación de sus estudios y como preparación para el desempeño futuro de actividades profesionales en el ámbito correspondiente a la titulación obtenida. La superación del Trabajo Fin de Título, en su caso, da paso al ejercicio profesional.

El contenido de cada TFT se corresponderá con el nivel formativo de su título y se deberá tener en cuenta el número de horas de trabajo del estudiante recogido en su memoria de verificación. El TFT deberá reflejar que el estudiante ha adquirido las competencias asociadas al título y tener algún tipo de vinculación con los módulos y materias de éste, así como las funciones y tareas propias de las profesiones para las que el título ha sido diseñado.

En el caso del Grado, el TFT debe ajustarse al nivel 2 del MECES (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) y, entre los cuatro tipos considerados, se señala el tipo c) “Trabajos de carácter profesional directamente relacionados con los estudios cursados”. Estos vienen a corresponder con los proyectos de ingeniería clásicos, cuyos contenidos deben seguir la estructura definida por la UNE 157001-2002 (AENOR, 2002:1-14) que incluyen: Índice general; Memoria; Anejos; Planos; Pliego de condiciones; Mediciones y Presupuesto. Así mismo han de ajustarse a la legislación general y/o local y a la normativa técnica actual en cada apartado y tipo de proyecto.

El terreno en el grado en ingeniería civil

Las asignaturas relativas a la Ingeniería del Terreno en los títulos de Grado en Ingeniería Civil, que se han implantado en las universidades españolas, se concentran en los primeros cursos con denominaciones diversas (Tabla 1). En primer lugar se imparte Geología y/o Geología Aplicada, en los cursos de 1º ó 2º, con 6 a 9 créditos ECTS. En segundo lugar se imparten asignaturas de Geotecnia, bajo denominaciones diversas: Geotecnia y Cimientos, Mecánica de Suelos, Mecánica de suelos y de rocas, etc., en los cursos de 2º y 3º, con 6 a 9 créditos ECTS. Y en tercer lugar, en ocasiones existen otras asignaturas relativas a la Ingeniería geológica, Ingeniería geotécnica y las obras geotécnicas, que se imparten en 3º y 4º

Didáctica en los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de ingeniería civil: bases metodológicas

curso, con 3, 4.5 ó 6 ECTS cada una. Estas últimas son asignaturas obligatorias para algunas menciones o bien son optativas

Tabla 1. Asignaturas relativas a la Ingeniería del terreno de las titulaciones de Grado en Ingeniería Civil de seis escuelas españolas

Universidad	Nombre asignatura	Curso	Cuatrimestre o Semestre	Créditos ECTS
Politécnica de Madrid-1 (ETSICCP)	Geología	2º	3º	4.5
	Geología aplicada a las obras públicas	2º	4º	4.5
	Mecánica de suelos y rocas	3º	5º	4.5
	Geotecnia	3º	6º	4.5
	Túneles y excavaciones subterráneas (mención c. Civiles)	4º	7º	3
	Hidrogeología (mención hidrología)	4º	7º	3
Politécnica de Madrid-2 (EITOP)	Geología, morfología del terreno y climatología	1º	2º	6
	Geotecnia y Mecánica del suelo	2º	3º	3
	Ingeniería geotécnica	3º	5º	6
Politécnica de Catalunya (ETSICCP)	Geología	1º	1º	6
	Mecánica de suelos	3º	3º	9
	Ingeniería geológica	4º	7º	4.5
	Ingeniería geotécnica	4º	8º	4.5
Politécnica de València (ETSICCP)	Geología aplicada a la IC	2º	2º	6
	Geotecnia y cimientos	3º	5º	6
	Técnicas y métodos de la Ingeniería del terreno	4º	7º	6
	Geomorfología aplicada a la IC (optativa)	4º	7º	4.5
	Ingeniería geológica (optativa)	4º	8º	4.5
Cantabria (ETSICCP)	Geología Aplicada	2º	3º	6
	Geotecnia	2º	4º	6
	Ampliación de Geotecnia (optativa)	4º	-	6
	Obras geotécnicas (optativa)	4º	-	6
Las Palmas de G.C.	Geología aplicada	1º	1º	6

I. Menéndez-Pidal de Navascues, A. Lomoschitz Mora-Figueroa, M.A. Franesqui García, J. I. Jiménez López^d, E. Sanz Pérez^e

(EIIIC)	Geotecnia y Cimientos	2º	4º	7.5
	Edificación y obras geotécnicas.	4º	7º	6

Fuente: Elaboración propia

Didáctica del estudio del terreno en un proyecto o trabajo fin de título

Integración de la actividad proyectual

La metodología del estudio del terreno debe estar enmarcada dentro del aprendizaje por proyectos dentro del mundo de la ingeniería civil. Éste se desarrolla persistentemente mediante la integración de las actividades siguientes: Identificación del problema, Análisis de Alternativas, Proyecto, Producción y Ejecución y, por último, Control.

En general, desde el punto de vista docente no se contemplan trabajos parciales que en el mundo profesional sí se pudieran dar. Esto, sin embargo, como veremos puede cambiar ante los retos que está despertando los nuevos planes de Estudio traídos por Bolonia. Solo en caso de trabajos ingenieriles parciales los anejos relacionados con la Geología y Geotecnia cambian su orientación y dependiendo del trabajo, podrían no ser necesarios.

Integración del estudio del terreno dentro del TFT.

El proyecto de ingeniería civil recoge, al menos, estos grandes grupos de elementos: Estudios preliminares, anteproyecto, diseño de partes, cálculos, planos generales y de detalle., memorias descriptivas general y de partes, mediciones, costes, precios y presupuestos, planificación y programación del proyecto, implementación y normalización de su desarrollo. Habitualmente se agrupan en documentos bien conocidos como Memoria, Anejos a la Memoria, Planos, Mediciones y Presupuesto y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Generales. Los trabajos realizados en el ámbito geológico en forma de anejos, por tanto, deberán ser capaces de poder responder a los requisitos que estos documentos tienen en el mundo profesional de la ingeniería. El enfoque a nivel pedagógico debiera orientar en esa dirección los anejos, siendo el alumno capaz de sintetizar conceptos e información para cada objetivo de cada parte del proyecto.

Didáctica del proyecto y didáctica del anejo de geología

Exige aprender a proyectar, y por tanto a manejar los conceptos que se desarrollan en el ámbito geológico y geotécnico. Esto sólo puede hacerse haciendo y aún más, integrándose en los demás saberes de la carrera. He aquí lo verdaderamente interesante y didáctico que tiene la redacción del proyecto en las carreras de ingeniería civil. Por tanto, al ser el terreno parte esencial en el proyecto, la información contenida en el proyecto se apoyará inequívocamente en dichos saberes: geología y geotecnia, entre otros. Su elaboración resulta fundamental para el éxito didáctico del proyecto.

Didáctica en los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de ingeniería civil: bases metodológicas

Desde ese punto de vista didáctico, esta información, como todo el proyecto debe coadyuvar a la educación del criterio, a su formación. Aunque sólo la experiencia profesional podrá forjarlo, las pautas pueden enseñarse en el proyecto didáctico. Se debe pretender por tanto que el alumno sea capaz de fundamentar, justificar, criticar, construir, proyectar, sustentar criterios, modelizar, etc. La incertidumbre que tiene el conocimiento del terreno hace que la redacción de los anejos de geología y geotecnia, sean muy adecuados para ejercitar el criterio.

Plazos de redacción

El método de proyectos da sus frutos cuando se parte del estudio del problema. Los trabajos relacionados con el terreno para el alumno, no deben ser una mera recolección de datos sin mayores pretensiones, sino formar parte del problema. Esto exige dedicación por parte del alumno y del profesor. Los tiempos son largos. La tutoría es esencial, y la orientación es el catalizador de la formación del criterio en el alumno. Sin embargo, es recomendable, la combinación de la tutoría junto a otras estrategias didácticas como los seminarios y las clases teóricas que permitan exponer conceptos en torno a la redacción de los proyectos. Aquí pueden enmarcarse los contenidos por ejemplo en forma de guías metodológicas.

Etapas del proyecto

No puede tampoco olvidarse que el proyecto de ingeniería se resuelve en etapas o escalones de conocimiento del problema y en, también, etapas o escalones de la soluciones y sus definiciones. Esta idea se materializa en los documentos llamados, Estudios de Planificación, Estudios Previos de Soluciones, Anteproyectos, y Proyectos de Construcción. Aunque los Estudios de Planificación no suelen incluirse en los proyectos didácticos por ser multidisciplinarios e integrar saberes que trascienden lo meramente técnico con creces, conviene que los proyectos se enmarquen en ámbitos reales o no, pero verosímiles, con el fin de dar unidad y dirección a todo el trabajo. La labor del tutor en este caso es esencial.

El resto de las etapas deben estar presentes para el alumno y formar parte de su trabajo. En el ámbito del terreno, y en la redacción del anejo de geología y geotecnia, esto se traduce en unos contenidos diferentes para cada etapa como así ocurre en el campo profesional. Por ejemplo la precisión de los estudios, la fotointerpretación, escalas de los mapas geológicos elaborados o los ensayos y campañas de sondeos y geofísica serán muy diferentes en unas etapas.

Integración de los estudios del terreno con el resto de la ingeniería

Dado que el proyectar no es un proceso lineal, sino que se trata de una aproximación desde diferentes campos de la ingeniería civil y con diferentes grados de profundidad, los anejos relacionados con el terreno, poseen también estas características. No es, pues, lo mismo un anejo de una obra lineal que un proyecto de túnel o de una presa. Esta aproximación tipoló-

I. Menéndez-Pidal de Navascues, A. Lomoschitz Mora-Figueroa, M.A. Franesqui García, J. I. Jiménez López^d, E. Sanz Pérez^e

gica y “en espiral” hace que los contenidos en el ámbito del terreno varíen también doblemente: por su tipología y por su etapa proyectual.

Por tanto, es complejo dar pautas unívocas y que sirvan como modelo único. Sin embargo, es posible una aproximación genérica que puede particularizarse para cada caso en función de los condicionantes ya mencionados.

Alcance del estudio del terreno para los TFT

El reconocimiento del terreno en los proyectos de ingeniería civil se efectúa en distintas fases que son las siguientes, que pueden generalizarse para cualquier infraestructura como: Estudios de Planificación, Estudio Previo de Soluciones, Anteproyecto y Proyecto de Construcción.

Como norma general, los reconocimientos del terreno se realizan en fases de precisión creciente y el grado de detalle que se requiere depende del objetivo que se pretende. Así ocurre en el mundo profesional, como por ejemplo en las prescripciones sobre este alcance en las diferentes fases en proyectos de carreteras (Ministerio de Fomento, 2003: 31-71).

Dadas las limitaciones de tiempo y de medios materiales propios de un TFT de un Grado en Ingeniería, se suelen redactar Estudios Previos de Soluciones y Proyectos de Construcción, o bien directamente Proyectos de Construcción, con un nivel de detalle en función de la tipología y del tutor. No obstante, algunos apartados pueden llegar a profundizar o desarrollarse más. Por ejemplo, tomando en consideración la Guía de cimentaciones en obras de carretera (Ministerio de Fomento, 2003: 31-32); según la práctica habitual, el alcance del reconocimiento del terreno en los estudios informativos, con nivel de anteproyectos, debe ser suficiente para definir los siguientes extremos:

- Delimitación de los macizos rocosos y formaciones geológicas a atravesar.
- Análisis general de la estabilidad de las laderas antes, durante y después de la obra.
- Localización de las formaciones que pudieran dar lugar a dificultades geotécnicas más o menos graves: suelos blandos, subálveos superficiales, marismas, terrenos cársticos, terrenos expansivos o colapsables, suelos salinos, agresivos, dispersivos, licuefactables, etc.
- Estimación global de la posibilidad de reutilización de los terrenos naturales obtenidos de la excavación de desmontes en la construcción de rellenos (terraplenes, pedraplenes, todounos y escolleras). Además, se deben definir los materiales de cada parte del relleno (cimiento, núcleo, espaldones y coronación), su geometría, así como los medios y procedimientos para su compactación.
- Delimitación de zonas homogéneas de suelos utilizables para la explanada.

Didáctica en los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de ingeniería civil: bases metodológicas

- Evaluación de los materiales y yacimientos disponibles para las capas de firme.

Una vez definido el corredor de trazado, y con esta información, debe ser posible avanzar los siguientes datos del proyecto de las cimentaciones:

- Encaje en el trazado, selección del tipo estructural y predimensionamiento de estructuras y obras de fábrica necesarias (puentes, muros y obras de drenaje).
- Tipo de cimentación, superficial o profunda, en las obras de fábrica.
- Tipo de cimentación de los terraplenes y tratamiento previo del terreno. En su caso, en terrenos blandos, se recomienda determinar el espesor de los mismos con una precisión mínima del 20%.

Base metodológica para elaborar los anejos de geología y geotecnia

Para la redacción de los anejos de Geología y Geotecnia (y los apartados de la Memoria descriptiva) se proponen cinco tareas básicas que varían su alcance en función de la naturaleza del proyecto:

- (1) Recopilación y estudio de información previa.
- (2) Trabajos de campo.
- (3) Obtención de parámetros geotécnicos.
- (4) Estudio de Canteras y Vertederos
- (5) Índice del anejo de Geología y Geotecnia, contenidos necesarios.

Recopilación y estudio de información previa

En esencia consiste en la búsqueda y consulta de documentación cartográfica y escrita que pudiera resultar de utilidad. Permite ordenar la información disponible al comienzo de los trabajos y plantear correctamente las demás tareas, según el tema del proyecto. Deben obtenerse de las siguientes fuentes:

- Cartografía topográfica de la zona: E. 1:10.000 o mayor.
- Ortofotos disponibles
- Modelos digitales del terreno (MDT) con visualizador.
- Comentarios a las hojas geológicas y geotécnicas del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) a escala 1/200.000, la cartografía geológica del Anteproyecto, si existiera, sus sondeos y calicatas y las conclusiones de la Geología.
- En el caso de que no existan documentos geológicos previos, hay que consultar planos geológicos del IGME a escala 1/200.000 y Planos geológicos a escala

I. Menéndez-Pidal de Navascues, A. Lomoschitz Mora-Figueroa, M.A. Franesqui García, J. I. Jiménez López^d, E. Sanz Pérez^e

1/50.000 si los hubiera, así como la información contenida en publicaciones oficiales como los Estudios Previos de terrenos del Ministerio de Fomento.

- Mapas Geológicos (hojas y memorias): E. 1:25.000 ó 1:50.000 [IGME (Instituto Geológico y Minero de España): www.igme.es].
- Mapas, ortofotos y fotos antiguas.
- Información hidrológica (red y cuencas hidrográficas, caudales) e hidrogeológica (parámetros de las unidades hidrogeológicas, niveles freáticos)
- Localización de yacimientos y canteras de interés.
- Información geológica y geotécnica de proyectos y obras próximas.
- Si se ha realizado un Estudio Previo de Soluciones y/o Anteproyecto, las conclusiones obtenidas deberán ser punto de partida para la redacción del anejo.

Trabajos de campo

Tienen como objetivo hacer un reconocimiento visual de la zona del proyecto, contrastar la información previa y hacer una descripción de los materiales geológicos q del emplazamiento de la obra. Básicamente, hay que realizar tres tipos de tareas:

- a) Visitar el emplazamiento del proyecto.
- b) Identificar las rocas y suelos.
- c) Identificar zonas problemáticas.

Recorrido del emplazamiento.

Consiste en seguir una visita “imaginaria” por donde discurrirá o se emplazará el proyecto. Conviene hacerlo al menos en dos fases. En una primera fase se realiza un recorrido rápido “de situación”, buscando elementos de referencia en el terreno e identificándolos en un mapa, cuyo objetivo es ubicar el proyecto en el terreno, dentro de unos límites aproximados. Una segunda fase, más detenida, se destina a reconocer los elementos del territorio que intervendrán en el proyecto, ya sean construcciones, conducciones, servicios y zonas urbanas, así como elementos naturales (montes, barrancos, vegetación, etc.) que configuran el paisaje. En general, se recomienda que al menos una vez el alumno pueda visitar la zona in situ, si ello fuera posible.

Identificación de rocas y suelos

Habitualmente consiste en un reconocimiento de la superficie del terreno, que se concentra en aquellos puntos o zonas de afloramiento donde el subsuelo queda expuesto. Como punto de partida, los mapas geológicos del IGME (Instituto Geológico y Minero de España) dan

Didáctica en los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de ingeniería civil: bases metodológicas

información valiosa de los materiales geológicos principales de cada zona. Por ello, es muy conveniente hacer una lista de los materiales que figuran en el mapa y anotar una breve descripción a partir de los textos de la memoria de cada hoja geológica.

No obstante, hay un problema inevitable que proviene de la escala (1:25.000 ó 1:50.000) y que impide representar todos los materiales en un mapa geológico. Por ejemplo, un tramo de carretera de 500 m queda representado en tan sólo 2 cm de mapa a una escala 1:25.000. La experiencia dice que en 500 m los suelos y rocas suelen variar notablemente, en su tipo y estado, lo que repercute en su diferente comportamiento geotécnico. Por lo tanto: por un lado, es lógico que no haya una equivalencia exacta entre el mapa geológico y el terreno y, por otro lado, la información que aporta el mapa geológico debe ser contrastada en el campo, adaptada a la escala de los planos de proyecto. Las escalas más usuales en Estudios previos e informativos son 1:10.000 y 1:5.000. En la práctica, se emplean escalas mayores (1:2.000 y 1:1.000) si se trata de fases del proyecto más avanzadas (de trazado o de construcción).

Además, la realización de mapas geológicos para proyectos es tarea propia de geólogos y requiere gran experiencia. Por ello, se propone un método de trabajo asequible al nivel de un TFT, con dos tareas: 1ª) Editar una porción del mapa geológico general, seleccionando la zona de terreno del proyecto con amplios márgenes alrededor del ámbito del proyecto, y adjuntar la escala gráfica, coordenadas y la leyenda geológica lo más completa posible. 2ª) Hacer un reconocimiento específico de las rocas y suelos presentes en la zona tutorizado por el profesor en la medida de lo posible.

En lo referente a las rocas, a medida que se vayan encontrando zonas expuestas (afloramientos) se irán describiendo los diferentes tipos de rocas y se les debe asignar un nombre ⁽¹⁾.

En cuanto a los suelos, son generalmente formaciones geológicas superficiales y deben distinguirse los suelos naturales (residuales o sedimentarios) ⁽²⁾ y los suelos artificiales o rellenos ⁽³⁾.

¹ Los diferentes tipos de rocas pueden consultarse en manuales de Geología (Pozo Rodríguez, González Yelamos y Giner Robles, 2003: 47-82; López Marinas y Lomoschitz, 2013: 177-337). De forma sucinta, el CTE DB SE-Cimientos (Ministerio de Fomento, 2006:114) incluye una clasificación de rocas en la Tabla D.4 y la Guía GETCAN-011 (Gobierno de Canarias, 2011:83-85) muestra una clasificación de los materiales volcánicos, en su apéndice 1.

² Los suelos residuales provienen de la alteración de las rocas y constituyen la cobertera de tierra vegetal. Los suelos sedimentarios son de origen diverso y forman depósitos aluviales (de ríos, arroyos o barrancos), costeros (de playas y acantilados), lacustres (de lagos), eólicos (de dunas) y glaciares (morrenas).

³ Los suelos artificiales (antrópicos) pueden ser: rellenos controlados (terraplenes, pedraplenes, escolleras, etc.) o rellenos no controlados (escombreras, vertidos de canteras o industriales, basureros, etc.). Conviene diferenciar unos de otros, pues los rellenos no controlados tienen un comportamiento geotécnico peligroso.

I. Menéndez-Pidal de Navascues, A. Lomoschitz Mora-Figueroa, M.A. Franesqui García, J. I. Jiménez López^d, E. Sanz Pérez^e

Identificación de zonas problemáticas

A lo largo de la traza o zona de proyecto deben identificarse:

- Zonas de taludes inestables, que están afectados por desprendimientos o deslizamientos de importancia.
- Zonas afectadas por erosión superficial intensa de escorrentía (concentrada o difusa), con arrastre y acumulación de sedimentos.
- Zonas con manantiales, surgencias de agua o nivel freático poco profundo.
- Zonas proclives al estancamiento de aguas y zonas inundables en caso de lluvias intensas.
- Tramos de carretera con grietas o hundimientos importantes del firme actual.
- Obras de drenaje o estructuras con fallos visibles en la cimentación.
- Otras zonas problemáticas de interés.

Una vez detectadas, cada zona problemática debe: 1) situarse en un mapa; 2) ser descrita de forma sucinta; 3) fotografiarse; y 4) hacer una evaluación preliminar de la peligrosidad.

Como resultado de los trabajos de campo, como mínimo debe obtenerse:

- Una lista de las rocas presentes en la zona, con una breve descripción de cada tipo.
- Una lista de los suelos presentes en la zona, con una breve descripción de cada tipo.
- Una relación de los principales taludes con inestabilidades (preferiblemente una ficha con la información de cada talud).
- Una relación de otras zonas problemáticas, si las hubiera.

Obtención de parámetros geotécnicos

Los parámetros geotécnicos (Tabla 2) son necesarios principalmente para el cálculo de cimentaciones de las estructuras de un proyecto. Las más comunes son: edificaciones, puentes y obras de paso, estructuras de contención, obras de drenaje, conducciones hidráulicas, depósitos y silos.

Tabla 2. Parámetros geotécnicos básicos de suelos y rocas empleados para el cálculo de cimentaciones de estructuras y para Geotecnia vial.

Didáctica en los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de ingeniería civil: bases metodológicas

	Suelos	Rocas
Cimientos de estructuras	Pesos específicos Cohesión Angulo de rozamiento interno Módulos de deformación Coeficiente de Poisson	Pesos específicos Resistencia a compresión simple Fracturación (RQD, RMR, Q) Módulo de Young
Geotecnia vial	Pesos específicos Cohesión Angulo de rozamiento interno Módulos de carga con placa CBR	Pesos específicos Resistencia a compresión simple Fracturación (RQD, RMR, Q) Módulo de Young

Fuente: Elaboración propia⁴

En un segundo grupo están otras de mayor complejidad: túneles y cavernas, embalses y presas, y las propias de obras portuarias. Además, la geotecnia vial (de carreteras y ferrocarriles) utiliza parámetros del terreno de cimiento, de los taludes excavados y de los rellenos estructurales (terraplenes y pedraplenes).

Salvo excepciones, para un TFT es difícil realizar todos los ensayos geotécnicos que serían necesarios para obtener estos parámetros geotécnicos. Por ello, se suelen emplear parámetros orientativos provenientes de guías o manuales técnicos y que permiten hacer cálculos estimativos.

Por ejemplo, pueden consultarse:

- Guía de cimentaciones en obras de carretera (Ministerio de Fomento, 2003: 36-37), tablas 3.1 y 3.2.
- Código Técnico de la Edificación DB-SE-C Cimientos (Ministerio de Fomento, 2006: 120-123), tablas D.23, D.24, D.26, D.27 y D.29.

Índice del anejo de Geología y Geotecnia, contenidos necesarios.

Aunque se ha propuesto por algunos de los autores de este trabajo (Lomoschitz, A., Jiménez, J.R., Franesqui, M.A., 2014) un elaborado índice de lo que debiera recoger el anejo de Geología y Geotecnia, la aportación de otros puntos de vista en otras Escuelas como por ejemplo la de Caminos de Madrid, permite incidir en otros aspectos sin menoscabo a los ya propuestos en el mencionado trabajo.

I. Menéndez-Pidal de Navascues, A. Lomoschitz Mora-Figueroa, M.A. Franesqui García, J. I. Jiménez López^d, E. Sanz Pérez^e

Nuestra aportación incide en tres circunstancias que se han experimentado en la Escuela de Caminos de Madrid:

1. La realidad de que los TFT abarcan tipologías más variadas que las obras lineales dentro de la enorme limitación que suponen la formación en programas de grado.
2. La necesidad, inherente al proceso de diseño ingenieril de una obra, de relacionar dicho anejo con el resto de los mismos y con el fin último de un proyecto. Esto es, la utilidad de dicho anejo.
3. La limitación de tiempo y medios de un alumno de grado que ha de trabajar en varios frentes académicos a la vez.

Aquí proponemos por tanto:

1. Para los puntos 1 y 2 anteriores que el índice general propuesto (Lomoschitz, A., Jiménez, J.R., Franesqui, M.A., 2014) y de carácter orientativo; sea completado con los medios de que dispone el alumno, buscando la información tutorizadamente.
2. Con respecto al punto tercero es conveniente la redacción de unas Conclusiones del Anejo de Geología y Geotecnia. Los resultados obtenidos deberán ser relacionar las cualidades de suelos o rocas con los elementos estructurales del proyecto (cimientos, muros, taludes, explanaciones, túneles, excavaciones...). El resumen, conciso y claro, mediante una descripción completa de todas las zonas investigadas y de todos los trabajos realizados incluyendo cuadros, croquis, fotografías y resúmenes de datos para una mejor integración con el resto de los anejos del proyecto, deberá recoger las conclusiones finales más importantes.

Conclusiones

En este artículo se plantea la necesidad de elaborar adecuadamente los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de Ingeniería Civil.

Se considera que el alcance (o nivel de desarrollo) que deben tener estos anejos, para un nivel de estudios de Grado, debe ser equivalente al de un Estudio previo (o incluso Estudio informativo) de los proyectos profesionales de ingeniería civil.

En esta ponencia se ha pretendido proporcionar una guía para tutores y estudiantes que resuelva la carencia existente. De la experiencia (docente y aplicada) se han propuesto cuatro tareas básicas y un índice-guía con ocho capítulos para la elaboración de un Anejo de Geología y Geotecnia. De las tareas básicas debe destacarse:

- La importancia de una adecuada recopilación de datos, de estudios previos fiables y la selección de fuentes de información contrastadas.
- En los trabajos de campo, es esencial: a) recorrer la traza o zona de proyecto, mediante itinerarios de campo, al menos en dos fases: una general y otra de detalle,

Didáctica en los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de ingeniería civil: bases metodológicas

por tramos; b) identificar bien los distintos materiales (suelos y rocas) y describirlos adecuadamente; y c) identificar los problemas geotécnicos que pudieran presentarse.

- En la obtención de parámetros geotécnicos deben diferenciarse los datos reales, provenientes de ensayos de laboratorio e in situ, para ese proyecto u obras cercanas; de los datos orientativos, que se obtienen de tablas publicadas o referencias técnicas fiables.
- El índice del anejo de Geología y Geotecnia debiera recoger la variabilidad tipológica de proyectos y la interacción con el resto del proyecto.

Por último, se pretende hacer partícipes a profesores y alumnos de ingeniería civil de estas ideas, de manera que con sucesivas mejoras, pueda constituir una guía metodológica.

Referencias

- AENOR, UNE 157001-febrero 2002, Criterios generales para la elaboración de proyectos (2002).
- Código Técnico de la Edificación DB SE-Cimientos, Ministerio de Fomento, (2006).
- Guía de cimentaciones en obras de carretera, Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras, (2003).
- Guía para la planificación y realización de estudios geotécnicos para la edificación en la Comunidad Autónoma de Canarias, GETCAN-011, Gobierno de Canarias, (2011).
- Lomoschitz, A., Jiménez, J.R., Franesqui, M.A. (2014). *Ideas sobre una guía metodológica básica para la redacción de los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de ingeniería civil*. CUIEET 2014. XXIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. 15 pp.
- López Marinas, J.M., Lomoschitz, A. (2013). *Geología aplicada a la ingeniería civil*, Ed. El Duende, Madrid.
- Pozo Rodríguez, M., González Yélamos, J., Giner Robles, J., (2003). *Geología Práctica: Introducción al reconocimiento de materiales y análisis de mapas*, Pearson Educación, S.A., Madrid.
- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, (2007).
- Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, (2010).
- ULPGC-EIIC, (2013a). *Reglamento para la Realización y Evaluación de Trabajos Fin de Título de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la ULPGC*
- ULPGC-EIIC, (2013b). *Guía Metodológica para el Trabajo de Fin de Título*

Evaluación y Calificación en Grupo de Laboratorio de Matemática Computacional

Belén García-Mora^a y Jose A. Morano^b

^aDepartamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, magarmo5@mat.upv.es,

^bDepartamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, jomofer@mat.upv.es.

Abstract

Current methodologies involve personal and group intervention by students leading to consider new approaches in the evaluation methods maintaining the relationship with the learning objectives that must cover the subjects of the degree courses.

We intend to show an innovation made in the form of oral presentations evaluating the group work in the course of Computational Mathematics Laboratory of the first year in the Degree of Electronic Engineering and Automation. This evaluation will consider both the teacher's qualification as those made by each of the group members. It is desirable this cooperative attitude and responsibility of all team members and convey the message that each of them is responsible for work done both against their partners as to the teacher.

The evaluation method used is presented in detail and also the results obtained. Subsequently, the opinion of the students about this change in the evaluation of group work will be exhibited.

Keywords: *group evaluation, cooperative evaluation.*

Resumen

Las metodologías actuales implican una intervención personal y grupal por parte de los alumnos lo que lleva a considerar nuevos enfoques en los métodos de evaluación manteniendo la relación con los objetivos de aprendizaje que deben cubrir las asignaturas de las titulaciones de grado.

Se pretende mostrar una innovación realizada en la forma de evaluar las presentaciones orales de los trabajos realizados en grupo en la asignatura de Laboratorio de Matemática Computacional de primer curso en la titulación de Grado en Ingeniería Electrónica y Automática. En esta evaluación se

Evaluación y Calificación en Grupo de Laboratorio de Matemática Computacional

consideran tanto la calificación del profesor como las aportadas por cada uno de los miembros del grupo. Se pretende reforzar la actitud de colaboración y responsabilidad de todos los miembros del equipo y transmitir el mensaje de que cada uno de ellos es responsable del trabajo realizado tanto frente a sus compañeros como ante el profesor.

Se presentará detalladamente el método de evaluación utilizado. Posteriormente se expondrá la opinión de los alumnos sobre este cambio en la evaluación de los trabajos en grupo.

Palabras clave: *evaluación grupal, evaluación cooperativista.*

1. Introducción

Desde el curso 2010-2011 se viene impartiendo la asignatura optativa de *Laboratorio de Matemáticas Computacional* de 6 créditos en la titulación de Grado en Ingeniería Electrónica y Automática en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. Dicha asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre de primer curso en dicha titulación de grado cuando ya el alumno ha adquirido ciertos conocimientos de Matemáticas I durante el primer cuatrimestre.

Los alumnos matriculados en dicha asignatura han de adquirir las siguientes competencias:

- Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
- Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

En consecuencia, desde el comienzo de la asignatura, tanto la metodología empleada como el sistema de evaluación actual ha estado planteado para que el alumno tome desde el principio una posición activa en el aprendizaje de dicha asignatura con el fin de adquirir dichas competencias. A continuación se describe los antecedentes de la asignatura (metodología) y el sistema de evaluación, objeto de este análisis.

Belén García-Mora y Jose A. Morano

1.1. Antecedentes de la asignatura

Esta asignatura de 6 créditos consta de dos sesiones semanales de 120 minutos cada una. En ellas el profesor realiza la explicación de *teoría y prácticas de aula* con el software MATLAB. El alumno asiste a la explicación por parte del profesor escribiendo los comandos de dicho *software* que posteriormente necesitará para efectuar los problemas planteados en las *práctica de laboratorio* al final de cada sesión.

Como la asignatura consta de 8 temas, en la finalización de cada uno de ellos, el alumno tiene que realizar una prueba en la plataforma *Poliformat* para poder ser evaluado individualmente y así constatar todos los conocimientos adquiridos de las 8 unidades que tiene la asignatura. Es un examen escrito estructurado con diversas preguntas o *items* en los que el alumno no elabora la respuesta, sólo ha de señalarla o completarla con elementos muy precisos. Corresponde con el 40% de la asignatura.

Al finalizar el cuatrimestre el alumno realiza un examen de la asignatura. Es una prueba corta, cronometrada, efectuada bajo control, en la que el alumno construye su respuesta. Se les concede el derecho a consultar material de apoyo: libros, apuntes de los diversos problemas que han ido realizando al finalizar cada sesión así como cada una de las 8 pruebas realizadas en *Poliformat*. Corresponde con el 45% de la asignatura.

El año pasado ya se comenzó con algún cambio en el proceso de evaluación relacionado con la presentación oral de algún tipo de trabajo por parte del alumno relacionado con aplicaciones de la asignatura. El trabajo podía ser expuesto de manera individual o a lo sumo por un equipo formado por dos personas. El profesor evaluaba el trabajo expuesto que corresponde con el 15% de la asignatura.

Este año se ha querido introducir diversos cambios en el trabajo de exposición así como en la metodología de evaluación del mismo. Se describe a continuación en la siguiente sección.

2. Objetivos

El principal objetivo ha consistido en que alumnos agrupados en grupos de 3 desarrollen un trabajo breve y sencillo relacionado con la asignatura, que sea explicado mediante el software de esta asignatura (MATLAB), que corresponda con alguna aplicación al mundo real donde pongan en práctica algunos de los conceptos analizados durante el curso. La exposición se realizará de manera breve, sencilla y esquemática por todos los miembros del equi-

Evaluación y Calificación en Grupo de Laboratorio de Matemática Computacional

po, condición indispensable. Durará un máximo de 25 minutos y se dejará 5 minutos para posibles preguntas.

Para ello el profesor ofreció a los alumnos unos temas a elegir que posteriormente tendrán que exponer. Cada grupo eligió libremente dos temas (condición del profesor) de un libro recomendado por éste en el cuál se detallaban numerosas aplicaciones de este software aplicado a la vida real (Moler, 2011).

Con esto lo que se pretende es que cada uno de los alumnos aprendan del resto de sus compañeros, en la manera de exponer, en el tema que aportan así como ir preparando para sucesivas exposiciones orales en el título de grado y posteriormente en su futuro trabajo. Nos resultó interesante proponer este tipo de trabajos de exposición oral porque pensamos que es un método didáctico más, para lograr un determinado aprendizaje (adquisición de conocimientos, habilidades, competencias). Otra buena razón es que los alumnos aprendan a trabajar en equipo (a organizarse, a colaborar, a compartir, etc.).

3. Desarrollo de la innovación

En esta sección se describe la metodología de evaluación del trabajo grupal. Este sistema consiste en la evaluación mutua de todos los miembros del equipo. Es un sistema basado en el reparto de puntos en función de la contribución de cada miembro del equipo y está descrito en (Morales, 2008). El profesor explica los criterios para evaluar su contribución a la tarea grupal así como los procedimientos para la concreción de las calificaciones individuales.

Tabla 1. Ejemplo de calificación grupal entre 3 alumnos

	Alumno A	Alumno B	Alumno C	Total
Alumno A	9	9	6	24
Alumno B	10	8	6	24
Alumno C	9	7	8	24
Media profesor	9.3	8	6.7	24

Para ello se muestra a continuación un breve ejemplo de la consistencia del reparto de puntos en función de la contribución de cada miembro del equipo. Supóngase que el trabajo expuesto por parte del equipo de tres alumnos ha merecido por parte del profesor una calificación de 8 puntos. Como son 3 miembros el grupo tiene un total de 24 puntos por el traba-

Belén García-Mora y Jose A. Morano

jo expuesto. Entonces, cada alumno realiza la distribución de esos 24 puntos en privado, posteriormente los envía al profesor y éste finalmente calcula la media. En la Tabla 1 se puede apreciar en qué consiste dicha metodología mediante un ejemplo.

Así el alumno A dispuso 9 puntos del total de 24 para él mismo, otros 9 puntos para el alumno B y únicamente 6 puntos para el alumno C. De la misma forma se puede interpretar en qué medida el alumno B y C realizaron el reparto de los 24 puntos. La última fila corresponde a la calificación media que extrajo el profesor para cada alumno a partir de los datos por columnas. El alumno C es el que menos nota merece en opinión de sus otros dos compañeros.

Con este tipo de evaluación se pretende que los propios miembros de un grupo analicen en el resto de compañeros de grupo el grado de implicación, actitud y trabajo en el equipo. Se pretende que sean autocríticos consigo mismos y con el resto de miembros del equipo.

4. Resultados

Se formaron grupos de tres miembros cada uno. Después de la exposición oral, el profesor asignó la puntuación a cada grupo y cada miembro calificó en privado al resto de sus compañeros de equipo. Después, tal como se ha descrito en la sección anterior, el profesor calculó la nota media para cada uno de ellos. En esta ocasión los miembros de los equipos acordaron repartirse los puntos de una manera totalmente equitativa. En ese caso todos los miembros del equipo tendrán la misma calificación que no es más que la asignada por el profesor a la tarea en un principio. En la Tabla 2 se muestra a continuación el reparto de puntuaciones que uno de esos grupos realizó. El profesor asignó un 8 a la tarea que multiplicado por 3 miembros resultaba 24 puntos a repartir entre ellos.

Tabla 2. Calificaciones del grupo 1 entre sus 3 miembros.

	Alumno A	Alumno B	Alumno C	Total
Alumno A	8	8	8	24
Alumno B	8	8	8	24
Alumno C	8	8	8	24
Media profesor	8	8	8	24

Tal como se muestra en la tabla precedente el reparto de puntos entre los tres miembros resultó totalmente equitativo, debido en parte a que la distribución del trabajo entre los miembros del grupo fue desde el comienzo también equitativa y ellos mismos manifestaron

Evaluación y Calificación en Grupo de Laboratorio de Matemática Computacional

que habían trabajado por igual y que la coordinación entre ellos había sido muy buena. Quizá, lo ideal hubiera sido un resultado no tan equitativo para calificar y evaluar el “cómo se trabaja y cómo se colabora” que no suele ser tan equilibrado para intentar transmitir el mensaje de que en los trabajos realizados en grupo todos los miembros son responsables frente al resto de sus compañeros además de frente al profesor. Con este método los tres miembros reflejan haber sido igualmente responsables y colaboradores al haber acordado ellos hacer un reparto equitativo de las puntuaciones, pero, sin embargo, si en el grupo hay un alumno que se merece una mejor/peor nota, ésta no se le asigna.

Al término de la evaluación grupal y cuando el alumno ya es conocedor de su calificación media por parte del profesor se procede a la contestación de un *sondeo* en la plataforma *Poliformat*, lo que permite realizar consultas a los alumnos de manera totalmente anónima. En nuestro caso, se procedió al planteamiento de una serie de cuestiones con el objeto de conocer el *grado de satisfacción* de este sistema de evaluación grupal. Dichas cuestiones se describen a continuación:

- **Pregunta 1:** ¿te han parecido interesantes los temas elegidos para realizar el trabajo en grupo?.
- **Pregunta 2:** ¿te han parecido interesantes los temas expuestos por el resto de grupos?.
- **Pregunta 3:** ¿consideras que has trabajado más que tus dos compañeros en la realización de este trabajo?.
- **Pregunta 4:** la realización del trabajo en grupo, ¿te ha supuesto un avance más en la asignatura?.
- **Pregunta 5:** ¿te ha parecido interesante o adecuado el sistema de evaluación aplicado al trabajo?.
- **Pregunta 6:** con este sistema de evaluación cooperativista, ¿consideras justa tu nota obtenida en el trabajo de grupo?.
- **Pregunta 7:** ¿aumentarías el peso de este trabajo en la evaluación final (actualmente representa un 15%)?.
- **Pregunta 8:** con la realización de este trabajo grupal ¿cómo te sientes de identificado con las competencias de la asignatura?.

Los alumnos respondieron a cada una de las preguntas anteriores con las opciones:

- Muy de acuerdo.
- De acuerdo.
- Bien.
- Regular.
- No demasiado de acuerdo.
- En desacuerdo totalmente.

Belén García-Mora y Jose A. Morano

De esta forma en sus respuestas manifestaron el nivel de satisfacción con el método de evaluación grupal. En la Tabla 3 y la Tabla 4 se pueden ver los resultados:

Tabla 3. Resultados del sondeo correspondientes a las preguntas 1, 2, 3 y 4.

	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
Muy de acuerdo	56%	44%		22%
De acuerdo	33%	44%		44%
Bien	11%	11%		22%
Regular				
No de acuerdo			22%	11%
En desacuerdo total			78%	

Tabla 4. Resultados del sondeo correspondientes a las preguntas 5, 6, 7 y 8.

	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8
Muy de acuerdo	22%	78%	33%	11%
De acuerdo	56%	11%	44%	33%
Bien	11%	11%		33%
Regular				11%
No de acuerdo	11%		11%	11%
En desacuerdo total			11%	

A la vista de los resultados se concluyen fundamentalmente dos cuestiones:

- Los alumnos les ha parecido interesante la realización y exposición de un trabajo al finalizar la asignatura: por los temas elegidos por parte de cada grupo y por el resto de compañeros (preguntas 1 y 2), por el grado de implicación en el trabajo (pregunta 3) y por la adquisición de nuevos conocimientos por cuenta ajena (pregunta 4), así como el nivel de satisfacción manifestado con la identificación de las competencias básicas de la propia asignatura (pregunta 8).

En efecto el 56% manifestaron que los temas elegidos les resultaron interesantes y al 44% les parecían también interesantes los temas elegidos por el resto de grupos. El 78% no está en absoluto de acuerdo con el hecho de haber trabajado más que el

Evaluación y Calificación en Grupo de Laboratorio de Matemática Computacional

resto de sus compañeros, con lo cual ha habido un reparto equitativo del trabajo entre ellos. Finalmente el 89% manifiesta un grado positivo (bien-muy de acuerdo) en cuanto a que este trabajo le ha supuesto un avance más en la asignatura mientras que un 77% manifiesta también un grado positivo (bien-muy de acuerdo) en cuanto a la identificación y adquisición con las competencias básicas de la asignatura.

- Los alumnos manifiestan un alto grado de satisfacción con el sistema de evaluación aplicado al trabajo (pregunta 5), así como la nota obtenida en este tipo de nueva evaluación (pregunta 6) e incluso algunos hasta aumentarían el peso de este trabajo en la evaluación final que actualmente representa un 15% de la asignatura (pregunta 7).

En efecto el 56% estuvieron de acuerdo con el sistema de evaluación propuesto e incluso el 78% consideró muy justa su nota obtenida mediante esta metodología. en el trabajo de grupo?. Por otro lado, en cuanto a si aumentarían el peso de este trabajo en la evaluación final hay más diversificación en la respuesta.

5. Conclusiones

El nivel de satisfacción de este trabajo de calificación grupal ha sido relativamente alto. Los alumnos han manifestado su acuerdo con los temas expuestos, con el sistema de evaluación así como la identificación con las competencias básicas de la asignatura. Con estos resultados este sistema de evaluación volverá a ser repetido el año próximo.

El reparto de puntos por cada miembro de cada equipo fue totalmente equitativo, debido en parte a que la distribución del trabajo entre ellos fue también equitativa y ellos mismos manifestaron que habían trabajado con coordinación, con una correcta división del trabajo, que uno no había trabajado más que el resto. De ahí las puntuaciones asignadas por ellos mismos.

Notar que este trabajo fue realizado en tres semanas, periodo relativamente corto para que todos trabajen por igual y tengan una predisposición y actitud positiva del trabajo a realizar y que, en periodos más largos (un cuatrimestre como mínimo) este hecho resulta menos probable, puesto que siempre hay uno o dos miembros que trabajan más que el resto, que su sentido de responsabilidad y colaboración es mayor. Es en este ultimo caso cuando se esperaría que el reparto de puntos no resultara tan equitativo.

Belén García-Mora y Jose A. Morano

Por ello se propondrá para el año próximo un tipo de trabajo a realizar que abarque más semanas (a ser posible desde el principio del cuatrimestre), en espera de obtener esas diferencias, en cuanto a puntuación se refiere, comentadas anteriormente.

Agradecimientos: Projecte d’Innovació Docent en el Departament de Matemàtica Aplicada de la Universitat Politècnica de València (**PID-DMA 2014**).

Referencias

Moler, C. (2011). *Experiments with MATLAB*. Mathworks. < [http : //www.mathworks.com/moler](http://www.mathworks.com/moler) > [Consulta: 1 de Mayo 2015].

Morales Vallejo, P. (2008). “Estrategias para evaluar y calificar el producto del equipo: cómo diferenciar las calificaciones individuales”. En Prieto Navarro, Leonor (Coord.). *La enseñanza centrada en el aprendizaje: estrategias útiles para el profesorado*. Barcelona: Octaedro, 151-169.

El rol del profesor en las enseñanzas de grado en la Escuela Politécnica de Mondragón Unibertsitatea

Miren Itziar ZUBIZARRETA

Escuela Politécnica Superior, Mondragon Unibertsitatea. Loramendi 4, 20500

Arrasate-Mondragon. 943739719, mizubizarreta@mondragon.edu

Resumen *En esta comunicación quiere mostrarse cómo el desarrollo de competencias en la Enseñanza Superior universitaria precisa de modelos educativos diferentes. Una formación basada en el aprendizaje muestra la necesidad de utilizar metodologías didácticas activas, que ayuden a los estudiantes a abordar situaciones semejantes a las que afrontarán en los entornos de trabajo. Así mismo el rol tanto de los estudiantes como de los docentes varía, en esta comunicación quiere mostrarse la relación entre rol del docente, rol del estudiante y metodología de aprendizaje. Asumiendo que el rol de experto de una materia o una disciplina no ayuda a los estudiantes a adquirir competencias.*

Palabras Clave: *Rol del profesor, aprendizaje centrado en el estudiante, metodologías activas.*

INTRODUCCIÓN

En este documento se presenta una reflexión sobre el rol del docente como guía del aprendizaje de los estudiantes de los Grado en Ingeniería en Mondragon Unibertsitatea. El modelo educativo diseñado para el desarrollo de las enseñanzas que tiene como objetivo la formación de ingenieros en el saber, saber hacer y saber ser (DELORS & otros., 1996).

La formación para la adquisición de competencias específicas, utilizando modelos de aprendizaje activos, que simulen escenarios reales de aprendizaje, donde el protagonista del aprendizaje sea el estudiante y el docente se convierte en el que facilita que el alumno procese e interprete la información para que actúe.

Las dificultades que hemos tenido que solventar han estado relacionadas con las inercias que por parte tanto de los docentes como de los estudiantes se han dado. El cambio de rol (MONEREO & POZO, 2003) por parte de todos los agentes del proceso de enseñanza-aprendizaje es imprescindible en este nuevo escenario que vive la Educación Superior.

El rol del profesor universitario en las enseñanzas de grado en MGEP.

DE LA ENSEÑANZA DE CONTENIDOS AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS.

Teniendo en cuenta las voces que desde el propio sistema universitario apuntan a que la palabra clave es “aprender” y esta se complementa con la de enseñar, que como bien dicen son verbos que han de conjugarse juntos. Los docentes nos encontramos en una situación en la que el eje ha variado de la enseñanza al aprendizaje y esto nos preparamos a adoptar nuevos roles y utilizar nuevas estrategias para lograr acompañar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Las instituciones educativas reclaman centrar la formación en el aprendizaje de los estudiantes para así poder formar a las personas que puedan responder a los retos de la sociedad actual y sean hábiles en aprender para poder afrontar los retos de la sociedad futura. Sobre esta idea de son muchos los expertos que argumentan esta necesidad de formar a los alumnos en el aprender. Uno de los grandes retos del docente universitario es el pasar de una docencia basada en la enseñanza a otra basada en el aprendizaje (MORALES VALLEJO, 2005; ZABALZA, 2002) y es aquí cuando la figura del docente experto se transforma en el mentor, guía o tutor . El docente asume el reto de conseguir que los alumnos aprendan utilizando las estrategias necesarias para que esto ocurra.

No sólo el cambio del rol del docente es necesario para responder a los nuevos tiempos, sino también el modelo de intervención, es decir, las metodologías de aprendizaje y es aquí cuando se necesita tomar una decisión sobre el enfoque con el cual se desarrollará la intervención didáctica, bien con un enfoque centrado en el alumno, o bien un enfoque centrado en el profesor.

“En definitiva, supone un tomar una opción o enfoque tanto sobre lo que “debe saber” el alumno sobre lo que “tiene que enseñar” el profesor” (DE MIGUEL DIAZ, 1999) p: 4

La formación basada en competencias nos exige utilizar metodologías de aprendizaje que dispongan a los estudiantes a la acción. Las metodologías activas para el aprendizaje serán las que nos ayuden en el logro de la formación en competencias.

La intervención didáctica centra la formación en el aprendizaje, las actividades se diseñan en función de los resultados de aprendizaje que se esperan lograr. Y el protagonista de todas ellas es el estudiante

Estos resultados de aprendizaje están formulados en clave de acciones que el estudiante ha de saber resolver, y estas acciones están directamente relacionadas con las funciones profesionales que ha de realizar en el futuro.

Se describen las funciones profesionales que los egresados realizarán los primeros años de su vida laboral. Como ejemplo se muestran dos del Grado en Ingeniería en Organización Industrial:

23 Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2015)

El rol del profesor universitario en las enseñanzas de grado en MGEP.

- Planificar, programar y ejecutar el aprovisionamiento, el suministro y la distribución de materiales y productos. Así como dirigir la gestión de su almacenamiento.
- Definir y optimizar procesos de fabricación, resolviendo problemas, proponiendo mejoras y definiendo pautas de control.

Una vez definidas las funciones profesionales se definieron las competencias que debieran tener desarrolladas las personas que han de desarrollar tales funciones profesionales.

La función profesional “Definir y optimizar procesos de fabricación, resolviendo problemas, proponiendo mejoras y definiendo pautas de control” para poder llevarse a cabo exige de lo que denominamos competencias (en los entornos laborales) resultados de aprendizaje (en el entorno formativo) que son los que se trabajan.

- Proponer mejoras de producto
- Gestionar las No Conformidades de los clientes
- Planificar y administrar recursos (instrumentos de control y medición y detección) y pautas de control.
- Ejecutar el control de la calidad
- Coordinarse con otras áreas
- Gestionar los indicadores
- Identificar y detectar problemas
- Analizar posibilidad de resolución e implantar la más adecuada
- Relacionarse con el cliente y el proveedor de manera eficaz
- Analizar e interpretar planos y piezas

Y a partir de estas acciones que han de realizar, se identifican los conocimientos, las habilidades y las actitudes necesarias para realizar estas actividades se definen las materias y/o asignaturas que han de trabajarse así como los resultados de aprendizaje que han de lograrse tras su desarrollo.

Este diseño nos garantiza que los conocimientos, habilidades y actitudes que se trabajan en el aula están alineados con el perfil profesional que demandan las empresas industriales, organizaciones destinatarias de nuestros egresados.

Tomando en cuenta las cuestiones mencionadas y de centrar la formación en el aprendizaje, para el desarrollo de competencias específicas del ámbito de estudio; competencias metodológicas sobre el desempeño de procedimientos de trabajo; y personales que le permitan desenvolverse en un entorno colaborativo, se propone como metodología de aprendizaje central en Mondragon Goi Eskola Politeknikoa la metodología “POPBL” (Project Oriented Problem Based Learning). El objetivo del aprendizaje por proyectos es el de aprender haciendo, siguiendo unos pasos sistemáticamente (estructurando un proyecto)

23 Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2015)

El rol del profesor universitario en las enseñanzas de grado en MGEP.

los cuales nos orientan en la resolución de un problema.(ZUBIZARRETA & ALTUNA, 2009).

PROPUESTA DE DESARROLLO DE PROYECTOS

Para el desarrollo de las competencias técnicas a lo largo de los diferentes semestres se plantea un abanico de metodologías distintas, pero todas ellas basadas en la realización de un proyecto.

La figura 1, muestra la secuencia a lo largo de los semestres del grado, en el que según la autonomía de los alumnos (fruto de los aprendizajes previos) varía la dificultad y amplitud de los proyectos.

Estos proyectos se definen en base a las siguientes metodologías (FERNANDEZ, 2006).

- ✓ Método de análisis. (objetos, sistemas, procesos)
- ✓ Método de Casos
- ✓ Aprendizaje Basado en problemas (PBL problemas)
- ✓ Aprendizaje basado en Proyectos (PBL proyectos)
- ✓ Aprendizaje basado en Problemas orientados por proyectos (POPBL)

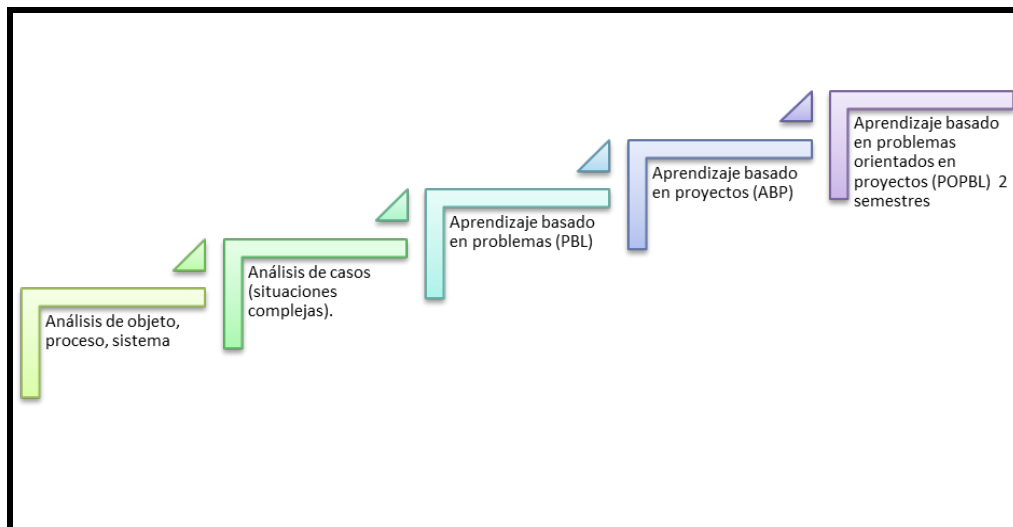


Imagen1. Secuencia de proyectos según la metodología de semestre

A continuación se explica cada uno de los modelos de proyecto que se secuencian en los grados en Ingeniería en Mondragon Unibertsitatea (ARANA, ZUBIZARRETA, MUXIKA, & ALTUNA, 2010).

23 Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2015)

El rol del profesor universitario en las enseñanzas de grado en MGEP.

Tipos de Proyectos	Características de la Tarea	Observaciones
Análisis de objeto, sistema o proceso	Proceso analítico-deductivo basado en la observación con el objetivo de tratar una información o el conocimiento, bien a cerca de los componentes, o a cerca del entorno laboral, profesional o social.	<p>Un aproximación real a “objetos” propios de la práctica profesional.</p> <p>Interacción directa con el objeto de aprendizaje.</p> <p>El acceso personal al conocimiento desde el objeto mismo de aprendizaje.</p> <p>La asimilación-integración de conocimientos.</p> <p>Una aproximación amplia/global/integral al “objeto”</p>
Método de Casos	La tarea suele estar bien estructurada , los retos son el analizar y el concluir.	<p>Analizar, identificar y describir los puntos clave constitutivos de una situación dada.</p> <p>Identificar y escoger los principios de intervención relacionados con una situación dada.</p>
PBL. Aprendizaje basado en problemas.	El problema está medio estructurado, se le dan pistas, rastros a los estudiantes. Se han de tener muchas variables en cuenta para definir el problema, y esto será un quehacer del estudiante. Las trabas que encuentre en el camino pueden ser múltiples.	<p>El alumno se involucra en la situación se pone en contexto con el problema, y se hace conocedor de distintos contextos y situaciones.</p> <p>El alumno es quien organiza e identifica las tareas.</p>

23 Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2015)

El rol del profesor universitario en las enseñanzas de grado en MGEP.

PBL. Aprendizaje basado en proyectos	El quehacer no suele estar estructurado, al alumno se le ofrece la descripción incompleta de una situación a la que llegar. El alumno define y planifica las tareas y los tiempos	Los estudiantes aprenden a estar abiertos a diferentes soluciones. Los alumnos sintetizan y evalúan conocimientos y responden al reto teniendo en cuenta las diferentes condiciones que han de cumplirse para que sea el la conclusión óptima.
POPBL. Aprendizaje basado en problemas orientados por proyectos.	El estudiante analiza el problema, plantea sus límites, investiga, diseña soluciones, seleccionan la apropiada la desarrollan, la implementan y la justifican argumentándola.	El estudiante adopta el rol de un investigador, analiza, propone soluciones y las desarrolla.

Tabla 1. Características de los distintos tipos de proyectos.

ROL DEL DOCENTE Y ROL DEL ESTUDIANTE

Es evidente pensar que si los objetivos de la formación varían de enseñar contenidos a desarrollar competencias y de las metodologías poco activas a metodologías activas, el rol tanto de los alumnos como del profesor varía. Teniendo en cuenta las características de cada una de las metodologías que nos ayudan a trabajar por proyectos observamos que el rol del docente y del estudiante varía.

Tipos de Proyectos	Rol docente	Rol estudiante
Análisis de objeto, sistema o proceso	Demandante, guía al estudiante hacia el logro de un objetivo establecido. Explicita claramente cuáles son las especificaciones que han de cumplirse.	Los alumnos experimentan situaciones y adoptan una actitud activa ante las distintas variables.

23 Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2015)

El rol del profesor universitario en las enseñanzas de grado en MGEP.

Método de Casos	Consultor, ofrece información sobre la situación. Realiza preguntas retóricas, ofrece pistas.	Los alumnos aplican los conocimientos adquiridos. Este modelo ayuda a aprender principios, leyes, normas. El análisis y la identificación de conceptos clave así como la descripción del desarrollo de la situación ayuda a construir conceptos. El alumno adopta una actitud activa
PBL. Aprendizaje basado en problemas.	Consultor, ofrece información sobre la situación. Aconseja sobre el proceso a seguir, evalúa el proceso seguido por el estudiante y también la solución propuesta al problema.	El alumno aplica la experiencia y los conocimientos de los que dispone. Aprende a tomar decisiones, convirtiéndose esta toma de decisiones en el eje fundamental del proceso de resolución del problema. El alumno es completamente activo
PBL. Aprendizaje basado en proyectos	Facilitador Presenta el problema a resolver, dota de los datos necesarios a los alumnos y desaparece. A veces aparece como un co-investigador. Ayuda a aprender no a resolver el problema.	El alumno es participativo y activo. Acepta los retos, y la complejidad de las situaciones a las que se le enfrenta. Investiga, propone soluciones y las desarrolla.
POPBL. Aprendizaje basado en problemas orientados por proyectos.	Tutor. Presenta el problema a resolver. Realiza funciones de facilitador en la búsqueda de la solución.	Propietario del proyecto. Analiza el problema, organiza su solución. Planifica las tareas, crea experimenta. Investiga y soluciona los problemas en profundidad. Es responsable del logro de los objetivos y de los resultados,

Tabla 2. Roles de los docentes y los estudiantes según los tipos de proyectos

Vemos que las metodologías más activas piden a los docentes no actuar como expertos que ofrecen la solución a los problemas, o el procedimiento para resolverlos, sino que ayuda a los estudiantes a enfrentarse a situaciones y problemas desconocidos donde tanto o más

23 Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2015)

El rol del profesor universitario en las enseñanzas de grado en MGEP.

importantes es formar a alumno en la búsqueda de la solución que en la explicación del conocimiento que resuelve el problema.

En la siguiente figura pueden observarse algunos distintos roles pueda asumir un docente según cómo está repartida la autoridad, si de forma igualitaria entre el estudiante y el docente y si utiliza las preguntas (guía del aprendizaje) como herramienta para la formación o las respuestas (experto del conocimiento). Cada rol debe estar asociado al objetivo de aprendizaje y al método con el que ese objetivo quiere lograrse.

En la figura nº2 quiere representarse cómo van evolucionando los roles de los docentes según dos variables que se representan en el gráfico. En el eje horizontal se recoge la simetría/asimetría que existe entre el estudiante y el docente, es decir si el existe una relación de personas que buscan una solución a un proyecto a problema, o personas que una de ellas, el docente, tiene el conocimiento y el saber hacer y el estudiante está expectante a las enseñanzas que este le pueda exponer. En el eje está el método que utiliza el docente para provocar en aprendizaje de alumno. Es decir si responde con la respuesta a las dudas de los estudiantes o realiza preguntas cuyas respuestas acercan a los estudiantes a los conocimientos. Realizan preguntas que están en la zona de desarrollo próximo (ZDP) (Vigotsky,1988) así el alumno va alcanzando el conocimiento.

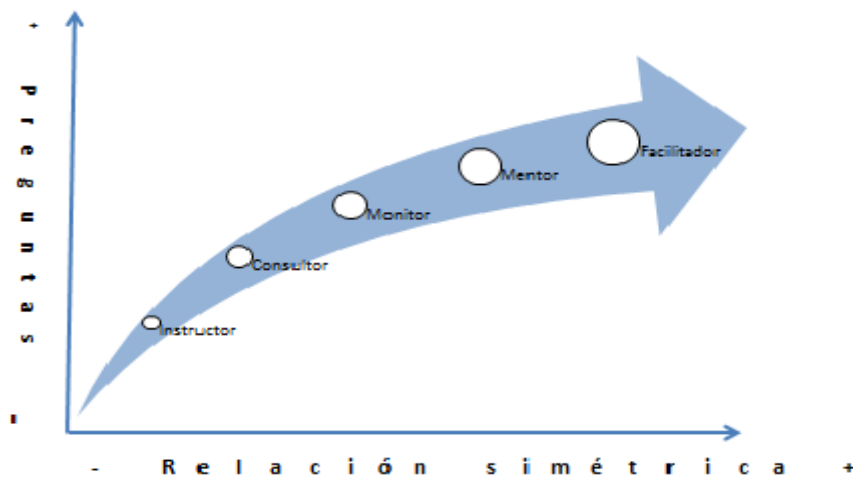


Figura 2. Roles del docente.

El rol del profesor universitario en las enseñanzas de grado en MGEP.

Conclusiones

Con este trabajo se quiere recalcar la idea de que el aprendizaje por proyectos ha de estar alineado con el perfil de los estudiantes y los objetivos de aprendizaje que quieren obtenerse. Cada metodología activa que promueve el aprendizaje por proyectos adquiere un significado y una manera de actuación concreta y ajustada a los objetivos.

Cabe decir que desde la misma manera que hay que alinear el método con los objetivos, también hemos de alinear el trabajo de los docentes y el rol que han de ejercer éstos.

Cada metodología activa bien sea por proyectos, por problemas o por ambos exige un rol diferente a cada docente, según la relación de igualdad, mayor o menor y la relación por preguntas o por respuestas que se tome como *modus operandi*, en este caso tendremos el instructor, el consultor, el monitor, el mentor o el facilitador.

Referencias bibliográficas

ARANA, N., ZUBIZARRETA, M., MUXIKA, E., & ALTUNA, J. (2010). A POPBL sequence analysis in Mondragon model. Paper presented at the 2010 workshop, Aalborg university.

DE MIGUEL DIAZ, M. (1999). Los objetivos Formativos en la Enseñanza Universitaria. In M. A. ZABALZA, F. TRILLO & A. GEWERE (Eds.), *La Calidad de Docencia en la universidad*. Santiago de Compostela: I Simposium Iberoamericano sobre didáctica universitaria 2-4 diciembre.

DELORS, J., & otros. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana. Ediciones Unesco.

FERNANDEZ, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Revista científica de la universidad de Murcia, Educatio sXXI*, 24, <http://revistas.um.es/index.php/educatio/article/viewFile/152/135>.

MONEREO, C., & POZO, J. I. (2003). La universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender para la autonomía. In C. P. MONEREO, J.I. (Ed.). Madrid: Editorial Síntesis.

MORALES VALLEJO, P. (2005). Implicaciones para el profesor de una enseñanza centrada en el alumno Retrieved 14.02.06, from www.net.upcomillas.es/innovacioneducativa/

VIGOTSKY, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Editorial Crítica, Grupo editorial Grijalbo.

ZABALZA, M. A. (2002). *La enseñanza Universitaria. El escenario y sus protagonistas*. Madrid: Narcea.

23 Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2015)

El rol del profesor universitario en las enseñanzas de grado en MGEP.

ZUBIZARRETA, M. I., & ALTUNA, J. (2009). Diseño de las titulaciones de ingeniería en base a competencias en Mondragon Unibertsitatea. La cuestión universitaria. , 5("Europa pasa por Bolonia"), 17-32.

La participación social aplicada al aprendizaje basado en proyectos. Su desarrollo metodológico en asignaturas de diseño urbano y diseño de producto

Ana Portalés Mañanós^a, M^aConsuelo Esteve Sendra^b, Maite Palomares Figueres,^c
Nuria Pascual-Seva^d

^aDpto de Urbanismo, UPV, (anporma@urb.upv.es) ^bDpto. de Dibujo, UPV, (maessen@dib.upv.es)
^cDpto. de Composición Arquitectónica, UPV, (mapafi@cpa.upv.es), ^d Dpto. de Producción Vegetal, UPV, (nupasse@prv.upv.es).

Subjects such as architecture, urban planning or design are typically practical and project based. They should therefore be approached from a perspective that brings students closer to the social praxis in which we live. This approach is fostered by taking students out of the classroom, and introducing them to the specific reality they will find in their future professional careers. This article attempts to assess how, through the project-based learning method, a positive impact is obtained by observing the environment and interacting with citizens, users of public space, or inhabitants of a village. The impact of this contribution on the results is also evaluated.

Keywords: social participation, project-based learning, teamwork, architecture, urban planning, social design

Resumen

Las asignaturas de arquitectura, urbanismo o diseño se caracterizan por su carácter práctico, así como, por la particularidad que ofrece el tratamiento de temas reales del ámbito social y urbano desarrollados mediante técnicas proyectuales. Desde ese punto de vista, en su desarrollo metodológico conviene introducir una perspectiva que aproxime al alumno hacia la praxis social y real que vivimos. Este acercamiento se favorece mediante la salida del alumno de las aulas y su contacto con los problemas reales. De este modo el estudiante se implica en buscar soluciones específicas, y descubre situaciones cercanas a las que encontrará en su futuro como profesional. Este artículo trata de valorar cómo mediante el método de aprendizaje basado en proyectos, se obtiene una repercusión positiva al incorporar en el desarrollo del este la observación del medio y la interacción con los ciudadanos. Así

La participación social aplicada al aprendizaje basado en proyectos. Su desarrollo metodológico en asignaturas de diseño urbano

también se comprueba la repercusión de esta aportación en los resultados obtenidos.

Palabras clave: *participación social, aprendizaje basado en proyectos, trabajo en equipo, arquitectura, urbanismo, diseño social.*

Introducción

El aprendizaje basado en proyectos es una metodología de trabajo activa utilizada tanto en el ámbito docente como en el profesional, para la obtención de ideas, estudios, anteproyectos etc., Este método, basado en el trabajo en equipo (en muchos casos multidisciplinar), permite obtener resultados de gran interés, rentabilizando el tiempo invertido y optimizando los resultados obtenidos (Portalés y Esteve, 2013).

Se trata de una estrategia didáctica, especialmente indicada en determinadas asignaturas de carácter práctico, en nuestro caso se aplica a materias docentes centradas en la arquitectura y el diseño urbano y rural y está basada en experiencias de aprendizaje recreadas de una situación real. En este sentido adquiere gran relevancia la incorporación de información procedente del exterior de las aulas, y más en concreto la recibida de los ciudadanos y usuarios de los espacios sobre los que se desarrollan los proyectos. Así, a la metodología docente de aprendizaje basado en proyectos, incorpora la particularidad de la participación social, como un elemento fundamental para obtener resultados adaptados a la realidad que garanticen el buen uso y la idoneidad de los espacios proyectados.

El empleo de este método en el ámbito universitario, permite al alumno un acercamiento al mundo profesional ya que se seleccionan temas de actualidad, como en estos dos casos la regeneración urbana del espacio público y la creación de huertos urbanos. De hecho, como se ha comentado, (Carrera, 2007) *“las reflexiones en torno al espacio público están vinculadas a una amplia gama de procesos, escenarios, canales, mecanismos, e instituciones; por mencionar algunos: elecciones, medios de comunicación, opinión pública, encuestas, cultura política, acceso a la información, sistema de partidos, y especialmente la participación”*, Desde este punto de vista se considera fundamental incorporar al proceso de aprendizaje la valiosa información obtenida de los principales actores del espacio público.” los usuarios”.

En el ámbito docente este método se ha aplicado en las asignaturas de urbanismo y diseño de las Escuelas de Arquitectura (ETS de Arquitectura) y Diseño (ETSID) de la Universitat Politècnica de València (España). Como ejemplos se plantean la aplicación metodológica a una asignatura de Urbanismo de la ETS. Arquitectura en la que se desarrollan proyectos de regeneración urbana de parques de pequeño tamaño en la ciudad de Valencia. Así también, se recoge como segunda experiencia con participación de la ETSID, tanto de un profesor como de un alumno, en el Taller Internacional “College of Design and Innovation Tongji University en Shanghai”, desarrollado en China. En este Workshop, la participación ciuda-

Ana Portalés, Consuelo Esteve, Maite Palomares, Nuria Pascual

dana se incorpora al proceso de proyectar huertos urbanos. Este Taller ha sido cofinanciado por la Tongji University, la ETSID y la Oficina de Relaciones Internacionales de la UPV, además de otras Universidades de India, China y Suiza. Ambas experiencias, como se ha comentado, parten del desarrollo metodológico del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), aunque incluyen en su procedimiento la aportación de la participación ciudadana como valor adicional para la obtención de resultados más ajustados a las demandas sociales actuales.

Así pues, conviene partir de los aspectos generales que caracterizan al método docente desarrollado en la asignatura URB I y en el Workshop realizado en China, así como identificar las competencias desarrolladas, para a continuación tratar los aspectos especiales y característicos de cada una de las prácticas docentes que se exponen.

Características generales del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

En base al trabajo de distintos investigadores y según se recoge en la publicación de la Dra. Lourdes Galeana de la O, se han identificado como características principales de ABP las siguientes:

Están centrados en el estudiante y dirigidos por el estudiante; Presentan una definición cronológica clara con un inicio, desarrollo y un final. El contenido es directamente observable en su entorno. Se resuelven problemas del mundo real. Favorecen la investigación. Son sensibles a la cultura local.

Por otro lado este método también responde a una serie de objetivos específicos relacionados con los estándares del currículo educativo para el siglo XXI: Se trata de productos de aprendizaje objetivos; En ellos se establece una interrelación entre lo académico, la realidad y las competencias laborales; Existe una retroalimentación y evaluación por parte de expertos; El método propicia una reflexión y autoevaluación por parte del estudiante; La evaluación se produce en base a evidencias de aprendizaje (portafolios, trabajos y correcciones continuas que van evidenciando el progreso del proyecto, etc.).

Así pues, se trata de una metodología docente basada en el aprendizaje activo, utilizando el trabajo en equipo como sistema colaborativo e interactivo entre los alumnos, y entre los alumnos y el profesor. Por otro lado el método se centra en la resolución de problemas reales de modo que el proceso de aprendizaje gira en torno al planteamiento de una situación problemática real a la búsqueda y elaboración de soluciones.

Según algunos autores, el aprendizaje basado en proyectos tiene sus raíces en el constructivismo, filosofía que enfoca al aprendizaje como el resultado de construcciones mentales en la que los seres humanos, aprenden construyendo nuevas ideas o conceptos, en base a conocimientos actuales y previos (Karlin y Vianni, 2001). De este modo se plantea a los estudiantes la resolución de problemas o la búsqueda de respuestas a cuestiones complejas para la cual deben diseñar un plan de actuación, ponerlo en práctica tomando decisiones a lo

La participación social aplicada al aprendizaje basado en proyectos. Su desarrollo metodológico en asignaturas de diseño urbano

largo de la aplicación y resolver los problemas que vayan surgiendo (Badía A .y García C.. 2006)

Los temas elegidos para el desarrollo del proyecto, son temas reales y de actualidad, ya que permiten una aproximación al trabajo profesional tanto en el campo de la arquitectura como del diseño. Su elección y complejidad responde al nivel de aprendizaje en que se encuentran los alumnos, buscando siempre temas vigentes, localizaciones existentes y con un ‘interés social’.

El alumno participa de una manera activa en el proceso de aprendizaje, aprende “haciendo”, intercambia experiencias y puntos de vista con los compañeros, adquiriendo responsabilidades. El profesor acompaña al alumno mediante la tutorización de los proyectos, aportando documentación, bibliografía y con clases de apoyo o referencia de aplicación para los proyectos. Se favorece en todo momento la retroalimentación. En este modelo de aprendizaje los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase .

Por ello, y sobre todo en las materias de diseño urbano y diseño social, resulta ampliamente productivo, la obtención de información real procedente del análisis, la observación y la relación con la ciudadanía, con objeto de introducir los datos aportados por los usuarios, que se estiman necesarios para poder abordar el desarrollo del proyecto con la garantía que da la funcionalidad después de analizar a pié de calle las necesidades existentes.

Competencias desarrolladas

El modelo de enseñanza-aprendizaje en el contexto del EEES se basa en la formación en competencias tanto específicas como genéricas. La formación basada en competencias implica integrar diversas disciplinas, conocimientos, habilidades, prácticas y valores. La integración interdisciplinar es parte fundamental de la flexibilización curricular en para formar profesionales más universales, aptos para afrontar las rápidas transformaciones de las competencias y conocimientos. El desarrollo de este tipo de trabajos que integran la componente urbana con la social facilita al alumnado la adquisición de una serie de competencias que le serán muy útiles cuando se incorporen a la vida profesional.

COMPETENCIAS GENERICAS: Comprensión e integración. Aplicación y pensamiento práctico. Análisis y resolución de problemas. Innovación, creatividad y emprendimiento.. Trabajo en equipo y liderazgo. Responsabilidad ética, medioambiental y profesional. Comunicación efectiva. Pensamiento crítico. Conocimiento de problemas contemporáneos. Aprendizaje permanente. Planificación y gestión del tiempo. Instrumental específica.

COMPETENCIAS ESPECIFICAS: Proyecto y Diseño Urbano. Capacidad de análisis de procesos sociales y políticas ambientales. Conocer la constante interacción de influencia

Ana Portalés, Consuelo Esteve, Maite Palomares, Nuria Pascual

mutua entre los diferentes procesos psicológicos individuales, grupales y sociales del ser humano y los diversos ambientes naturales construidos y sociales.

Aplicación a la asignatura cuya temática se centra en el proyecto de Regeneración urbana de Parques.

En esta asignatura el aprendizaje se basa en la realización de un proyecto de diseño urbano desarrollado en equipo. La temática del proyecto es la regeneración urbana de un parque que estando actualmente en “uso y funcionamiento”, requiere una actualización de mejora, que abarca los aspectos funcionales, medio-ambientales y de diseño. El método se aplica a los estudiantes de segundo curso de urbanismo de la ETS de Arquitectura de la UP de Valencia.

Inicialmente, los alumnos han de reconocer la importancia que tienen tanto desde el punto de vista ambiental, como social los pequeños parques que aglutinan la vida cotidiana del barrio. Podríamos decir que estos espacios son los puntos de mayor actividad social del emplazamiento, donde la gente se conoce e interacciona y donde se reúnen variados perfiles de usuarios (niños, padres, personas mayores, paseantes de perros, transeúntes, deportistas, etc)

Es evidente que los espacios libres públicos son garantes de la calidad de vida en el medio urbano; pues posibilitan el ejercicio de prácticas sociales, el esparcimiento, facilitan encuentros al aire libre y las manifestaciones de la vida urbana comunitaria que favorecen el desarrollo humano y la relación entre las personas (Ballester, 2003; de Oliveira et al., 2007). Para su uso cotidiano es imprescindible su inmediatez a la vivienda y su seguridad, pues en general, la gente usa estos espacios con menor frecuencia de lo que desearía. El estudio de la calidad de vida en las ciudades (MOPU, 1982) destaca la importancia del ajardinamiento de estos espacios como uno de los servicios públicos con mayor demanda por parte de los ciudadanos; y su existencia figura como uno de los cinco indicadores principales obligatorios para la sostenibilidad de las ciudades europeas (Expert Group on the Urban Environment, 2001).

En el contexto social se han incorporado los principios de sostenibilidad y de participación ciudadana, de modo que el trabajo de Speller y Ravenscroft (2005) sugiere que los beneficios que proporcionan los espacios verdes públicos se distribuyan equitativamente entre los diferentes grupos sociales de la ciudad y que esos grupos participen de forma activa en los planes de asignación y diseño de áreas verdes urbanas, lo que repercutiría favorablemente en la calidad de las instalaciones recreativas y su vegetación (Dascal, 1995; Speller y Ravenscroft, 2005).

Otras investigaciones se basan en el desarrollo de modelos que permitan determinar las necesidades y los comportamientos de los ciudadanos en las zonas verdes, y en función de esos resultados, efectuar una serie de recomendaciones a las entidades gestoras correspon-

La participación social aplicada al aprendizaje basado en proyectos. Su desarrollo metodológico en asignaturas de diseño urbano

dientes de cara a la asignación más eficaz posible de recursos para la construcción y mantenimiento de los parques públicos (De Frutos, 2004)

Atendiendo a la anterior reflexión urbana y social, en el contexto en el que se desarrolla este tipo de proyectos, es muy importante la obtención de la información de las necesidades sociales de estos espacios, para poder acertar en las decisiones proyectuales y así producir una mejora en las condiciones ambientales y de uso de estos espacios públicos cuya inversión y mantenimiento debe ser rentable.

Figura 1 Trabajo docente de Alumnos en el que se incluyen los perfiles de usuarios



Para ello en la asignatura se diseña un método que permite la mejora en la toma de decisiones proyectuales aplicado al estudio de los parques urbanos de barrio. Para tomar estas decisiones es necesario que los alumnos visiten los parques durante al menos una jornada diaria completa tanto entre semana, como en fin de semana. Con el objeto de concienciarse y observar el funcionamiento real, los problemas y las posibilidades de mejora, obteniendo datos de la vida urbana del parque según la hora del día.

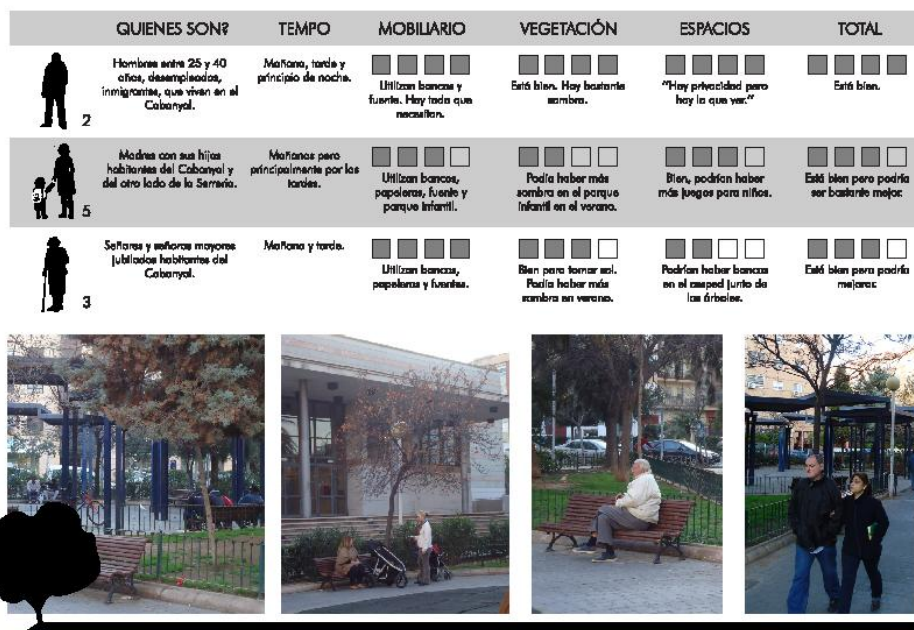
Del análisis minucioso del parque in situ, se obtienen datos muy importantes para el desarrollo del posterior proyecto: Perfil de los usuarios, horarios en que acude cada grupo social, condiciones ambientales, como el soleamiento, el confort, instalaciones que incorpora el parque, problemas e incompatibilidades de uso que se producen, etc. Además los alumnos interactúan con los usuarios realizando entrevistas con distintos los usuarios, encues-

Ana Portalés, Consuelo Esteve, Maite Palomares, Nuria Pascual

tas, tomando fotografías y extrayendo información real con este trabajo de campo sobre el grado de aceptación que tiene un parque. La participación ciudadana se estima necesaria como uno de los factores que permitirá la toma de decisiones adaptadas a las necesidades sociales.

Así, es importante conocer la percepción de los usuarios de los aspectos anteriormente comentados y analizados, así como el análisis de los resultados obtenidos y formulación de una serie de criterios de partida a tener en cuenta en el proyecto y ejecución de este tipo de parques.

Figura 2 Trabajo docente de Alumnos en el que se incluyen encuestas de opinión de usuarios



OPINIÓN DEL USUARIO

La interacción social de los alumnos con los usuarios permite una MEJORA DE LA TÉCNICA PROYECTUAL, para que garanticen un uso adecuadamente intenso y confortable a sus usuarios potenciales. A través de este proyecto centrado en el estudio de los Parques Urbanos de Barrio, se busca contribuir a la mejora y solución de problemas, no sólo centrados en aspectos urbanos y proyectuales, sino también problemas sociales, económicos y ambientales que puedan mejorar la calidad y servicio al usuario.

Respecto a los resultados obtenidos, mediante la incorporación de esta nueva variable al proceso de aprendizaje podemos valorar, la diferencia entre la aplicación del método de ABP, sin la incorporación de la participación ciudadana, que ofrece resultados proyectuales

La participación social aplicada al aprendizaje basado en proyectos. Su desarrollo metodológico en asignaturas de diseño urbano

que no se ajustan a las demandas sociales, y la correcta conciliación del programa y del diseño cuando se introduce desde el inicio el contacto con la realidad social.

La incorporación a la docencia de las salidas al exterior y la interacción ciudadana, en distintas asignaturas de Urbanismo viene realizándose desde el año 2011 y los resultados han ido mejorando notablemente a medida que se ha perfeccionado el desarrollo de este método. Además los alumnos consiguen realizar propuestas de regeneración de parques que mejoran ostensiblemente los proyectos reales que podemos encontrar en uso en la ciudad de Valencia. La mayor aportación que se desvela de los resultados de los proyectos consiste en la correcta adaptación del programa de usos de estos espacios públicos y la mejora en el confort que perciben los ciudadanos.

Aplicación al taller: International Design Summer School (IDSS) 2 014 realizado en “College of Design and Innovation Tongji University en Shanghai”, China.

El proyecto IDSS 2014, reúne a profesores y alumnos de varias nacionalidades para el desarrollo de un proyecto participando las siguientes Escuelas:

Industrial Design Department at School of Design, Jiangnan University, Wuxi, China; ETSID-Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. Universitat Politècnica de València-Spain; Zurich University of the Arts, Head of Department of Design | Media & Spatial Design; National Institute of Design, Ahmedabad, India; College of Design and Innovation Tongji University in Shanghai, China; Escuela de Arte y Superior de Diseño de Valencia, España.

La temática del proyecto que se desarrolló en la *International Design Summer School (IDSS)*, fue un continuo proceso de trabajo donde estudiantes de diseño de diferentes Escuelas del mundo, aportan una amalgama de visiones aplicando el Aprendizaje Basado en Proyectos para aportar soluciones a un mundo real. **IDSS 2014** comenzó en la *College of Design and Innovation Tongji University* en Shanghai, China. Desde el 25 de agosto y hasta el 5 de septiembre de 2014, alumnos, profesores, agricultores y artesanos, entre otros debatieron y buscaron soluciones entorno al tópico: **Urban Farming: Inside and outside, (Huerto urbano: dentro y fuera)**.

Ana Portalés, Consuelo Esteve, Maite Palomares, Nuria Pascual

Figura 3 Trabajo en equipo en Chongming Island, junto un artesano durante el IDSS 2014



Durante la **IDSS 2014** se trabajó usando como referencia la agricultura de una zona concreta de Chongming Island (zona rural), muy cerca de la ciudad de Shanghai, China. Se comenzó con un debate que proponía como romper fronteras entre espacios que hasta ahora habían sido antagónicos. Con el interés de producir una interacción urbana y rural inspiradora de nuevos modelos de vida, se intentó fomentar la unión de la herencia de los conocimientos tradicionales con la nueva tecnología. La zona rural china cuenta con un rico patrimonio en el uso de la artesanía, en la que los conocimientos agrícolas son fundamental en el desarrollo cotidiano de la vida de en estos pueblos. Pero hoy en día, en la mayoría de las sociedades urbanas modernas, la agricultura aun está vista como algo muy lejano, cuando debiera aproximarse a una realidad cotidiana ya que forma parte de la alimentación diaria del ciudadano. La Exposición Internacional de Milán, 2015 tiene como tema “Alimentar el planeta, energía para la vida”¹.

¹ <http://www.expo2015.org>

La participación social aplicada al aprendizaje basado en proyectos. Su desarrollo metodológico en asignaturas de diseño urbano

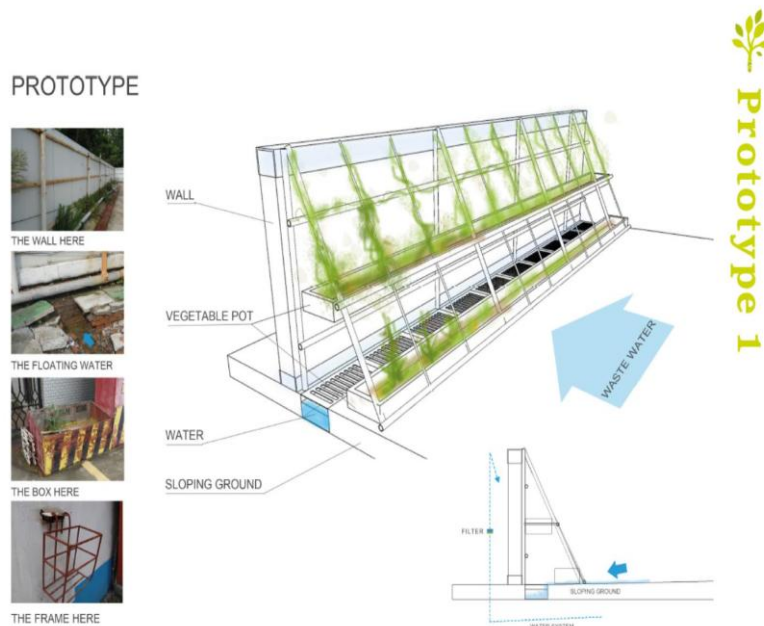
IDSS 2014, planteó como comienzo del proyecto de diseño los usos agrícolas de la isla de Chongming en Shanghai. La experiencia de partida se centra en la transformación de la artesanía tradicional mediante el uso de la tecnología y el proceso del diseño interactivo. El taller tiene como objetivo explorar las formas de preservar y generar un nuevo valor que relacione la artesanía agrícola combinada con la tecnología limpia y los nuevos factores de producción. La visita a lugares rurales y organizaciones relacionadas con la agricultura, de la isla de Chongming, son el punto de partida de la *International Design Summer School* en Shanghái.

La aplicación de la metodología del ABP, en este caso concreto generó interesantes sinergias de trabajo muy interesantes entre las distintas nacionalidades de profesores y alumnos y con los habitantes de la isla donde se realizó la experiencia. El contacto con un problema real, y la aplicación de esta metodología resultó muy enriquecedor ya que la diversidad de soluciones para afrontar un problema supuso gran número de iniciativas y proyectos. Trabajar para reconectar a los habitantes de las ciudades con la agricultura y la alimentación es todo un reto que pretende contribuir para que los recursos se disfruten de un modo más justo. Una de estas iniciativas es *Eating City*², un proyecto que busca abrir un debate a nivel global, con el objetivo final de aumentar la sensibilización y el cambio de hábitos. *Eating City*, intenta responder a muchas preguntas importantes: *¿Cómo re-conectar la ciudad con el campo? ¿Cómo podemos recuperar sabores perdidos? ¿Cómo debemos educar a las personas para aproximar de las tradiciones y la cultura gastronómica?* *Eating City* también promueve la aparición de un incipiente movimiento de *Urban Farming*. Cada vez más ciudadanos están dedicando algunas horas de trabajo en su pequeña parcela de tierra o en cualquier espacio que puedan adecuarse para cultivar sus propios alimentos. *¿Podríamos pensar que la próxima frontera para la agricultura serán: tejados, ventanas o balcones?*

²<http://www.eatingcity.org/>

Ana Portalés, Consuelo Esteve, Maite Palomares, Nuria Pascual

Figura 4 Solución IDSS 2014 del proyecto de aplicación de Huerto Urbano en un andamio de un edificio en construcción.



En general, estos *jardines* funcionan en armonía con el medio ambiente y actúan como otra fuente de alimentos para las familias que los cultivan. Por otro lado, también actúan revitalizando parcelas de terreno que de otra manera estarían baldíos y sin cultivos.

Proyectos como *Eating City* juegan un papel protagonista en esta nueva visión social, ayudan a los ciudadanos, y ejercen presión hacia los políticos que toman decisiones, para que adquieran más conciencia y conocimiento sobre la *Urban Farming*. *Información, educación y creatividad* son cruciales, para idear formulas que ofrezcan a todos la oportunidad de acercar y hacer partícipes de la agricultura a las ciudades de todo el mundo.

En ese sentido la arquitectura y el diseño son dos disciplinas que tratan de buscar soluciones y mejorar las necesidades de los usuarios permitiendo que los espacios sean mas habitables; creando espacios heterogéneos, plurales y diversos que capaces de integrar sin distinción ni omisión a quien los necesite. Los cambios en las costumbres no son sencillos, y se requieren de mucha voluntad para generar alternativas válidas que sean adoptadas por la sociedad. Las ciudades se estructuran en función de tener soluciones productivas, que distan en la mayoría de ocasiones del buen servicio y calidad de vida para los habitantes.

La participación social aplicada al aprendizaje basado en proyectos. Su desarrollo metodológico en asignaturas de diseño urbano

Ser arquitecto o diseñador, significa generar espacios habitables, soluciones o objetos, que permitan la interacción entre las personas, influyendo en su comportamiento social.

Cuando pensamos en el "diseño" a menudo pensamos en productos "de diseño" o diseñados para satisfacer una necesidad como: mobiliario, electrodomésticos, pequeños objetos de uso cotidiano, automóviles o incluso moda y complementos. El diseño no solo busca soluciones en todos estos campos, no es solo una tendencia, estilo o moda, un buen diseño debe aportar y buscar formas para crear un mundo mejor³.

El visionario estadounidense, diseñador, arquitecto e inventor Richard Buckminster Fuller (1895- 1983) y el diseñador, antropólogo, escritor y profesor, Victor Papanek (1923-1998), fueron los precursores que manifestaron temprana su inquietud en cuestiones relativas al medio ambiente y las preocupaciones sociales⁴. En el campo del Diseño, Buckminster Fuller, se definía a sí mismo como un científico del diseño comprensivo y anticipatorio. Junto a Victor Papanek, defendió la responsabilidad social y ecológica del diseño de productos, herramientas e infraestructuras, su libro "Design for the Real World", publicado en 1971, se convirtió en un referente. El ideario de intenciones de Papanek queda reflejada en esta afirmación: "Un diseño ecológicamente responsable es también revolucionario⁵."

Si como afirmaba Buckminster Fuller: "La mejor manera de predecir el futuro es diseñarlo⁶", en la actualidad se redefine el papel del diseñador, ocupando un contexto más amplio, donde su función es construir escenarios que estimulen el debate y la innovación, colaborando activamente a la regeneración de los aspectos sociales y medioambientales que demanda y afecta a la sociedad. El papel formativo desde el punto de vista educacional ayudará a la sociedad a adaptarse a una nueva realidad⁷. Una definición más reciente del término "sostenible" es la referida a "calidad de vida", que se dibuja sobre tres pilares: social, económico y ambiental .

³ Article: So what is Social Design?. Burkett, Ingrid. Design for Social Innovation – we went beyond the hype. From 20 – 21 October 2014, the Centre for Social Impact and the Australian Centre for Social Innovation presented Design for Social Innovation. <http://design4socialinnovation.com.au> (Consultado:15-11-2014)

⁴Artículo titulado: Buckminster Fuller y Victor Papanek: pioneros del diseño orientado a lo social y ambiental.<http://www.hicistelclick.com/a-la-hora-de-disenar/#a-la-hora-de-disenar/pioneros-del-diseo-orientado-a-lo-social-y-ambiental/>(Consultado:15-11-2014)

⁵ Ibid

⁶ http://issuu.com/economiacreativa/docs/cmd_libro_10_anios_todo_en_baja/12 (Consultado:15-11-2014)

⁷ Article:The Social Role of the Designer by Marcio Dupont on Saturday, December 25, 2010 in Features <http://www.livingprinciples.org/the-social-role-of-the-designer/> (Consultado:15-11-2014)

Ana Portalés, Consuelo Esteve, Maite Palomares, Nuria Pascual

El desarrollo sostenible combina en la toma de decisiones lo económico, lo social y la protección ambiental.

Figura 5 Esquema factores intervinientes en el desarrollo sostenible Elaborado por Alfredo Rebagliati y editado por Carlos Canaval (2014)



El diseño en este sentido trata sobre la búsqueda de soluciones, innovaciones prácticas, y crear soluciones que mejoran la vida de las personas, los problemas de dirección o que abren posibilidades para una vida mejor. Si se piensa en diseño "diseño social", se trata de fomentar la aplicación de principios generales de diseño a nuestras realidades sociales y las formas 'de diseño' para abordar las cuestiones sociales (como la pobreza o el aislamiento social), y en última instancia, la creación de una sociedad más justa y sostenible.

Conclusiones

En determinadas asignaturas proyectuales, como ocurre en los casos expuestos de diseño urbano, resulta ampliamente productivo, la incorporación al proceso de aprendizaje la información real obtenida de los ciudadanos, que son los auténticos usuarios de los espacios públicos. De este modo se obtienen datos como la percepción social, el programa de necesidades, el confort climático, y los problemas o las interferencias de usos, entre otros, necesarios para establecer una valoración crítica, que será la base del planteamiento del proyecto. Para ello, se estima necesario que los alumnos se desplacen del aula, para tomar contacto con la realidad social del espacio público. Del desarrollo de las experiencias comentadas se deduce que la interacción social de los alumnos con los usuarios de los espacios públicos permite una MEJORA DE LA TÉCNICA PROYECTUAL. Esto garantiza la realización

La participación social aplicada al aprendizaje basado en proyectos. Su desarrollo metodológico en asignaturas de diseño urbano

de proyectos adaptados a sus usuarios potenciales, contribuyendo así al perfeccionamiento y solución de problemas, no sólo centrados en aspectos urbanos y proyectuales, sino también problemas sociales, económicos y ambientales.

Referencias

Badía, A. & García, C. (2006). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*. Vol 3. nº1

Ballester, J. F. (2003): «Paisajes, jardines y sociedad», Curso de Diseño Paisajista y Redacción de Proyectos de Parques y Jardines, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Bergua Amores, J. A. (2011) *Estilos de la investigación social: técnicas, epistemología, algo de anarquía y una pizca de sociología*. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza.

Braun, A. (2015). *The promise of a pencil. how an ordinary person can create extraordinary change*. Scribner

Book Launch: Ezio Manzini:Design, when everybody designs. Conference. March 16th. 2015. The New School for Design Parsons New York

Callejo Gallego, J., (2010) *Introducción a las técnicas de investigación social*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, 2010. VV.AA (2010) *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid: McGraw-Hill.

Carrera, A., (2007) *Espacio Público y Participación Ciudadana en el Contexto de la Gestión del Desarrollo Urbano. El caso del Cerro de la Estrella en Iztapalapa, Ciudad de México-Razón y Palabra [en línea], 12 (Febrero-Marzo): [Fecha de consulta: 4 de junio de 2015] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199520735008>>*

Dascal, G. (1995), “La participación comunitaria: aspecto clave para la gestación de espacios verdes apropiados en sectores de pobreza urbana”, en *Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*, Universidad Austral de Chile.

Design, When Everybody Designs (2015). An introduction to design for Social Innovation. MIT Press.

De Frutos P. (2004): “Determinantes de las visitas a los parques y jardines urbanos: aplicación de un modelo de gravedad”. *Estudios de economía aplicada*. Vol 22-2

De Oliveira L.A., Mascaró J.J., (2007) “Análise da qualidade de vida urbana sob a ótica dos espaços públicos de lazer”. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 7, n. 2

Ehn, Pelle.(1988). *Work-oriented design of computer artifacts*. Umeå

Ana Portalés, Consuelo Esteve, Maite Palomares, Nuria Pascual

Galeana de la O L., Aprendizaje basado en proyectos. <http://www.ceupro-med.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27>

Karlin, M., & Viani, N. (2001). Project-based learning. Medford, OR: Jackson Education Service District. Retrieved July 9, 2002, <http://www.jacksonesd.k12.or.us/it/ws/pbl/>

MOPU (1982): La calidad de vida en España, CEOTMA, Serie Monografías, Madrid.

Portalés, A., Esteve, C. (2013). “El Taller de Proyectos: Metodología Docente Activa”. Actas de Diseño nº 15, VIII Encuentro Latinoamericano de Diseño “Diseño en Palermo”. Buenos Aires. 79

Vezzoli, CA, & Manzini, E. (2008). Design for Environmental Sustainability. Springer London

Diseño de una línea de fresado químico a escala de laboratorio

I. Del Sol^a, M. Álvarez^a, A. Gómez-Parra^a, A. Calvino^a, M. Batista^a y M. Marcos^a

^aUniversidad de Cádiz, Dpto. Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial, Escuela Superior de Ingeniería,
 Av. De la Universidad de Cádiz, 10, 11519, Puerto Real, Cádiz. E-mail: irene.delsol@alum.uca.es

Abstract

In Engineering education, lab practices are very important tools for getting easier the comprehension and for going deeper into the knowledge of different subjects. These tools allow getting closer to real situations. Particularly, understanding a manufacturing process is easier taking contact with its phases, as well as the sequence of needed resources (such as equipment, materials, consumable resources, staff) or the safety measures.

This work presents the design of a chemical milling line at lab scale for being used in Manufacturing Lab Practices. The different components needed in the process, the required auxiliary systems and a future improvement line is presented. Furthermore, a virtual model is shown.

Keywords: Lab Practices, Chemical Milling, Practices Teaching-Learning

Resumen

Las prácticas de laboratorio son una herramienta para facilitar la comprensión y la profundización de conocimientos en ciertas materias de las enseñanzas técnicas, realizando una aproximación a situaciones reales. En el área de fabricación, facilitan al alumno la visualización de las etapas de los procesos, tanto la secuencia como los recursos (tanto de equipos, como de fungible, material, personal) y las medidas de seguridad necesarias.

En este trabajo se presenta el diseño de una línea de fresado a escala de laboratorio para la realización de prácticas de laboratorio. Además, se exponen los componentes necesarios para el proceso, los sistemas auxiliares que se deben implantar y una línea de mejoras futuras para la instalación. Así mismo, se presenta en maqueta virtual la línea diseñada y se describen brevemente las etapas del proceso.

Palabras clave: Fresado Químico, Prácticas de laboratorio, Enseñanza por prácticas

Diseño de una línea de Fresado Químico a escala de laboratorio

Introducción

Dentro del Espacio de Educación Superior Europeo (EEES) se encuadran diferentes actividades de enseñanza/aprendizaje para la obtención de las competencias vinculadas a un título universitario. En particular, estas competencias se encuentran especialmente definidas a nivel de conocimientos para los Graduados en los títulos de las diferentes Ramas de la Ingeniería y, más concretamente, los vinculados a la Rama Industrial, tal y como se encuentran en la Orden CIN/351/2009. Aún más en detalle, en el ámbito de la Ingeniería de Fabricación, destacan:

- Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación.
- Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.
- Conocimientos aplicados de organización de empresas.
- Conocimientos de los fundamentos de ciencia, tecnología y química de materiales. Comprender la relación entre la microestructura, la síntesis o procesado y las propiedades de los materiales

Generalmente, la adquisición por los estudiantes de los conocimientos en Ingeniería de Procesos de Fabricación suele tener una alta componente teórica dado que se requieren instalaciones singulares, especialmente en lo que se refiere a procesos de fabricación no convencionales. Por otro lado, de acuerdo con Hames y Baker (2015), en función de los distintos estilos de aprendizaje, los estudiantes presentarán una mejor respuesta a un tipo de actividades u otras y adquieren con mayor o menor rapidez los conocimientos y habilidades. Según la clasificación de estilos presentada por Felder y Silverman (1988) los alumnos que utilicen estilos de aprendizaje activos, sensitivos y/o secuenciales pueden ver favorecidos los resultados de su estudio, siendo este estilo esencialmente aplicable en las prácticas de laboratorio.

Por otra parte, como se muestra en los estudios de Mata, Rubio-Mesas y Soto (2012) y de Pozzi, Carlo y Rossi (2015), en rasgos generales, los alumnos adquieren mejor los conocimientos tras la realización de la práctica y la exposición a situaciones que simulen la realidad, aumentando su implicación en la toma de decisiones cuanto mayor es la simulación, incluyendo el entorno, al proceso real.

En el caso de la Ingeniería de Procesos de Fabricación, las limitaciones de espacio y costes económicos ha potenciado el desarrollo sistemas de prácticas virtuales que permitan simular los procesos en su totalidad y adquirir las competencias antes mencionadas. Un ejemplo son los trabajos expuestos por Carrilero et al. (2004), Batista et al. (2008) y Salguero et al.

I. Del Sol, M. Álvarez, A. Gómez-Parra, A. Calvino, M. Batista y M. Marcos

(2008). Sin embargo, aunque esta técnica pueda facilitar las explicaciones, existen procesos en los que la virtualización no permite acceder directamente a los resultados obtenidos, evitando analizar y caracterizar la importancia de cada fase. Este es el caso del Proceso de Fresado Químico que combina una serie de etapas de distinta naturaleza. Este proceso es aplicado frecuentemente para el adelgazamiento de zonas de grandes elementos aeronáuticos, teniendo gran importancia en el entorno socioeconómico de la Bahía de Cádiz, lo que recomienda su inclusión en los programas de las disciplinas relacionadas con la Ingeniería de Fabricación.

El proceso de fresado químico o mecanizado químico (chemical milling-chemical machining) es un proceso de mecanizado no convencional por arranque de partículas mediante activación no mecánica, en el que se utiliza una reacción química para eliminar el material como se define en Semiatin (1988) y El-Hofy (2005). Es una técnica muy específica, cuya aplicación más amplia es en el sector aeroespacial y que solamente se encuentra en algunos puntos de España donde está muy desarrollada la industria de procesos de conformado de chapa. A causa de la singularidad del proceso y su implantación industrial en regiones muy específicas, no existen dispositivos, equipos o células docentes a nivel nacional que puedan servir de apoyo para la explicación del mismo, tanto a nivel universitario como a nivel de formación de operarios. Así mismo no existen células que faciliten la investigación de este proceso para su optimización.

Por un lado, concretando en el nivel universitario, en la Universidad de Cádiz, la importancia de asignaturas ligadas al conocimiento de este proceso se ve justificada con la relevancia del sector aeroespacial en la provincia de Cádiz, es necesaria la formación de ingenieros en las distintas áreas de la ingeniería de fabricación. Éste es conocido históricamente por su especialización en la “chapistería”, proceso que puede ir seguido en piezas grandes de operaciones de fresado químico para aligerar el peso de la estructura.

De acuerdo con lo anterior, ante la falta de equipos docentes en el mercado, se ha diseñado una línea de fresado químico a escala de laboratorio que permite adquirir y tratar las competencias expuestas así como aplicar de forma práctica algunos conceptos de las asignaturas de Ingeniería de Fabricación, sobre la base de la aplicación de estilos de aprendizaje activos, sensitivos y secuenciales que favorecen el trabajar las competencias expuestas inicialmente.

Por otra parte, el diseño de la línea se trata de una experiencia docente enmarcada en el aprendizaje por proyectos ya que se trata de uno de los Trabajos Fin de Grado llevados a cabo en la primera promoción del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad de Cádiz. La capacidad de la línea se ha establecido suficiente para tres piezas de aleaciones de aluminio aeronáutico por secuencia, cuyas dimensiones máximas serán 210x297x20mm.. Estas prácticas se incluirían en las asignaturas del área de conocimiento

Diseño de una línea de Fresado Químico a escala de laboratorio

de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, impartidas en los Grados de Ingeniería de la Rama Industrial y Aeronáutica (500 alumnos). También se contempla en su diseño la posible adaptación posterior para su aplicación en las actividades de investigación del Grupo de Ingeniería y Tecnología de Materiales y Fabricación (Código PAIDI: TEP-027) formando parte de la ampliación del alcance de la actividad del Grupo dentro de los procesos no convencionales.

Así mismo, la línea futura, puede ser origen de una segunda experiencia docente ya que la construcción de la misma puede ser llevada a cabo por un grupo de trabajo de estudiantes, el cual debe realizar además de la construcción de la línea su organización, puesta a punto y pruebas iniciales.

Diseño de la línea. Etapas del Proceso

Para el diseño de la línea se han evaluado las distintas etapas del proceso realizando diagramas de flujo de las mismas y analizando los equipos necesarios en cada una de ellas.

El fresado químico por inmersión, el utilizado en esta línea, consiste en introducir la pieza en una solución -alcalina en el caso de las aleaciones de aluminio- durante un tiempo determinado para que su espesor se reduzca ya sea en toda ella o en zonas localizadas. Las zonas no atacables se protegen mediante un sistema de enmascaramiento inerte a dicha disolución.

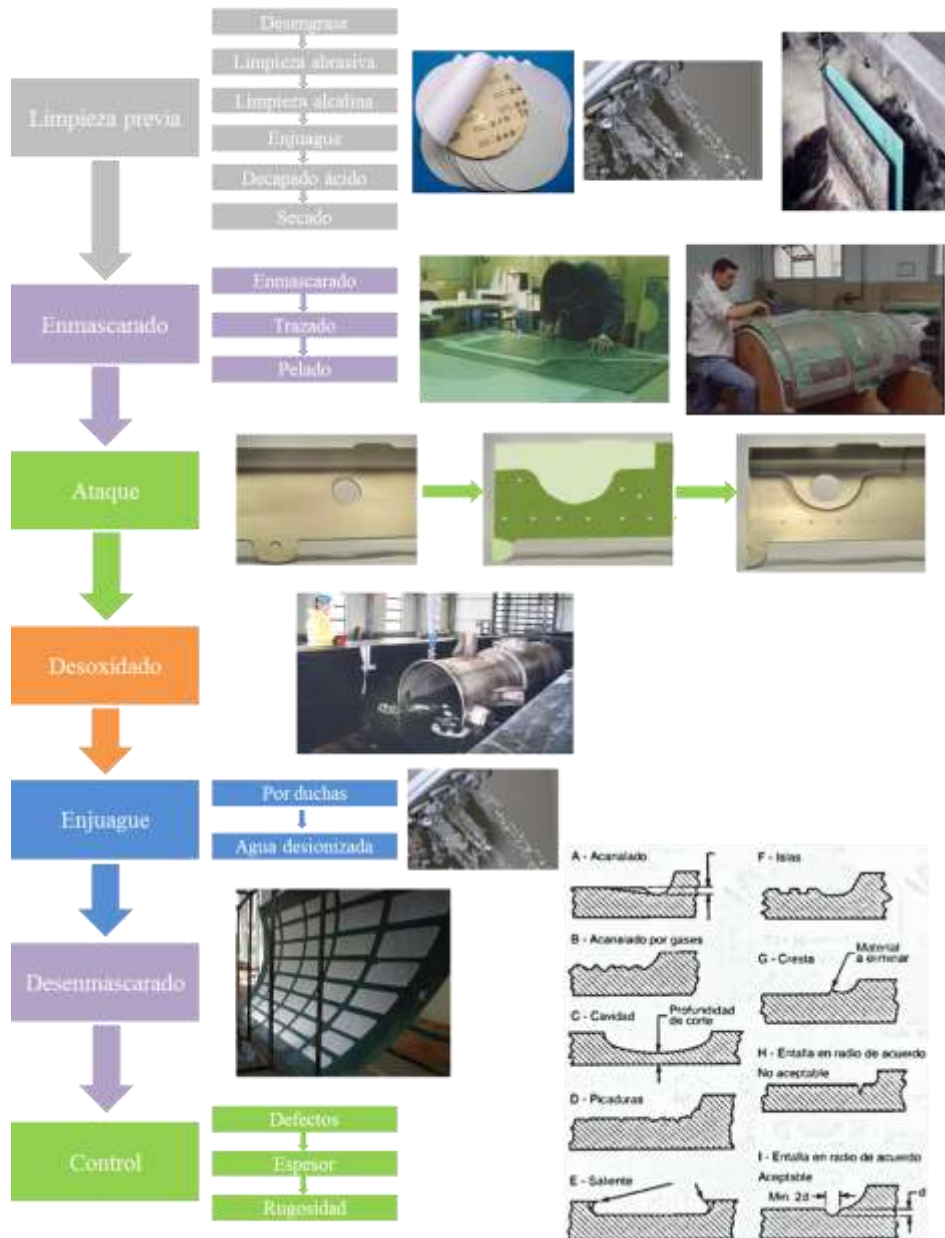
Industrialmente se divide el proceso siguiendo el diagrama representado en la Figura 1.

Las características de cada etapa vienen definidas por los parámetros propios del proceso: el factor de ataque, la tolerancia de producción y el acabado superficial requerido. El primero se puede calcular durante la ejecución de la práctica siendo este el parámetro que proporciona el tiempo de inmersión. Los otros dos vienen definidos en el plano de la pieza y forman parte de la evaluación de calidad del proceso, realizable en otra práctica integrada.

Para el desarrollo de su funcionamiento es necesaria una línea de baños situados de forma consecutiva en los cuales se sumerge la pieza para realizar las operaciones principales. Tanto en el enmascarado como en el desenmascarado y algunas fases de la limpieza previa no tienen por qué realizarse por inmersión en los baños, como será el caso, utilizando utillajes o equipos diferentes, situados cerca de la línea de baños y escogidos en función de las necesidades de cada etapa.

I. Del Sol, M. Álvarez, A. Gómez-Parra, A. Calvino, M. Batista y M. Marcos

Figura 1. Diagrama de flujo general del fresado químico



Diseño de una línea de Fresado Químico a escala de laboratorio

Limpieza previa o preparación de superficies. Se compone de cinco subetapas fundamentales para obtener un correcto acabado de la pieza sea cuál sea el estado inicial de la pieza.

- *Desengrase manual:* se realiza sobre un banco de trabajo con disolventes, es sencillo, de bajo coste y lo podría realizar uno de los alumnos que esté realizando la práctica, siempre que se mantengan las medidas de seguridad adecuadas.
- *Limpieza abrasiva:* se realiza en el mismo banco de trabajo que en la operación anterior y se realiza manualmente con gratas de acero, elimina posibles defectos debidos a rebabas o partículas adheridas, se debe cuidar no dejar arañazos marcados que puedan ampliarse durante el ataque.
- *Enjuague:* esta etapa tiene lugar después de cada inmersión o uso de productos químicos para evitar la contaminación del siguiente baño. Se realiza en dos fases: la primera por un sistema de duchas con agua de red y la segunda por inmersión en un baño de agua desionizada en agitación.
- *Decapado ácido:* es el proceso para eliminar pequeños espesores de material y restos de corrosión. Se introduce la pieza en un baño que coincidirá con el desoxidado. Los equipos necesarios para realizar esta operación son: una cuba de polipropileno, un sistema de agitación mecánica, un medidor de pH, equipo de aspiración puntual para gases de soldadura.
- *Secado:* en el diagrama sólo se contempla una fase de secado, la previa al enmascarado que tendría lugar por corrientes de aire a temperatura ambiente.

Enmascarado (masking). Se realiza mediante la aplicación por capa fluida, es una opción más ligada a la investigación que a la industria, pero puede realizarla el alumno. Se necesita un aplicador de pintura para ensayos, un banco de trabajo y el masking escogido, Form Touch Up Coating Nº12 CA de la marca registrada TURCO.

Trazado. La opción escogida es el trazado láser aprovechando la existencia en la escuela una máquina de trazado láser GLC 5030S. Se trata de una máquina cerrada cuya mesa de trabajo es de 500x300 mm y será la utilizada para la cortar las geometría que serán posteriormente peladas.

Pelado. Se realiza de forma manual del mismo modo que en la industria.

I. Del Sol, M. Álvarez, A. Gómez-Parra, A. Calvino, M. Batista y M. Marcos

Ataque. Es la operación principal del proceso y en la cual se lleva a cabo el mecanizado de la pieza, las operaciones previas son únicamente de preparación. Los baños se componen de una disolución de hidróxido sódico y sulfuro de aluminio que se encuentran entre 85-90° C. El material escogido para las cubas es el acero inoxidable AISI 316 por similitud a los casos vistos en la industria. La cuba contiene una resistencia sumergible, una bomba para la agitación, un medidor de pH y un termopar para controlar las condiciones de trabajo.

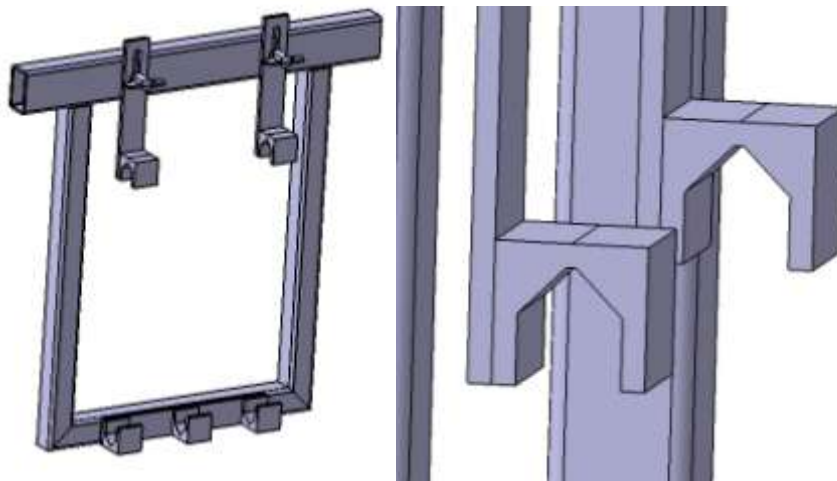
Desoxidado. Esta operación tendrá lugar en el mismo baño que la operación de decapado la única diferencia sería el tiempo de inmersión de la pieza. Incluye un medidor de pH y un sistema de agitación. La cuba coincide dimensionalmente con la del baño de ataque.

Desenmascarado. Se retira la capa de masking restante del proceso de forma manual finalizando el proceso a falta de la verificación de la pieza.

Diseño de útiles

Se ha diseñado un marco soporte que permite ubicar piezas de espesores diferentes, sin dañar el masking, permitiendo la extracción de las piezas de forma independiente y válido para la inmersión en todos los baños. Se trata de un marco de acero inoxidable AISI 316 mecano-soldado, acoplable al sistema de transporte donde la pieza va apoyada (Figura 2).

Figura 2. (a) Diseño del marco de 30x30. (b) Detalle del apoyo



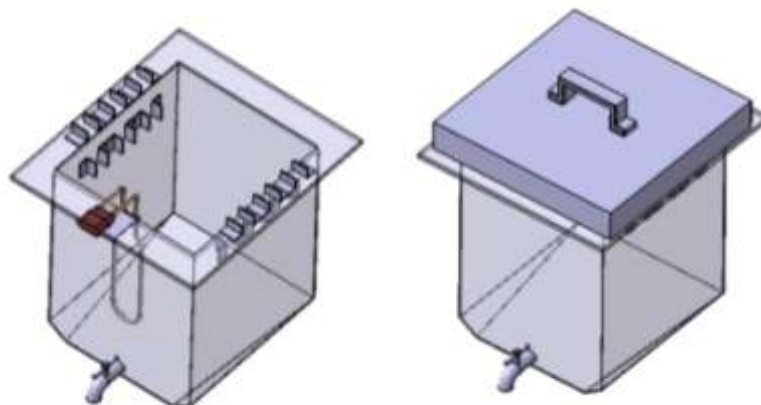
La cubas utilizadas en las operaciones de enjuague, decapado/desoxidado y ataque ha sido también diseñadas y adaptadas a la escala deseada. La diferencia principal es el material

Diseño de una línea de Fresado Químico a escala de laboratorio

empleado, sólo la de ataque es de acero y el resto -incluyendo accesorios- son de polipropileno. La cuba del baño de ataque está representada como ejemplo en la Figura 3.

Las pletinas laterales fijan la posición del marco durante la operación evitando el movimiento de las piezas y regulando la distancia entre ellas para que no interactúen en el proceso. Las cubas se encuentran a su vez situadas sobre una estructura de acero que cuida la ergonomía de las operaciones de trabajo y mantienen la separación mínima entre cubas.

Figura 3. Diseño final de la cuba de ataque + tapadera



Una vez terminado el análisis y diseño de los equipos necesarios, para optimizar el uso de algunos equipos y reducir el tamaño de la línea, se ha optado por realizar el proceso pasando en varias ocasiones por los mismos puestos (diagrama de flujo de la Figura 4). Esta optimización presenta una doble ventaja, la reducción de espacio y la repetición de las operaciones en un mismo sitio remarcando la importancia de algunas de ellas y facilitando la comprensión del proceso.

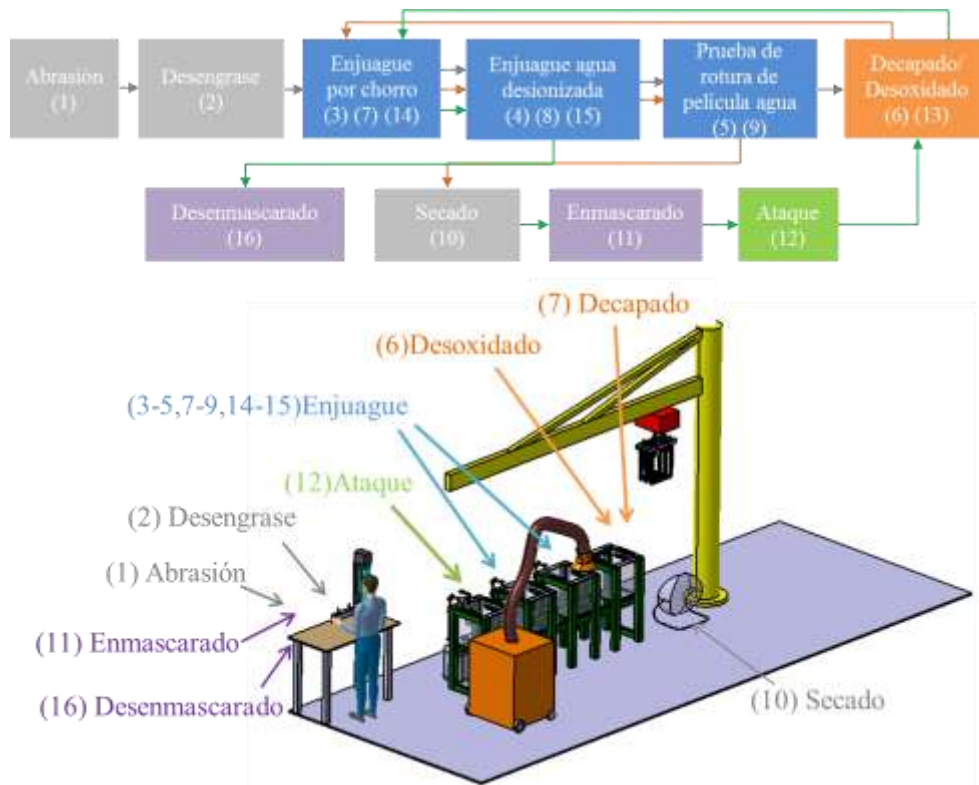
El resultado final obtenido es una línea de 6 m de longitud total y 1.5 m de ancho. La distribución de la línea se puede observar en la maqueta virtual, Figura 4, donde se incluye la ubicación de cada operación y -entre paréntesis- el orden de las mismas.

Junto a los equipos expuestos, la línea debe tener un sistema de abastecimiento de agua de red, uno de abastecimiento de agua desionizada, otro de recogida de pérdida de agua en el suelo y uno de recogida de aguas residuales. Se ha estimado un coste del orden de 60.000 €, similar al de una línea docente de Máquinas-Herramienta.

Para finalizar, se ha redactado el protocolo de trabajo para la realización de una práctica, las medidas de seguridad e higiene a tener en cuenta durante el desarrollo de la misma, el procedimiento para la verificación de las piezas, y la gestión de residuos generados según la norma ISO 140001, IT-PG-06-01 y el mantenimiento preventivo a realizar en la instalación.

I. Del Sol, M. Álvarez, A. Gómez-Parra, A. Calvino, M. Batista y M. Marcos

Figura 4. Flujo de la pieza aplicando la reducción de puestos y representación de la maqueta virtual de la línea de fresado químico diseñada



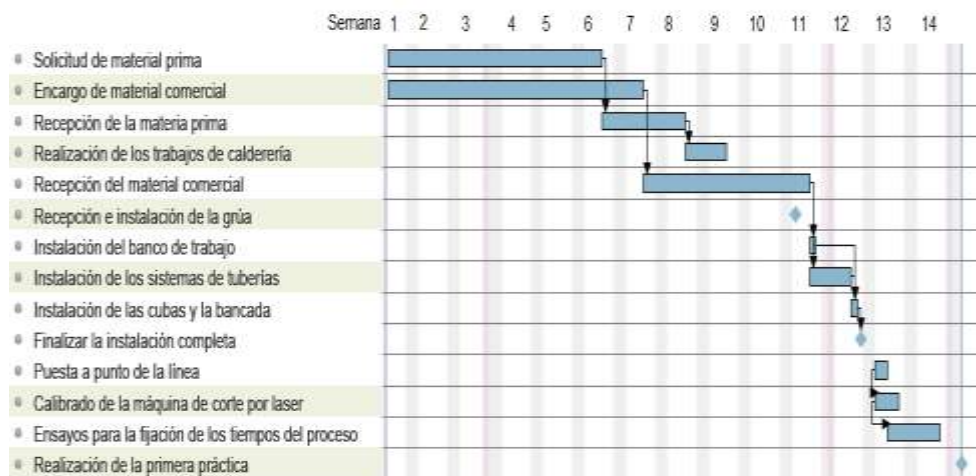
Cronograma de implantación

La completa instalación de la línea podría estar planificada (Figura 5) en un plazo de 14 semanas a las que habría que sumarle el tiempo de formación de los técnicos y profesores.

La formación impartida debe contener las generalidades del proceso de fresado químico, el procedimiento a seguir en cada una de las etapas del proceso, el procedimiento para control final de las piezas, las medidas de seguridad e higiene durante el uso de la instalación, las medidas medio ambientales para el tratamiento de residuos y las instrucciones de mantenimiento preventivo de la instalación.

Diseño de una línea de Fresado Químico a escala de laboratorio

Figura 51. Diagrama de Gant para la planificación prevista durante la ejecución del proyecto



Mejoras futuras

Entre las mejoras futuras de la línea se proponen la implantación de diferentes sistemas que puedan complementar su funcionamiento.

- Sistema de control de peso. Sensorización de la pérdida de material -que determina la variación del factor de ataque- para el cálculo automático del tiempo de inmersión.
- Sistema auxiliar de posicionamiento. Diseño de un puente grúa que permita la inmersión independiente entre las tres piezas facilitando el fresado de distintos espesores en una misma tirada.
- Módulo de limpieza alcalina.
- Mejora del sistema de secado. Diseño de un túnel de secado a escala.
- Sistema para reciclado de masking.

Conclusiones

Se ha realizado el diseño de una línea de fresado químico a escala para la realización de prácticas de laboratorio. Para ello se ha analizado el proceso con sus etapas a nivel industrial y se han escogido de las opciones presentadas en el mismo aquellas que permitan una mayor participación del alumnado durante la práctica y faciliten la visualización del proce-

I. Del Sol, M. Álvarez, A. Gómez-Parra, A. Calvino, M. Batista y M. Marcos

so, sin olvidar costes y espacio disponible. Ha sido necesario diseñar los equipos, cubas y utillaje de sujeción. En cuanto al espacio disponible se ha presentado una reducción de la línea permitiéndose -si fuera necesario- su duplicidad.

Finalmente, tras la implantación y puesta a punto de la línea se obtendría un sistema que permite la realización de prácticas de laboratorio de un método no convencional, que hasta ahora, sólo entraba en los planes de estudio de forma teórica.

Referencias

- Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos Universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial, BOE Nº 44 Madrid, Ministerio de Innovación y ciencia
- Mata C., Rubio-Mesas M.L., Soto M.(2012), *Influencia de una práctica sobre el aprendizaje de los estudiantes*. ACTA XXII CUIEET, Almadén, 71 pp
- IT-PG-06-01 Instrucción técnica para gestión de residuos peligrosos y biosanitarios, Universidad de Cádiz.
- Batista, M., Álvarez, M., Carrilero, M. S., Marcos, M., & Salguero, J. (2008). *Desarrollo de prácticas de laboratorio virtuales en Ingeniería de los Procesos de Fabricación. Caso de Estudio: "El pie de rey."*, XVI CUIEET, J. J. Domínguez, A. Morgado, & A. Quirós (Eds.) Cádiz, 33pp
- Batista, M., Álvarez, M., Carrilero, M. S., Marcos, M., Salguero, J., & Cano, M. J. (2008). *Aplicación de las técnicas CAL en la evaluación del aprendizaje: Evaluación Asistida por Ordenador*. J. J. Domínguez, A. Morgado, & A. Quirós Ed., XVI CUIEET, Cádiz, 49 pp
- Carrilero, M. S., Cano, J., Sola, J. M. S., Batista, M., Montero, J., & Marcos, M. (2004). *Metodología para el desarrollo de Laboratorios Virtuales de Ingeniería de los Procesos de Fabricación*. Anales de Ingeniería Mecánica, S. Martínez y J. Barreiro Ed., León, 733 pp.
- Pozzi R., Carlo N. and Rossi T.(2015) *Experimenting 'learn by doing' and 'learn by failing'* European Journal of Engineering Education, Taylor & Francis Ed. Oxon, UK 68 pp.
- Hames E., Baker M.(2015) *A Study of the relationship between learning styles and cognitive abilities in engineering students* European Journal of Engineering Education, Taylor & Francis Ed. Oxon, UK 167 pp.
- Felder, Richard M., Silverman L. K. (1988) "Learning teaching Styles in Engineering Education" Experimenting Education, ASEE Ed. USA, 674 pp.
- Semiatin, S. L. (1988). *ASM MetalHandBook Vol. 16 Machining*. Novena Ed. American Society for Metals.
- El-Hofy H. (2005). *Advanced Machining Processes, Nontraditional and Hybrid Machining Processes*, Primera Ed. Mc Graw-Hill, Mechanical Engineering Series, N. York (EE.UU.)

Aprendizaje Basado en Proyectos en Instrumentación Industrial y Medida

Javier de las Morenas^a, Fernando Martínez^a y María Ángeles Carrasco^a

^aEscuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Plaza Manuel Meca 1. 13400 Almadén. (javier.delasmorenas@uclm.es; fernando.mgarcia@uclm.es; angeles.carrasco@uclm.es).

Abstract

This paper presents the application of Project Based Learning (PBL) in the Industrial Instrumentation and Measurement course of the Electrical Engineering Degree. The aim of the PBL is to design a test bench or a quality control system of a product and then implement it by Virtual Instruments based on Labview and commercial sensors. Although the PBL was first time adopted on the 2014/15 course, the acquisition of competences have been favorable. Moreover, the motivation and learning outcomes of the students have been higher than in previous courses.

Keywords: Project Based Learning, Instrumentation, Labview, Sensors

Resumen

En este trabajo se muestra la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la asignatura de Instrumentación Industrial y Medida dentro del Grado en Ingeniería Eléctrica. En la aplicación del ABP, los alumnos deben diseñar un banco de pruebas o control de calidad de un producto a su elección, en primera instancia, y llevarlo a la práctica mediante el uso combinado de Instrumentación Virtual con Labview y el uso de sensores comerciales. Aunque el curso 2014/2015 ha sido el primer curso de su implantación, los resultados han sido muy favorables, ya que los alumnos han alcanzados las competencias marcadas en esta asignatura de una manera satisfactoria y su motivación y aprendizaje han sido mayores que en cursos anteriores.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Instrumentación Industrial y Medida, Labview, Sensores.

Introducción

Es un hecho que la adaptación de los planes de estudio al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha supuesto un cambio de metodología en el proceso de enseñanza, trasladando el protagonismo del profesor hacia el estudiante (de Miguel Díaz, 2005).

En este trabajo se expone un ejemplo de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la asignatura de Instrumentación Industrial y Medida, impartida en la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén. Instrumentación Industrial y Medida es una asignatura optativa del segundo cuatrimestre del 4º curso de la titulación de Grado en Ingeniería Eléctrica, con una carga de 6 créditos ECTS y se encuentra dentro de las asignaturas que conducen a la obtención de la Mención en Instalaciones Eléctricas.

La estructura de este trabajo es la siguiente: en el siguiente apartado se hace una pequeña reseña del Aprendizaje Basado en Proyectos. A continuación se muestra la puesta en marcha del ABP en la asignatura de Instrumentación Industrial y Medida. Seguidamente se muestran los resultados alcanzados con la implantación del ABP. Finalmente se muestran las conclusiones a las que se han llegado tras realizar este trabajo.

Aprendizaje Basado en Proyecto

En el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) los alumnos deben resolver un problema aplicando los conocimientos y habilidades adquiridos. Esta técnica permite motivar a los alumnos mediante la resolución de problemas reales (Blumenfeld y otros, 1991).

La estrategia ABP resulta muy interesante desde el punto de vista del proceso de aprendizaje del alumno, y sin duda constituye una buena preparación para enfrentarse a los problemas del mundo real en muchos ámbitos profesionales (Gómez Cristobal y otros, 2003).

Cabe destacar cómo, en el ámbito de la ingeniería los problemas a resolver suelen ser de una envergadura considerable, englobando una serie de problemas concretos interrelacionados a los que tiene que hacer frente el ingeniero. Por tanto, esta metodología tiene que dirigirse de tal modo que incluya las complejidades con las que el ingeniero deberá enfrentarse en su etapa profesional.

El método ABP se basa en el concepto de aprender haciendo (*learning by doing*) (Schank y otros, 1999) y permite organizar el trabajo en torno al desarrollo de un proyecto. El uso de esta metodología desde el punto de vista del alumno es la de resolver un problema, pudiendo plantearse como un reto, que no tiene una solución cerrada a partir de aplicar los conocimientos y habilidades adquiridos en la asignatura. Este hecho repercute en que los alumnos asumen mayor responsabilidad (Lavios y otros, 2015).

Javier de las Morenas, Fernando Martínez y María Ángeles Carrasco

Si el desarrollo del Aprendizaje Basado en Proyectos se apoya en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), conlleva otra serie de ventajas (Martí y otros, 2010):

- Desarrollo de competencias. Para los estudiantes supone un aumento del nivel de conocimiento y habilidades sobre una disciplina o área específica de conocimiento.
- Desarrolla habilidades de investigación. El Proyecto mejora claramente las aptitudes de los estudiantes para la investigación.
- Permite incrementar las capacidades de análisis y de síntesis de los estudiantes si el proyecto está correctamente enfocado.
- El hecho de que se les plantee una tarea, en cierto modo desafiante, requiere que los alumnos realicen un esfuerzo a lo largo de un tiempo que se traduce en un incremento de conocimientos y habilidades.
- Si para alcanzar el objetivo del proyecto tienen que hacer uso de TICs, no hay duda que mejorarán su conocimiento sobre las mismas y adquirirán nuevas habilidades.
- Compromiso con el proyecto. Los alumnos se comprometen con la realización del trabajo de forma activa y adecuadamente, lo que aumenta su motivación por el desarrollo del mismo.

El ABP es una metodología de gran valía tal y como demuestran diferentes autores en sus trabajos (Benito y otros, 2005; Alfaro y otros, 2006; Amante y otros, 2007).

Con el ABP es posible trabajar las siguientes competencias transversales (García, 2009):

- | | |
|--|--|
| • Planificación y gestión del tiempo | • Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica |
| • Comunicación oral y comunicación escrita | • Aprendizaje autónomo |
| • Utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) | • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones |
| • Gestión de la Información (búsqueda, selección e integración) | • Innovación y creatividad |
| • Resolución de problemas | • Iniciativa y espíritu emprendedor |
| • Toma de decisiones | • Responsabilidad |
| • Razonamiento crítico | • Autoconfianza |
| • Conciencia de los valores éticos. | • Capacidad de análisis y síntesis |

Aprendizaje Basado en Proyectos en Instrumentación Industrial y Medida

Aplicación de ABP en Instrumentación Industrial y Medida

La calificación final de la asignatura Instrumentación Industrial y Medida se basa en:

- Trabajos: 45%
- Prácticas: 20%
- Conocimientos teóricos: 35%

Dentro de los trabajos se encuentra la realización del ABP que se presenta en los siguientes apartados. Los conocimientos teóricos y las prácticas son actividades necesarias para poder completar el proyecto. Aunque el ABP suele realizarse en grupos, dada la alta carga de TICs y de trabajo individual del proyecto, el mismo se realiza en solitario.

Caso de estudio

Los alumnos reciben el siguiente enunciado para realizar el proyecto:

Cada alumno tiene que realizar, de manera individual, un banco de pruebas de un producto basado en Labview y una tarjeta de adquisición de datos. Las entradas de la DAQ se simularán con controles de Labview. El vi tendrá que analizar, como mínimo, una característica del producto elegido.

El diagrama de bloques del vi deberá contener, obligatoriamente, un bucle while, una secuencia y una máquina de estados.

El alumno tendrá que buscar un sensor comercial para realizar el test elegido, y analizar cómo convertir la salida en eléctrica del sensor en la magnitud elegida.

Se adjunta el ejemplo de un vi de un banco de comprobación de luminarias led, el cual realiza un test de luminosidad (lux) y un test de consumo (W).

Cada alumno tendrá que entregar:

- *Programa (vi) realizado en Labview.*
- *Memoria del/los sensor/es elegidos y analizados. Tal y como se realiza en clase.*

Como puede observarse el trabajo se centra en realizar un banco de pruebas o test de un producto. En este caso cabe destacar el trabajo de coordinación existente en el centro, ya que los alumnos han tenido la asignatura de Control de Calidad en el primer cuatrimestre, de modo que conocen las diferentes acciones que se pueden realizar para llevar a cabo un control de calidad de un producto, o un banco de pruebas. La elección del producto o dispositivo a *testear* es de libre elección para el alumno. Esto conlleva una mayor predisposición y motivación por su parte. También se les ofrece la posibilidad realizar el trabajo de algo relacionado con su Trabajo Fin de Grado (TFG) a modo de completarlo o darle valor añadido.

Javier de las Morenas, Fernando Martínez y María Ángeles Carrasco

Además del enunciado al alumnado se les ofrece el ejecutable de un ejemplo de banco de pruebas de comprobación de luminarias. La imagen de dicha aplicación se muestra en la Figura 1.

Formación previa

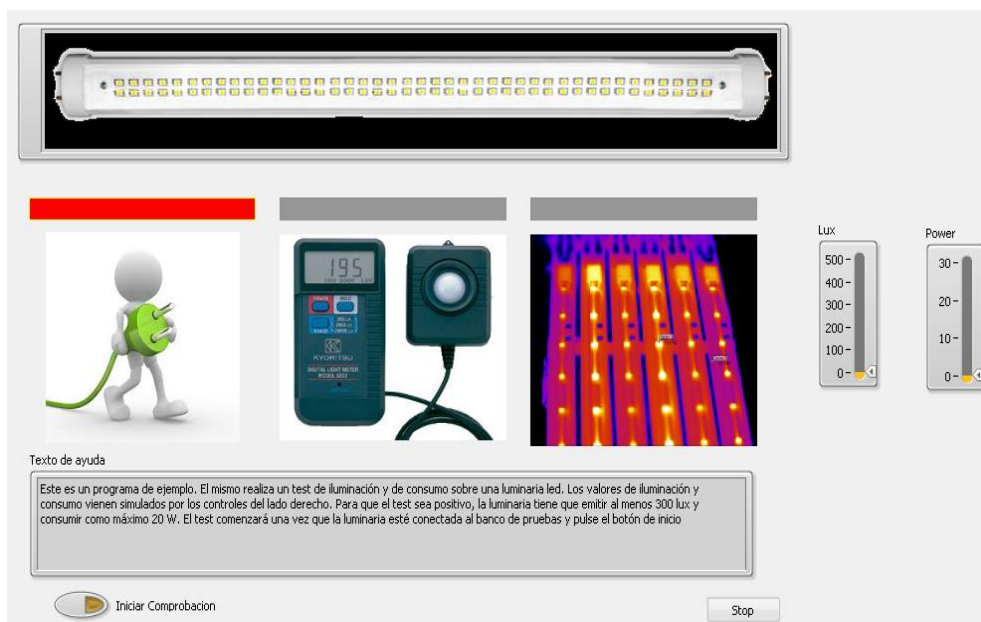
Antes de poder realizar una tarea de esta envergadura los alumnos reciben una formación previa tanto de sensores como de Labview.

Desde el punto de vista de los sensores, siguiendo la guía docente de la asignatura (UCLM, 2015), el alumno estudia las diferentes alternativas de sensores, que principalmente pueden clasificarse como (Pérez García, 2010):

- Resistivos. Sus mediciones se basan en variaciones de su resistencia eléctrica.
- Capacitivos. Mediciones basadas en la variación de la capacidad entre dos conductores separados por un dieléctrico en respuesta de alguna magnitud física donde se encuentre el sensor.
- Inductivos. Basados en la variación de la autoinductancia de la bobina que contienen.

Esta formación es teórica y estudia los fenómenos en los que se basan cada uno de los sensores. Adicionalmente, se estudian sensores comerciales para analizar las hojas de características

Figura 1. Ejemplo de aplicación



Aprendizaje Basado en Proyectos en Instrumentación Industrial y Medida

de los mismos y saber interpretar la información contenida en ellas.

Los sensores analizados son los siguientes:

- Célula de carga S415 de la casa SMD.
- Sensor de par 8645-5075 de Burster.
- Sensor de presión TR44X2M2AF12V de FOX
- Sensor inductivo XS612B1PAL2 de Schneider Electric

Desde el punto de vista de Labview, indicar que Labview (National Instruments, 2015) de National Instruments (NI) es el software por excelencia en Instrumentación Virtual. Dada su inclusión en el mercado y la multitud de soluciones que se encuentran a su alcance por la gran variedad de tarjetas de adquisición de datos y sistemas de control embebidos disponibles, bajo un entorno de programación gráfico, conlleva que sea obligatoria su enseñanza a los alumnos.

Dado que el software requiere una licencia, de precio elevado, y las versiones de prueba son sólo de 30 días, la asignatura se incluyó dentro del Programa Académico de NI, por el cual NI ha donado 1600 licencias completas de 6 meses de manera gratuita para los alumnos. De este modo se pudo ofrecer a los alumnos la posibilidad de trabajar desde casa y avanzar en su proyecto.

La forma para conseguir las licencias consistió en que cada alumno se inscribía de manera online con un formulario en la página de NI y la posterior validación del profesor de esos alumnos, tras la cual recibían dicha licencia.

La formación que reciben los alumnos de Labview previa al proyecto se basa en prácticas de laboratorio en las que se va formando al alumnado en las características de Labview, su programación y funciones. Remarcar que éstas, son sesiones eminentemente prácticas en las que el alumno va conociendo poco a poco el entorno de la aplicación. En las mismas se enseñan las funciones while, secuencia y máquina de estados, funciones obligatorias en el desarrollo del Proyecto.

Rúbrica de Evaluación

Los proyectos fueron evaluados mediante la entrega de una memoria y la defensa y presentación de los Proyectos ante el profesor de la asignatura.

Para evaluar el trabajo se empleó una rúbrica y una escala cualitativa:

A- Excelente (10)

B- Bien (8)

C- Regular (6)

Javier de las Morenas, Fernando Martínez y María Ángeles Carrasco

D- Mal (4)

E- Muy Mal (2)

En la Tabla 1 se muestran los puntos de evaluación que incluye la rúbrica:

Tabla 1. Rúbrica de evaluación

PROYECTO		A	B	C	D	E
1.	Originalidad de la idea:					
2.	Viabilidad:					
PROGRAMACIÓN						
3.	Bucle while:					
4.	Secuencia:					
5.	Máquina de estados:					
6.	Implementación:					
7.	Nivel de programación:					
8.	Funcionalidad:					
PRESENTACIÓN						
9.	Maquetación del programa:					
10.	Intuitividad de manejo:					
SENSOR						
11.	Idoneidad del sensor:					
12.	Análisis del sensor:					
13.	Variedad/cantidad:					

La nota final del proyecto se obtiene de calcular la media entre los 13 aspectos anteriores. Los alumnos no sólo programan una aplicación en Labview, sino que tienen que hacer una selección de sensores dentro de distribuidores comerciales que ya conocen y adaptar las señales generadas por los sensores y recibidas en Labview (normalmente tensión o intensidad) a mag-

Aprendizaje Basado en Proyectos en Instrumentación Industrial y Medida

nitudes físicas (presión, temperatura,...). Destacar cómo desde el 2º curso del Grado ya se les inicia en el uso de hojas de características de integrados digitales y semiconductores y en 3º se profundiza más en ellos.

Resultados

En esta actividad participaron el 77% de los alumnos matriculados en la asignatura. La nota de los proyectos varió entre 10 y 6,77 puntos. La temática de los mismos fue muy dispar (bombas centrífugas, sensores de distancia ultrasónicos, aceites, fugas en depósitos), existiendo proyectos que se salían del contexto propuesto de realizar un banco de pruebas y dando un paso más allá realizando el control de procesos (para lo cual también está concebido Labview), como el control de una central generadora de gas o el control de temperatura de una cámara frigorífica.

No existe la posibilidad de comparar los resultados de años anteriores con los alcanzados en el presente curso académico, ya que es la primera vez que se hace esta actividad. Anteriormente la forma de valorar que el alumno había adquirido unos conocimientos mínimos era mediante un examen de Labview en el que se le proponía al alumnado resolver (programar) una actividad. Si se comparan las calificaciones que obtenían los alumnos en ese examen con los de este curso, los resultados han sido muy superiores con la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos.

Desde el punto de vista de la motivación, al estudiar los resultados obtenidos por los alumnos deja intuir que la actividad les ha gustado. No se ha hecho una encuesta de satisfacción de la actividad, pero manteniendo conversaciones personales con ellos, mostraron su interés por el proyecto, implicación y motivación. Al ser un trabajo en el que su esfuerzo se plasmaba en el resultado final, repercutía en que los alumnos estuviesen muy animados, e incluso, alguno de ellos llegaron a expresar que estaban “enganchados” con el proyecto y querían seguir mejorándolo.

En cursos venideros se tiene previsto realizar una encuesta para obtener una realimentación más exacta de los alumnos que sirva para mejorar la actividad. También es importante comentar que la carga inicial de formación previa se extendió más de lo deseado en el tiempo, lo que conllevó que la realización del proyecto fuese al final del cuatrimestre, lo que supuso una sobrecarga de trabajo para los alumnos. Este aspecto también se quiere mejorar, planificando la actividad de tal manera que sea posible iniciarla, al menos, a mediados de cuatrimestre.

Otro resultado positivo del proyecto ha sido la propuesta de varios alumnos de realizar su Trabajo Fin de Grado con la herramienta Labview en el desarrollo del control de una central o similar o ampliar el Proyecto que han iniciado.

Javier de las Morenas, Fernando Martínez y María Ángeles Carrasco

Conclusiones

A lo largo de este trabajo se ha mostrado la forma en la que se ha llevado a la práctica el Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura de Instrumentación Industrial y Medida. El mismo se ha basado en la búsqueda y estudio de sensores y su utilización en Labview para llevar a cabo un sistema de control de calidad o banco de prueba de productos.

El desarrollo de este tipo de actividad tiene que estar muy bien planificado, ya que en primer lugar es necesario un tiempo de formación para que los alumnos adquieran los conocimientos que luego tendrán que aplicar para resolver el proyecto/problema propuesto. Así mismo, es necesario proporcionar las herramientas TICs que necesitarán para realizar la solución propuesta y tiempo suficiente para ponerla en práctica.

En este tipo de actividades la motivación de los alumnos aumenta en gran medida y cambia completamente la percepción que tienen de la asignatura. En este sentido cabe destacar que verdaderamente el alumno se convierte en el protagonista del aprendizaje y es el que marca los límites del aprendizaje.

Referencias

- Alfaro I., Apodaca P., Arias J., García E., Lobato C. (2006). *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior*. Ed. Alianza Editorial. 316 pp.
- Amante B., Romero C., Peñuela J. A. (2007). Aceptación de la metodología de aprendizaje colaborativo en diferentes ciclos de carreras técnicas. *Cuadernos de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas Universitarias 1*(1), 65-74.
- Benito A., Cruz A. (2005). *Nuevas claves para la Docencia Universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Ed. Narcea Ediciones. 144 pp.
- Blumenfeld P. C., Soloway E., Marx R. W., Krajcik J. S., Guzdial M., Palincsar A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist 26*(3-4), 369-398.
- de Miguel Díaz M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Ed. Universidad de Oviedo. 197 pp.
- García M. J. (2009). *Evaluación por competencias transversales*. Disponible en: http://www.fib.upc.edu/eees/cicleactivitats_08-09/mainColumnParagraphs/05/text_files/file/EvaluacionCompetenciasTransversales.PDF.
- Gómez Cristobal J. A., Ordieses Meré J., Ruiz de Adana Santiago M. M. (2003). Metodología PBLE como guía del proceso de aprendizaje en ingeniería. Primeros pasos en la UR. *Contextos educativos 6-7*, 277-294.
- Lavios J. J., Mariscal M. A., Peña T., Varona J. M., López E. M. (2015). Orientación de una asignatura de Economía de la empresa en las Ingenierías hacia el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Innovación*

Aprendizaje Basado en Proyectos en Instrumentación Industrial y Medida

educativa en las enseñanzas técnicas. Ed. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. II, 957-967.

Martí J. A., Heydrich M., Rojas M., Hernández A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Universidad EAFIT* 46(158), 11-21.

National Instruments (2015). *Labview*. Disponible en: <http://www.ni.com/labview/esa/>.

Pérez García M. Á. (2010). *Instrumentación electrónica*. Ed. Ediciones Paraninfo, SA. 862 pp.

Schank R. C., Berman T. R., Macpherson K. A. (1999). Learning by doing. *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* 2, 161-181.

UCLM (2015). *Guía electrónica de Instrumentación Industrial y Medida*. Disponible en: <https://guiae.uclm.es/vistaPrevia/18871/999>.

Taller de Energías Renovables: Una nueva forma de aprender y desarrollar la imaginación creando conceptos.

Rico Secades, Manuel; Calleja Rodríguez Antonio J.; Lopez Corominas Emilio; Ribas Bueno Javier

University of Oviedo IEEE senior member - Ce3i2 group Asturias - Spain mrico@uniovi.es

Abstract

The WRE (Workroom on Renewable Energy) is an offer for students projects (degree, master, pre-doc (PhD) or pos-doc), to be performed in a multidisciplinary context around Renewable Energy and Environmental Issues.

WRE is running since 2010. WRE is based on a methodology of project-based learning (PBL) and seeks to promote teamwork, multidisciplinary, technical proficiency in English and promoting collaboration and business participation. One important goal is to encourage and to improve creativity of students.

WRE also aims to be a learning platform for the presentation of works and papers in journals and conferences, promoting the work of initiation into these aspects of the disclosure and dissemination of knowledge.

WRE try to cover a wide range of technological activities in a multidisciplinary context of collaboration. The main topics covered for WRE are renewable energy, energetic efficiency, power electronics and environmental issues.

Keywords: *Renewable Energy, Energy Efficiency, Power Electronics, Project Based Learning (PBL)..*

Resumen

El WRE (Workroom on Renewable Energy) o “taller de energías renovables”, es una oferta de proyectos para estudiantes (grado, master y pre y pos doctoral) para ser realizados en un contexto multidisciplinar en el que se incluyen el campo de las Energías Renovables y consideraciones medioambientales de integración en el entorno.

El WRE está en marcha desde 2010. Está basado en la metodología del “aprendizaje basado en proyectos” PBL “Project Based Learning”, y busca promover la capacidad de desarrollo de trabajos en grupo, de carácter mul-

Taller de Energías Renovables: Una nueva forma de aprender y desarrollar la imaginación creando conceptos.

tidisciplinar, mejorar dominio del inglés técnico y promocionar la colaboración y participación empresarial.

Otro objetivo importante es fomentar y mejorar la creatividad de los estudiantes.

WRE también pretende ser una plataforma de aprendizaje para la presentación de trabajos y artículos en revistas y conferencias, promocionando la iniciación de los alumnos en las tareas de divulgación y difusión del conocimiento que permitan dar visibilidad al trabajo desarrollado

WRE tratar de cubrir una amplia gama de actividades tecnológicas en un entorno multidisciplinario de colaboración. Los principales temas tratados por WRE son las energías renovables, la eficiencia energética, la electrónica de potencia y las cuestiones ambientales

Palabras clave: *Energías Renovables, Electrónica de Potencia, Aprendizaje basado en proyectos (ABP).*

Introducción

Con los nuevos planes de estudio es obligado reflexionar sobre nuestras metodologías docentes y de investigación. Los cambios a los que el Proceso de Bolonia ha dado lugar no sólo han afectado a la reducción en la extensión de los temarios de las asignaturas que componen el plan de estudios (directa consecuencia del recorte de las horas presenciales del profesor) sino que también han obligado a un profundo cambio en las metodologías docentes a aplicar. En estas metodologías de enseñanza se deben introducir elementos que alienen al estudiante mientras se forma, integrándolo en el proceso de aprendizaje, fomentando el trabajo en equipo y la participación, alentando su capacidad crítica y desarrollando su capacidad de toma de decisiones. Además permite el desarrollo personal ya que al trabajar en grupo, evaluar tus propias decisiones. El planteamiento de un problema real hace que el alumno se implique más y favorece el compromiso del estudiante con la sociedad. Estos planteamientos, unidos a los cambios tecnológicos continuos que hoy día se producen en nuestra rama de conocimiento, hacen que resulte altamente interesante para el alumno embarcarse en “algo real de que gustan” que además permite aprender de una forma más natural y como no, permiten “aprobar”, (que es, al fin y al cabo, el objetivo usualmente más deseado por el alumno)

II. Implementación del WRE en la EPI de Gijón

En este entorno, impulsado por los cambios en el sistema educativo, y con el compromiso de hacer que el alumno se sienta más cómodo y disfrute aprendiendo, nace el WRE

Rico Secades, Manuel; Calleja Rodríguez, Antonio J.; López Corominas, Emilio; Ribas Bueno, J.

“Workroom on Renewal Energy o Taller de Energías Renovables” en el año 2010, como una actividad impulsada desde la asignatura de Electrónica de potencia, asignatura del grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, de la EPI “Escuela politécnica de Ingeniería de Gijón.

WRE surge como una metodología orientada desde el principio a tender un puente entre la formación docente formal y Proyecto Final de Ingeniería (en cualquier nivel, grado o master). Así, el taller WRE impulsa actividades de I+D en el campo de la Eficiencia Energética, Energía Renovable, Conversión de Energía Eléctrica y Electrónica de Potencia. Los temas de ingeniería son muy interesantes y motivadores. , por lo que despiertan el interés de los ingenieros de todas las especialidades.

Fig. 1.- Poster del WRE



Taller de Energías Renovables: Una nueva forma de aprender y desarrollar la imaginación creando conceptos.

Los temas propuestos se enmarcan en diferentes aspectos de la Electrónica de Potencia aplicada a la Conversión de Energía Eléctrica y Energías Renovables concretamente la energía eólica (terrestre y marina), la energía solar, o temas más específicos como fuentes de energías renovables marinas, la energía de las olas y la energía de las mareas. Los proyectos que se proponen o que los alumnos plantean, abordan temas actuales y de gran interés económico como la eficiencia energética relacionada con la iluminación y el uso de diodos LED de alta eficiencia, a través de las redes inteligentes (Smart Grids), el uso eficiente del agua. Es imposible mencionar aquí todos los temas cubiertos, aunque es posible encontrar más detalles de los diferentes temas cubiertos en el sitio WRE [1]

Aunque todos los años se han hecho cambios menores para mejorar el resultado del aprendizaje, la planificación del trabajo del alumno en la asignatura comienza por la elección inicial del alumno acerca de cuál va a ser su plan de trabajo. Y con plan de trabajo nos referimos a si el alumno se va a integrar y formar parte del método de WRE o bien utiliza la metodología tradicional como forma de aprendizaje. Si opta por esta última el alumno asiste de forma regular a clases teóricas, tutorías grupales y de prácticas y al final tiene un examen en el que se le preguntará por la materia cursada durante todo el semestre ya sean cuestiones teóricas o prácticas.

Si el alumno opta por la metodología del WRE es el momento en el que el alumno empieza a tomar decisiones sobre su futuro, el alcance de su trabajo futuro ya que, además de utilizarlo para superar la asignatura, también decide sobre si el trabajo o proyecto seleccionado será la semilla para su futuro TFG, trabajo fin de grado, su TFM, su trabajo fin de master o quién sabe si para su posible doctorado.

En el momento que opta por el WRE el alumno lo primero que debe seleccionar es su proyecto. Generalmente será un proyecto que el propio alumno propone aunque puede optar por un proyecto propuesto por los profesores. Una vez seleccionado el trabajo el alumno debe decidir si forma un grupo de trabajo y que su proyecto forme parte de un proyecto más ambicioso o realiza el trabajo individualmente. Esta última opción se desaconseja al alumno, informándole de que uno de los objetivos fundamentales del WRE es el trabajo en grupo, que además forma parte de la evaluación. Así la mayoría, por no decir todos, son grupos de trabajo formados por varios alumnos. Los profesores de la asignatura informan sobre cómo debe ser el trabajo individual de cada alumno dentro del grupo y de qué se le va a exigir a cada uno de los miembros del equipo. Es decir, el proyecto se divide en partes, repartiendo el trabajo para cada integrante del grupo, y además se definirá de forma muy clara al principio del semestre, cuál es el trabajo individual que realizará cada alumno.

Rico Secades, Manuel; Calleja Rodríguez, Antonio J.; López Corominas, Emilio; Ribas Bueno, J.

Posteriormente al alumno se le informará de cómo es el método de evaluación, qué partes integra este método, y del peso que tiene en la calificación final cada una las partes en las que se ha dividido la asignatura.

El WRE no se queda en el desarrollo de una asignatura, en este caso la electrónica de potencia, sino que es algo más ambicioso, ya que como se ha mencionado anteriormente, forma parte de un proyecto más ambicioso. En la figura 2 se muestra un esquema básico de lo que es el WRE. Aparte de una metodología para poder superar la asignatura, el Taller también promociona los siguientes aspectos formativos relacionados:

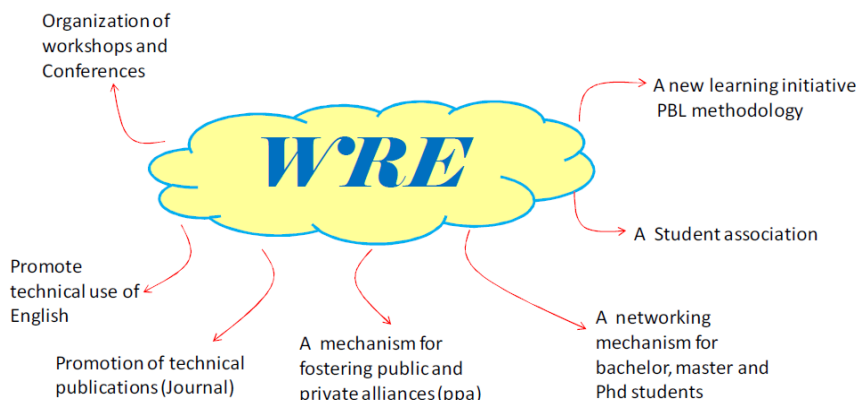
- Organización de conferencias y workshops para animar a los alumnos de grado, master y doctorado a presentar sus trabajos.
- Incentivar y alentar a los alumnos a que presenten sus trabajos en revistas científicas.
- Promover las asociaciones de estudiantes.
- Impulsar mecanismos de fomento de alianzas entre entidades públicas y privadas.
- Favorecer el uso del Inglés Técnico en sus trabajos y especialidad.

De todos estos retos del WRE a los largo de todos estos años se han llevado a cabo muchas propuestas concretas.

1. hemos lanzado una revista donde se publican los resultados de los trabajos más brillantes de los estudiantes que se involucran en WRE.

La publicación es una revista online que se denomina Workrooms Journal on Power Electronics, Renewable Energy and Energy Efficiency (ISSN: 2386-2485).

Fig. 2 ¿Que es el Taller de Energías Renovables?



Taller de Energías Renovables: Una nueva forma de aprender y desarrollar la imaginación creando conceptos.

2. organización de una conferencia internacional, SmartMILE 2013, conferencia del IEEE, fue el colofón al deseo la difusión de resultados de los trabajos de los alumnos. En esta conferencia con la ayuda de Partners se ofertaron becas con las cuales los mejores alumnos pudieron construir sus prototipos y algunos de los resultados fueron aceptados en el proceso de revisión por pares, dando lugar a la presentación en la conferencia.
3. para seguir desarrollando nuestras actividades, el WRE también promueve la posibilidad de cooperación empresarial mediante lo que hemos llamado Asociación WRE.

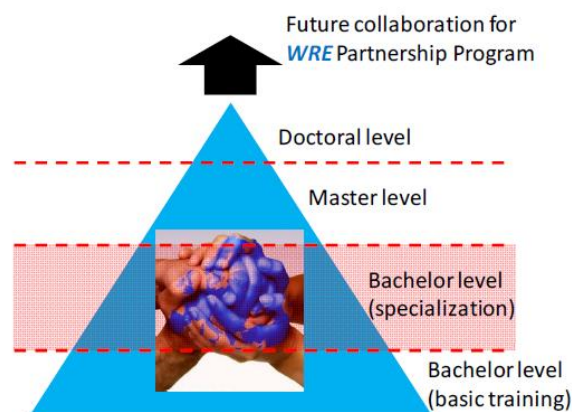
El WRE se implementa en los tres niveles educativos como son el grado, el master y el doctorado.

La implementación del WRE se lleva a cabo desde el nivel más bajo de la formación académica en ingeniería constituido por las asignaturas de la especialidad, en las que el alumno realiza el trabajo en la asignatura para superar la misma.

Posteriormente el alumno, basándose en el trabajo ya realizado, puede modificar su enfoque, ampliándolo y dándole formato como TFG. Si el tema seleccionado es de nivel considerable se puede ampliar dicho trabajo y se puede presentar el mismo como TFM. Posteriormente el paso a doctorado requeriría un esfuerzo mayor para su formación, y el WRE ofrece la posibilidad de hacer la misma dentro de este caparazón.

En la figura 3 se muestra un resumen de esta estructura.

Fig. 3 Implementación del WRE en los diferentes niveles de la Ingeniería.



Rico Secades, Manuel; Calleja Rodríguez, Antonio J.; López Corominas, Emilio; Ribas Bueno, J.

La multidisciplinariedad del WRE es otra de sus características, que se ha marcado como objetivo. Este es el tercer año de la de funcionamiento del WRE y tiene el apoyo de profesores de diversas áreas del conocimiento, entre los que podemos mencionar Tecnología Electrónica, Ingeniería de Fabricación, Ingeniería Eléctrica y Economía Financiera.

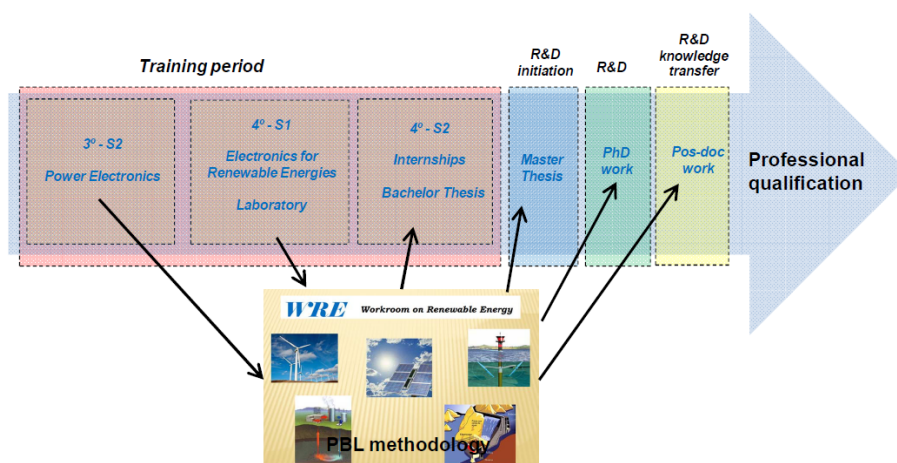
Con bastante esfuerzo, se ha establecido el marco de colaboración que permite el desarrollo de proyectos de colaboración con estudiantes de diferentes especialidades.

Cada vez son más los estudiantes de diferentes especialidades que buscan realizar el trabajo fin de grado o fin de master que buscan realizar con WRE.

Este año, desde la organización de WRE se van a lanzar nuevas iniciativas, ya que son muchas las ideas disponibles para nuevos proyectos.

En la figura 4 se muestra la estructura del WRE dentro de las asignaturas del grado en Ingeniería Electrónica Industrial y que es el que tiene una relación más directa.

Fig. 4 Implementación del WRE en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (EPI-Gijón-Spain)



III. WRE Programa de Partners

El programa de Partners es fundamental en todas las acciones de investigación para poder subvencionar proyectos. El nivel de colaboración empresarial más básico en el Programa de asociación WRE es el “Patrocinador”; esta modalidad apoya financieramente la labor de la WRE, pero no es un promotor de iniciativas o ideas en las actividades del WRE. En este nivel el socio recibe un informe de las actividades normales como son: estado de nuevas ideas e iniciativas y el estado del arte de la tecnología en estos campos de trabajo (vigilancia tecnológica), permite mantener el contacto, el seguimiento y facilita las posibles incorporaciones en el futuro.

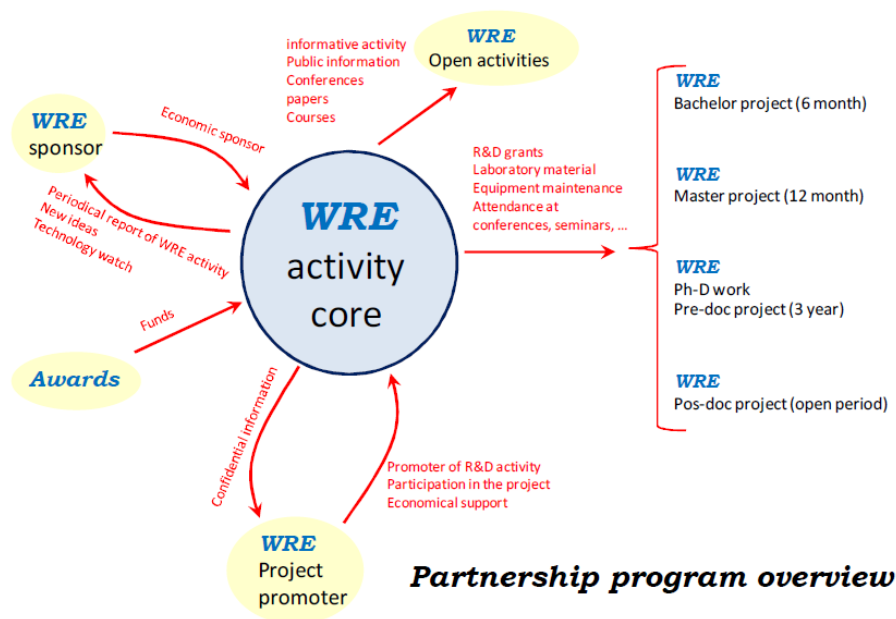
Taller de Energías Renovables: Una nueva forma de aprender y desarrollar la imaginación creando conceptos.

El interés económico del patrocinador se dedicará a financiar becas de formación e investigación, materiales de laboratorio, y la difusión de las actividades del taller así como mantenimiento de equipos. Los Partners puede ser más activos para promover y llevar una actividad WRE con la integración de un estudiante para el desarrollo de su investigación, y que éste se convierta en su trabajo fin de grado o fin de master, o promover el desarrollo de un trabajo de doctorado o incluso llevar una actividad postdoctoral. En este caso el Partner está integrado en el equipo y contribuye a fijar los objetivos del mismo. La información generada por el I+D del trabajo en este caso es confidencial y su divulgación requiere la autorización del Partner.

La actividad postdoctoral dentro del programa de Partners es el más alto nivel de colaboración empresarial y el nivel máximo de la participación de una empresa con el WRE e implica la I+D de mayor complejidad y que hace posibles resultados más ambiciosos. Promover y fomentar la actividad de investigación al más alto nivel, en cooperación con las empresas, es uno de los objetivos más ambiciosos de la iniciativa WRE.

El WRE se compromete en la difusión del trabajo realizado (conferencias y revistas) a mencionar la colaboración de sus Partners

Fig. 5 Programa de Partners del WRE



Rico Secades, Manuel; Calleja Rodríguez, Antonio J.; López Corominas, Emilio; Ribas Bueno, J.

IV. Iniciativa OPENCOURSEWARE del WRE

Durante el desarrollo de los trabajos y proyectos de WRE, se ha identificado la necesidad de proporcionar información general a los estudiantes, así como material de formación y este material común se ha publicado con acceso abierto y gratuito, lo que permite unirse a la iniciativa OCW en general [3].

La iniciativa WRE-OCW nace con el objetivo de proporcionar materiales de aprendizaje gratuitos en el contexto de la Electrónica de Potencia, Energías Renovables y Eficiencia Energética [2].

El contenido del OPENCOURSEWARE incluye desde las presentaciones formales de clase de cada una de las asignaturas a una gran cantidad de documentación que incluye videos, enlaces de interés y documentación variada mediante la que el alumno recibe una gran ayuda para poder afrontar su trabajo sin dificultades y a la que se aporta, además, la selección y organización de una información muy detallada

Fig. 6.- Iniciativa OPENCOURSEWARE del WRE



Los materiales WRE-OCW son abiertos y tienen licencia para su uso libre, por lo que están accesibles a cualquier persona y en cualquier momento a través de internet.

Taller de Energías Renovables: Una nueva forma de aprender y desarrollar la imaginación creando conceptos.

V. Resultados de la implementación de WRE

En estos años de funcionamiento del WRE se han recogido muchas experiencias que han servido para ir corrigiendo en años posteriores aquellos aspectos que pensamos que no habían funcionado como habíamos planificado. Concretamente, se ha ido depurando la metodología PBL (Project Based Learning) aplicada en la asignatura de Electrónica de Potencia 3^{er} curso de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, así como en las asignaturas de 4^o curso como son: Accionamientos Electrónicos y Electrónica para las Energías Renovables y la Regeneración.

En el contexto general de trabajo WRE se ha promovido la integración de diferentes disciplinas, un buen ejemplo de ello es el Trabajo Fin de Grado titulado: "Estudio de análisis técnico, económico y financiero de las estructuras flotantes para la costa" tal y como se refleja en la figura 7. Este fue uno de los primeros trabajos realizados en el contexto WRE.

Fig. 7.- Multidisciplinariedad del WRE (Estudio técnico económico de una granja eólica Offshore), trabajo realizado por un alumno de Ingeniería Mecánica y asesorado por profesores de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Economía y Empresa.



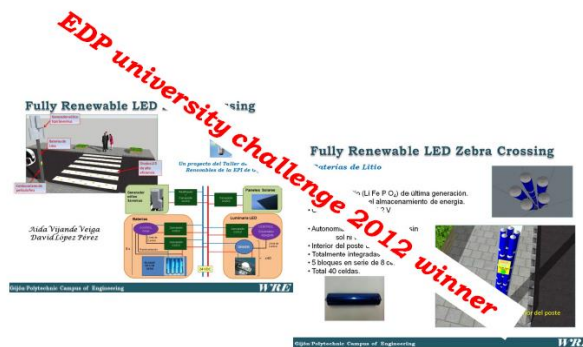
El nivel de los trabajos es bueno, en general, y muchos de ellos han ganado premios y reconocimiento a la calidad del trabajo y esfuerzo para integrar las tecnologías, tanto a nivel local como nacional. Un primer ejemplo de reconocimiento local se muestra en la figura 8, con el trabajo titulado: "Solar-Wind powered lamppost: Structural design and materials" con el que se obtuvo el premio al mejor TFG del ayuntamiento de Gijón dentro de la categoría Energía y Medioambiente. Con la participación en los premios del EDP University Challenge 2012, el WRE alcanza un importante reconocimiento y visibilidad, ya a nivel nacional. En estos premios dos trabajos del WRE han sido finalistas (figura 10), y uno de ellos ha ganado el primer premio (figura 9).

Rico Secades, Manuel; Calleja Rodríguez, Antonio J.; López Corominas, Emilio; Ribas Bueno, J.

Fig. 8.- Primer premio recibido en 2011, “Farola alimentada con Eólica-Solar. Trabajo realizado por una alumna de Ingeniería Mecánica y asesorado por profesores de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Tecnología de Fabricación.



Fig. 9.- EDP University Challenge 2012. Ganador el Proyecto titulado “Paso de Cebra LED con energías renovables” realizado por dos alumnos del Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática.



Este premio, además del reconocimiento, supuso una importante ayuda financiera que, unida a nuevas propuestas de colaboración empresarial atraídas por la visibilidad del premio, ha permitido llevar a cabo nuevas ideas y ha posibilitado la organización de nuevas iniciativas y planes de futuro para el WRE.

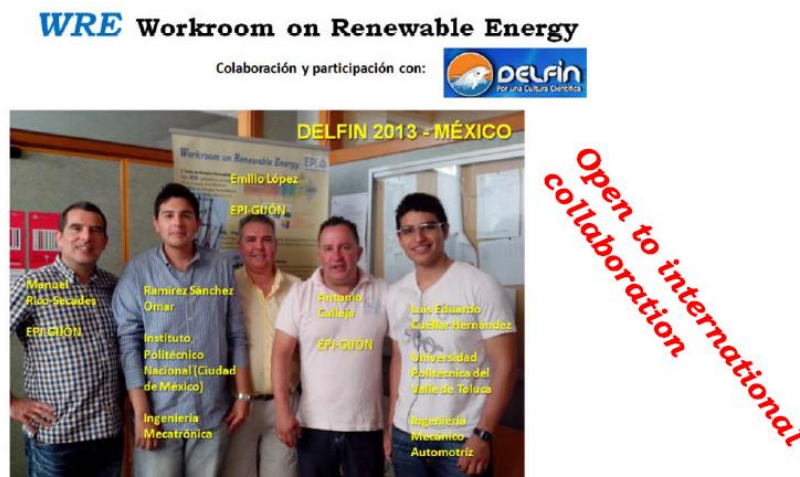
Taller de Energías Renovables: Una nueva forma de aprender y desarrollar la imaginación creando conceptos.

Fig. 10 EDP University Challenge 2012. Granja de generación de energías renovables. Trabajo desarrollado para la obtención del grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática.



Desde el WRE también se busca promover la colaboración Internacional. Dentro de las actividades de internacionalización promovidas, destacar la participación durante dos años consecutivos como colaborador del programa del gobierno mexicano DELFIN, en el que estudiantes mexicanos, “becados por su país”, se integran en las actividades de WRE durante estancias en verano realizando un trabajo sobre temas del WRE que posteriormente presentan en su país en un congreso de estudiantes.

Fig. 11.- WRE abierto a colaboraciones internacionales. WRE con el programa DELFÍN en 2013 (México)



Rico Secades, Manuel; Calleja Rodríguez, Antonio J.; López Corominas, Emilio; Ribas Bueno, J.

Conclusiones

El artículo presenta el WRE de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, una nueva iniciativa que ofrece proyectos a los estudiantes (grado, master, doctorado y postdoctorado), para llevarse a cabo en un entorno multidisciplinar en el contexto de las energías renovables y del medio ambiente.

WRE se basa en una metodología de aprendizaje basado en proyectos (PBL) y busca promover el trabajo en equipo, el dominio del inglés técnico, la promoción de la colaboración y la participación empresarial, en un entorno multidisciplinar.

Un objetivo importante es fomentar y mejorar la creatividad de los estudiantes. WRE también pretende ser una plataforma de aprendizaje para la presentación de trabajos y artículos en revistas y conferencias, iniciando al alumno en estos aspectos de la divulgación y difusión de conocimiento.

WRE abarca una serie de actividades tecnológicas en un contexto multidisciplinar sobre las energías renovables, eficiencia energética, electrónica de potencia y el medio ambiente.

Agradecimientos:

Agradecer la aportación de todos los profesores que colaboran con el Taller de Energía Renovables (WRE).

Agradecer la colaboración de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón - Asturias - España (EPI-Gijón) en la Implementación del WRE.

Reconocer especialmente la ayuda de la empresa NORMAGRUP por su colaboración con el Programa de Partners del WRE.

Reconocer a todos los estudios de ingeniería que participan en proyectos WRE por la colaboración entusiasta con los trabajos WRE.

Este trabajo ha sido apoyado por el Gobierno de España, a través del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) y por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), al amparo del Proyecto de Investigación Ref. RETOS ENE2013-41491-R (LITCITY), lo que ha permitido la financiación de diversos proyectos en el seno del Taller de Energías Renovables.

Referencias:

[1] WRE webpage "<http://workrooms.dieecs.com/wre>"

Taller de Energías Renovables: Una nueva forma de aprender y desarrollar la imaginación creando conceptos.

[2] WRE OpenCourseWare webpage “<http://workrooms.dieecs.com/wre/WRE-OCW>”

[3] WRE OpenCourseWare Consortium
“<http://www.ocwconsortium.org/en/aboutus/whatisocw>”

[4] VCU-Virginia Commonwealth University
http://www.vcu.edu/cte/resources/nfrg/11_07_problem_based_learning.htm”

[5] University of Cincinnati -Problem-Based Learning Faculty Institute.
“<http://www.udel.edu/pbl/uc/>”

Diseño preliminar de una planta de valorización de residuos de industrias agroalimentarias en la región de Castilla-La Mancha

E. Lacasa^a, C.M. Fernández-Marchante^b, C. Sáez^c, M.A. Rodrigo^d y P. Cañizares^e

^aDepartamento de Ingeniería Química, E.S. de Ingenieros Industriales, Campus de Albacete (Engracia.Lacasa@uclm.es), ^bDepartamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, Campus de Ciudad Real (^bCarmenm.fmachante@uclm.es, ^cCristina.Saez@uclm.es, ^dManuel.Rodrigo@uclm.es, ^ePablo.Canizares@uclm.es)

Abstract

The current situation of European convergence of new titles necessitates the incorporation of these face workshops for students to initiate them in a real job environment. The overall objective of this seminar was to demonstrate the technical and economic feasibility in the valorization of wastes from agri-food industries, in the subject of industrial waste management and soil decontamination of 4th course the Grade in Chemical Engineering. The teaching methodology applied let students to develop critical skills to defend a project before a heterogeneous social group simulated by the own students.

Keywords: Industrial waste management, valorization, innovation, project design

Resumen

La actual situación de convergencia europea de los nuevos títulos hace necesaria la incorporación de seminarios prácticos para introducir a los alumnos en un contexto real de trabajo. El objetivo general de este seminario ha sido demostrar la viabilidad técnica y económica de la valorización de residuos de industrias agroalimentarias, en la asignatura de Gestión de residuos industriales y recuperación de suelos de 4^o curso de Grado de Ingeniería Química. La metodología didáctica aplicada permite a los alumnos desarrollar capacidades críticas para defender su proyecto delante de un colectivo social heterogéneo simulado por los propios alumnos.

Palabras clave: Gestión de residuos industriales, valorización, innovación y diseño de proyectos.

Diseño preliminar de una planta de valorización de residuos de industrias agroalimentarias en la región de Castilla-La Mancha

Introducción

Después del proceso de convergencia europea de las universidades españolas, estas tienen el objetivo de obtener un perfil profesional de sus titulados con competencias para realizar tareas de análisis, evaluación, diseño y gestión en la organización de ingeniería dentro de los enfoques principales, la gestión de las operaciones y la gestión y la dirección estratégica de la organización (Mula y col, 2008).

El concepto de calidad de vida es introducido por Schalock y col. (2008), se utiliza cada vez más en el campo de las habilidades intelectuales como un marco conceptual y de medición para la planificación y evaluación de programas. Este seminario persigue desarrollar las habilidades y competencias de los alumnos en un ambiente distendido donde pueden interaccionar libremente simulando actividades propias del mundo laboral/profesional que corresponden con esta formación.

Se deben considerar diferentes aspectos al analizar la evolución de la metodología y la organización aplicada en el plan de estudios de la titulación de Ingeniería Química. Para comprobar los avances de los estudiantes, además de una serie de pruebas periódicas, se realizan exposiciones de trabajos y seminarios prácticos que tendrán una ponderación del 30 % de la nota final. Toda la información sobre las fechas y material necesario para el desarrollo de los distintos seminarios y exposiciones está disponible, desde el inicio del curso académico, en la web de la UCLM (www.uclm.es) y en Moodle. El uso de la plataforma de enseñanza Moodle (Moodle 2010), como recurso tecnológico para la difusión de cualquier asunto de enseñanza (Luque y col., 2012), es una herramienta que permite una interacción profesor/alumno de un modo rápido y eficaz.

Se introduce el uso de nuevas tecnologías, adquiriendo importancia el uso de portátiles y software específicos. Las aulas están dotadas de enchufes eléctricos en las propias mesas de trabajo, lo que permite al estudiante trabajar con su propio ordenador, y conexión a internet a la red de la universidad. Los nuevos programas utilizados en el tema también están disponibles en Moodle.

Este seminario persigue fomentar una metodología de trabajo participativo mediante la asignación de actividades y el seguimiento, registro y control de las mismas. Además pretende fomentar la motivación y la resolución de conflictos e interdependencia de los alumnos (Luque y col, 2012). A los alumnos se les asigna un rol similar al que se podrán enfrentar cuando se incorporen al mundo laboral y tengan que realizar la defensa de un determinado proyecto. Así, los alumnos simularán que son directivos de empresa, jefes de departamento, funcionarios de la consejería de medio ambiente, políticos a distintos niveles, etc. El alumno será conocedor de las funciones que representa cada una de estas figuras y, en un debate abierto y moderado por el profesor, luchará por defender sus correspondien-

E. Lacasa, C.M. Fernández-Marchante, C. Sáez, M.A. Rodrigo y P. Cañizares

tes intereses, con el fin de llegar a un entendimiento entre todas las partes implicadas para la puesta en marcha o no del proyecto.

Contexto

La asignatura de Gestión de Residuos Industriales y Recuperación de Suelos se encuadra en el 2º cuatrimestre de 4º curso de Grado de Ingeniería Química.

En esta asignatura se sitúa a los alumnos ante la gran preocupación ambiental y de salud por los problemas que originan los residuos, principalmente los denominados peligrosos (Colomer Mendoza y Gallardo Izquierdo, 2007; Contreras López, et al. 2006). La experiencia ha demostrado que para lograr un manejo adecuado de los residuos peligrosos, es necesaria una infraestructura que facilite tomar las acciones necesarias. Se entiende que una adecuada gestión es aquella que contempla los procesos de generación, de manipulación, de acondicionamiento, de almacenamiento, de transporte, de nuevo almacenamiento y de destino o tratamiento final, todo ello sin causar impactos negativos ni al medio ambiente ni a los seres vivos, y a ser posible, con un coste reducido (de Lucas Martínez et al., 2015).

Además, también hay que ligar dicha preocupación a la amenaza del cambio climático causado, en gran medida, por las elevadas emisiones de CO₂ y el efecto invernadero que provocan. Es sabido que aproximadamente el 13 % del anhídrido carbónico total, causante del aumento de la temperatura atmosférica, es generado por los motores de los automóviles y se mide en áreas de alta concentración urbana. El protocolo de Kioto obliga a los países que lo han ratificado, a cumplir con los objetivos impuestos sobre reducción de emisiones CO₂/SO₂ y otros gases que producen el denominado efecto invernadero. En estas condiciones, los biocombustibles están llamados a desempeñar un papel fundamental como sustitutos de los combustibles fósiles, especialmente para aplicaciones de transporte, calefacción e industria (Vicente y col., 2007). Si la energía se obtiene de los cultivos, éstos previamente han de fijar anhídrido carbónico para efectuar la fotosíntesis, con lo cual las emisiones disminuirían considerablemente e incluso se cerraría el ciclo de CO₂. No se puede olvidar que el 80 % de la energía mundial se basa en los combustibles fósiles, fundamentalmente carbón y petróleo y que las reservas petrolíferas se agotarán en un futuro cercano. El petróleo representa un 33,6 %, el carbón un 29,6 %, el gas natural un 23,8 %, la energía hidroeléctrica un 6,5 %, la energía nuclear un 5,2 % y las energías renovables un 1,3 %, según el consumo de energía primaria mundial en 2010 (BP Statistical Review of World Energy, 2011). No obstante, el aumento continuado del precio del petróleo, los problemas medioambientales y la dependencia de suministro de zonas geopolíticamente inestables ponen de manifiesto que el modelo energético basado en los combustibles fósiles es insostenible.

Una vez planteadas las problemáticas actuales y cuando los alumnos han adquirido los conocimientos impartidos en esta asignatura. Se les propone buscar soluciones, como futuros profesionales responsables del desarrollo sostenible. Para ello, se les plantea realizar un

Diseño preliminar de una planta de valorización de residuos de industrias agroalimentarias en la región de Castilla-La Mancha

simulacro de una actividad real a la que algunos de ellos puedan conducir su vida profesional, como es la de diseñar proyectos industriales (Cabra Dueñas et al., 2010). Para acercarlos más aun a la realidad se le plantea participar en el proyecto PROLAVE (<http://www.provalueproject.eu/>). Este proyecto amplía el alcance técnico a subsectores altamente representativos de este espacio europeo, generadores de un significativo volumen de subproductos: transformados vegetales (inclusive vino y aceite), transformados cárnicos y transformados de pescado. Se pretende así facilitar soluciones concretas de valorización de residuos aplicables y viables a todo el tejido empresarial agroalimentario SUDOE (Programa de cooperación territorial de España, Portugal y sur de Francia) y crear una masa crítica de innovación en el espacio europeo en este ámbito técnico que permita seguir desarrollando soluciones más efectivas. Como resultado de esta actividad, los alumnos tendrán que identificar la solución de valorización más adecuada para cada tipo de residuo objeto de estudio y evaluar los costes de implantación de esta solución, reforzando así la competitividad y capacidad de innovación; y reducirán el impacto ambiental de las industrias actuales.

Además, la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, establece el marco jurídico de la Unión Europea para la gestión de los residuos a la vez que manifiesta la importancia en la prevención, para evitar que un producto se convierta en residuo. Así, se pretende reducir la cantidad y características nocivas de los residuos, a nivel tanto de impactos adversos sobre la salud humana como en el medio ambiente. La transposición de esta Directiva al derecho español por la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, aboga por maximizar el aprovechamiento de los recursos y minimizar los impactos de la producción y gestión de residuos. Esta Ley incorpora un principio de jerarquía en la gestión de residuos que ha de centrarse, entre otros, en el reciclaje u otro tipo de valorización (incluida la valorización energética) de los residuos para contribuir a la lucha contra el cambio climático. Dentro de estos principios, se podrían situar los residuos procedentes de industrias vitivinícolas para la producción de biodiesel, los aceites usados domésticos para la fabricación de jabones o detergentes, etc.

De esta manera, y con el objetivo de dar a conocer a los alumnos la importancia de realizar una apropiada gestión a los residuos industriales, se propone una actividad práctica que pretende simular la evolución para la puesta en marcha de un proyecto de valorización de residuos de las industrias vitivinícolas y oleicas para la obtención de biocombustibles (Fernández-Marchante, 2012).

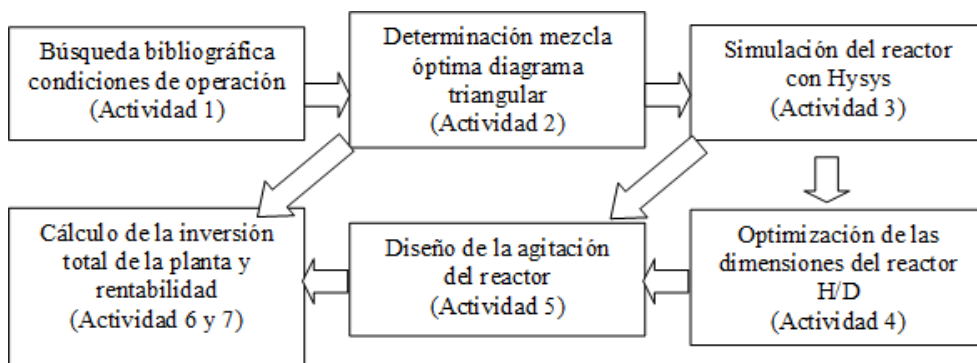
E. Lacasa, C.M. Fernández-Marchante, C. Sáez, M.A. Rodrigo y P. Cañizares

Objetivos

Para ello se plantearon los siguientes objetivos específicos en clase, los cuales se esquematizan en la Figura 1:

1. Búsqueda de un artículo científico en el que se detallen las condiciones de operación del proceso de transesterificación.
2. Estimación de la mezcla óptima de aceites de granilla y alperujo (oliva) para garantizar que el biodiesel obtenido tenga buena calidad.
3. Simulación del reactor de conversión de la reacción de transesterificación R-20 en Hysys para alcanzar una conversión de ésteres metílicos de un 100%.
4. Optimización la relación H/D, una vez conocido el volumen del reactor, para minimizar los costes.
5. Cálculo de la potencia de agitación del reactor de conversión R-20.
6. Estimación de la inversión total de la planta.
7. Cálculo de la rentabilidad de la planta.
8. Defensa de la viabilidad técnica y económica del proyecto.

Figura 1. Esquema de las distintas actividades que los alumnos tienen que preparar previas a la defensa del proyecto



Diseño preliminar de una planta de valorización de residuos de industrias agroalimentarias en la región de Castilla-La Mancha

La consecución de estos objetivos permite a los alumnos adquirir una metodología de trabajo enfocada al aprendizaje en la búsqueda de bibliografía relacionada con un tema concreto, elaborar un diseño preliminar de una planta de valorización de residuos de industrias agroalimentarias, realizar una evaluación técnica y económica del proyecto y finalmente, defender su propuesta delante de sus propios compañeros que actuarán como representantes críticos a distintos niveles en la empresa, política, instituciones y sociedad.

Desarrollo

Previamente a los alumnos se les informó en una sesión magistral, para introducirlos en el proyecto que se pretende abordar. Se programó una serie de actividades para dar respuesta a los aspectos más relevantes de la temática propuesta:

- Influencia de la composición de las materias primas en la calidad del biodiésel.
- Optimización de los métodos, y de las condiciones de operación, ensayados en las etapas de extracción, refinado y transesterificación del aceite de granilla de uva.
- Estudio de la extracción del aceite de semilla de jatropha (12 % en peso de ácidos grasos libres) con fluidos supercríticos. Análisis de la influencia de distintas variables de operación en el rendimiento de extracción del aceite y en el contenido de ácidos grasos libres.
- Estudio de la influencia del tipo de catalizador, naturaleza de las materias primas y tipo de reactor en los procesos de esterificación de los aceites ácidos (aceite de alperujo y jatropha) y grasas.
- Estudio de la viabilidad técnica de la pervaporación para la deshidratación del etanol. Análisis de la influencia de la temperatura y la composición del alimento en el rendimiento de la membrana en términos de productividad y selectividad.
- Estudio de la viabilidad económica de una planta de valorización de residuos de las industrias vitivinícola y oleícola.

En primer lugar, se les informó de la influencia del perfil de ácidos grasos de los aceites vegetales en las propiedades del biodiésel. De los diez aceites seleccionados, entre ellos aceites convencionalmente usados para producir biodiésel (palma, soja, colza, girasol, maíz y cacahuete) y aceites vegetales que hay en la región como almendra, girasol alto oleico, granilla de uva y oliva. Así, se realizó la transesterificación de estos diez aceites vegetales refinados utilizando metóxido potásico como catalizador y condiciones de reacción estándar. La calidad del biodiésel fue analizada de acuerdo a la norma UNE-EN 14214, 2010. Se

E. Lacasa, C.M. Fernández-Marchante, C. Sáez, M.A. Rodrigo y P. Cañizares

identificaron los parámetros críticos, es decir, aquellos parámetros que no cumplían las especificaciones de calidad de la norma que corresponden con las distintas zonas del diagrama triangular que se muestra en la Figura 2.

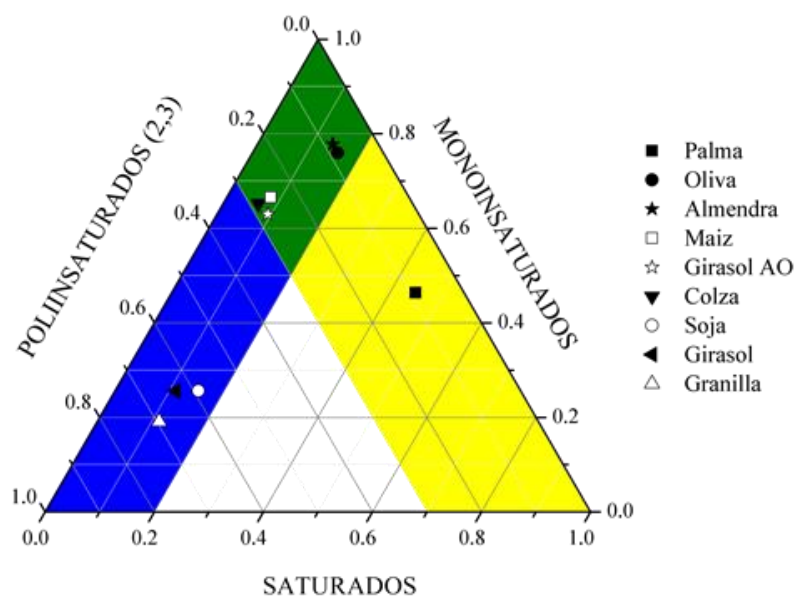


Figura 2. Diagrama triangular que relaciona el perfil de ácidos grasos de los aceites con las propiedades del biodiesel

Conocida la influencia del perfil de ácidos grasos de los aceites vegetales en las propiedades del biodiésel para así alcanzar la mejor calidad del mismo, en la actividad 2, se les pidió que obtuvieran la mezcla óptima oliva/granilla.

Se les informó a los alumnos de los diferentes métodos de extracción, refinado y transesterificación del aceite de granilla de uva. El aceite refinado se transesterificó con metanol y con etanol, para comparar las propiedades de los ésteres metílicos y etílicos de granilla. En ambos casos, la conversión alcanzada de ésteres metílicos y etílicos fue superior al 97 % en peso. Se les propuso a los alumnos que identificaran los artículos científicos donde se habían publicado las condiciones de operación mencionadas.

Diseño preliminar de una planta de valorización de residuos de industrias agroalimentarias en la región de Castilla-La Mancha

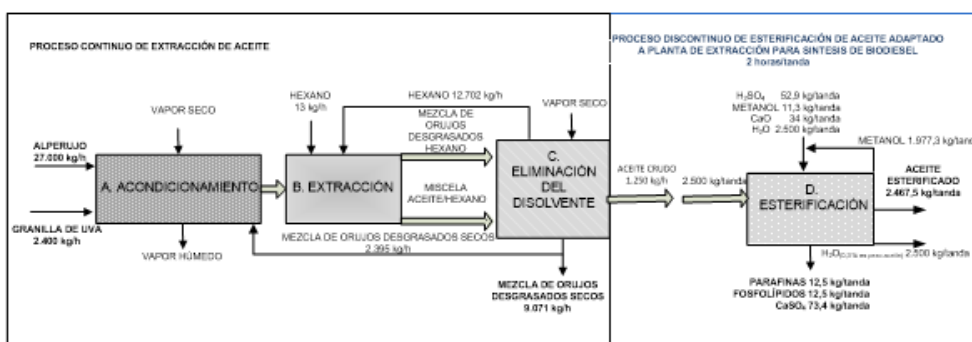
Cuando el contenido de ácidos grasos libres, de un aceite vegetal o grasa, es superior a un 3 % en peso es conveniente esterificar los ácidos grasos libres en una etapa previa a la transesterificación. Por ello, en el caso del aceite de alperujo que presentó un contenido de ácidos grasos libres de un 4,75 % en peso, fue necesario esterificarlo.

La actividad 3 pretende ser un repaso de los conocimientos adquiridos de simulación con Hysys, y para ello tiene que diseñar el proceso de transesterificación con las condiciones mencionadas en el artículo científico obtenido de la resolución de la actividad 2.

Se les indicó a los alumnos que determinaran la potencia de agitación (Actividad 5) obtenida para el reactor de la planta de transesterificación, una vez optimizada la relación H/D (actividad 4), mediante análisis dimensional y factores de forma para obtener las semejanzas geométricas.

Una vez demostrada la viabilidad técnica del cambio de escala de laboratorio a planta piloto y diseñada la planta de transesterificación. Se les planteó el estudio la viabilidad económica de la planta de transesterificación de la mezcla de aceites de alperujo y granilla, obtenida en la actividad 2 y cuyo diagrama de bloques se muestra en la Figura 3. Para ello, en la actividad 7 se realizó un análisis económico de dicha planta de valorización de residuos de las industrias agroalimentarias con una capacidad de producción de biodiesel y de biomasa de 10.000 t/año y 73.000 t/año, respectivamente. Del análisis de flujo de fondos se obtuvo un VAN de 15,5 M€ y un TIR del 20,83 % lo que indica que es viable económicamente, además de la sinergia que crearía esta planta con las industrias agroalimentarias y las industrias de producción de biodiésel y de generación eléctrica a partir de biomasa en Castilla-La Mancha.

Figura 3. Diagrama de bloque correspondiente a la planta de extracción de aceite y recuperación de disolventes junto con la adaptación de una planta de transesterificación.



E. Lacasa, C.M. Fernández-Marchante, C. Sáez, M.A. Rodrigo y P. Cañizares

Finalmente y como colofón de todas las actividades, una vez que los alumnos han desarrollado el diseño preliminar de la planta de valorización de residuos de industrias agroalimentarias, tienen que defender la viabilidad técnica y económica del proyecto delante de un colectivo heterogéneo que representa la sociedad. Para ello el profesor, antes de comenzar la defensa del proyecto, asigna 5 tipos de roles diferentes a los alumnos con la finalidad de generar un debate que fomente la participación activa de los alumnos (Luque Sánchez y Ontoria Peña, 2004). Los roles asignados son los siguientes y tienen estas características:

Rol 1: Son los ingenieros químicos que desarrollan el diseño del proyecto y lo defienden ante el colectivo.

Rol 2: Representa a los empresarios (sector capital riesgo) que pueden financiar el proyecto si consideran que tienen una elevada rentabilidad y un bajo riesgo de perder dinero.

Rol 3: Representa a políticos y miembros de instituciones que pueden apoyar el proyecto concediendo ayudas y subvenciones.

Rol 4: Representa a profesionales de instituciones medioambientales y de la salud que cuestionan si el proyecto es una amenaza para la sociedad y el medioambiente.

Rol 5: Representa a la opinión pública y consta de profesionales de la información (periodistas, miembros de partidos políticos y asociaciones culturales, ciudadanos)

Como la asignación es previa e inmediata a la exposición del proyectos, los alumnos tienen que ser capaces de desarrollar una aptitud crítica según el punto de vista que les corresponda mostrar. La finalidad de este seminario es aproximar a los alumnos a un contexto real en el que tienen que mostrar sus conocimientos y punto de vista crítico.

Conclusiones

Del análisis de los resultados obtenidos en este seminario se puede establecer las siguientes conclusiones generales:

- Los alumnos son capaces de ligar e interrelacionar satisfactoriamente los conocimientos adquiridos en otras asignaturas del grado de ingeniería química como son: reactores, diseño de proyectos e ingeniería bioquímica, además de asimilar mejor los conocimientos de la propia asignatura.
- Los alumnos desempeñan labores similares a las que realizaran una vez incorporados al mundo laboral en empresas de ingeniería, es por esta razón por la que se encuentran motivados y con mucho interés en el correcto desarrollo de las actividades.

Diseño preliminar de una planta de valorización de residuos de industrias agroalimentarias en la región de Castilla-La Mancha

- Al poder interactuar con el resto de compañeros y con el profesor, el método de evaluación no genera presiones y los alumnos desarrollan sus capacidades intelectuales con más agilidad al reducir el nerviosismo propio de la evaluación final. Observándose como se alcanza el efecto mencionado por Schalock y col. (2008) y el grado de satisfacción, tanto de los alumnos por los conocimientos alcanzados como del profesor por la transmisión de los mismos. Este tipo de metodología se puede desarrollar en un departamento como el nuestro, debido a que las clases tienen un número de alumnos máximo de 40, y esta interacción alumno/profesor es adecuada. De modo que el profesor puede resolver cuestiones de los alumnos a la vez que puede evaluar su capacidad de desarrollo de problemas.
- El seminario, al ser obligatoria su asistencia, integra aquellos estudiantes que se han descolgado del seguimiento de la asignatura.

Prospectiva

Tratar de integrar más conceptos adquiridos de otras asignaturas, de modo que estos seminarios supongan una cohesión completa de los conocimientos, no solo en la asignatura que nos ocupa sino en todo el grado de Ingeniería Química.

Realizar otros seminarios vinculados a los trabajos que los alumnos están desarrollando en el Departamento de Ingeniería Química para transmitirles la necesidad que tiene la sociedad de buscar nuevos modelos energéticos sostenibles, cuya responsabilidad también están en ellos, debido a que son los futuros ingenieros químicos que tienen que dar soluciones a la problemática existente en la actualidad.

Referencias

- BP Statistical Review of World Energy, 2011.
- Cabra Dueñas, L., de Lucas Martínez, A., Ruiz Fernández, F., Ramos Marcos, M.J. (2010). *Metodologías del diseño aplicado y gestión de proyectos para ingenieros químicos*. Ediciones de Universidad de Castilla-La Mancha.
- Colomer Mendoza, F.J., Gallardo Izquierdo, A. (2007). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Contreras López, A., Molero Meneses, M. (2006). *Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente*. UNED.
- de Lucas Martínez, A., Fernández Morales, F.J., Sánchez de Pablo González del Campo, J.D. Gracia Fernández, I. (2015). *Economía para la función directiva del ingeniero en la industria química*. Ediciones de Universidad de Castilla-La Mancha.

E. Lacasa, C.M. Fernández-Marchante, C. Sáez, M.A. Rodrigo y P. Cañizares

- Fernández-Marchante, C. M. (2012). *Optimización del proceso de síntesis del biodiesel revalorizando subproductos de la vid*. Tesis doctoral UCLM.
- Fernández, C. M., Ramos, M. J., Pérez, A. Rodríguez, J. F. (2010). *Production of biodiesel from winery waste: Extraction, refining and transesterification of grape seed oil*. *Bioresource Technology*, nº 101, 7019-7024.
- Luque Sánchez, A., Ontoria Peña, A. (2004). *Personalismo social: hacia un cambio en la metodología docente*. Universidad de Córdoba.
- Luque, I., Gómez-Nieto, M.A. (2012). *Rolling: A new technique for the practical teaching in computer science university degree*. *Education and Information Technologies*, nº 17, pp. 49-77.
- Mula, J., Díaz-Maróñero, M., Poler, R. (2008). *Configuration of the bachelor's degree in industrial engineering at Spanish universities*. *Dirección y Organización*, nº 47, 5-20.
- Ramos, M.J., Fernández, C.M., Casas, A., Rodríguez, L., Pérez, Á. (2009). *Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties*. *Bioresource Technology*, nº 100, 261-268.
- Schalock, R., Bonham, G.S., Verdugo, M.A. (2008). *The conceptualization and measurement of quality of life; Implications for program planning and evaluation in the field of intellectual disabilities*. *Evaluation and Program Planning*, nº 31, pp. 181-190.
- Vicente, G., Martínez, M., Aracil, J. (2007). *Optimisation of integrated biodiesel production. Part I. A study of the biodiesel purity and yield*. *Bioresource Technology*, nº 98, 1724-1733.

Análisis del funcionamiento de motores de combustión interna alternativos en condiciones de conducción reales y evaluación de la eficiencia en la conducción mediante el uso de sistemas GPS y OBD

Carlos Guardiola^a, Vicente Dolz^a, Benjamín Pla^a y Alberto Reig^a

^a Departamento de Máquinas y Motores Térmicos, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022 Valencia (España). carguaga@mot.upv.es, vidolrui@mot.upv.es, benplamo@mot.upv.es, alreiber@mot.upv.es

Abstract

The widespread use of smartphones and the availability of On Board Diagnosis (OBD) tools is profited to improve the way automotive engines operate in real conditions are learnt by engineering students. Particularly, the learning methodology presented in this paper is based on providing the students with a low cost OBD registering platform that in combination with their own smartphones allows them to register engine and vehicle variables during their daily commutes. Then, students analyse the behaviour of their engines, with special focus on the fuel consumption and the CO₂ footprint of their driving patterns, and evaluating the potential of different powertrain architectures. The experience shows that the practical work and the fact of analysing their own driving data arouses students' interest in the subject.

Keywords: *Internal Combustion Engines, Mechanical Engineering, Automotive Engineering.*

Resumen

El uso generalizado de los teléfonos inteligentes y la disponibilidad de sensores de diagnóstico de abordo (OBD) permite su uso como herramientas para mejorar la forma en que los estudiantes de ingeniería aprenden como los Motores de Combustión Interna Alternativos operan en condiciones de conducción reales. En particular, la metodología de aprendizaje presentada en este artículo se basa en proporcionar a los estudiantes un sensor OBD de bajo coste que en combinación con sus propios teléfonos inteligentes les permi-

Análisis del funcionamiento de motores de combustión interna al-ternativos en condiciones de conducción reales y evaluación de la eficiencia en la conducción mediante el uso del GPS y el OBD

te registrar las variables del motor y del vehículo durante sus viajes diarios. Posteriormente, los estudiantes analizan el comportamiento de sus motores, con especial énfasis en el consumo de combustible y la huella de CO₂ de sus patrones de conducción, para finalmente evaluar el potencial de diferentes arquitecturas de sistema de propulsión. La experiencia muestra que el trabajo experimental y el hecho de que los alumnos analicen sus propios hábitos y estilos de conducción despierta su interés en la materia.

Palabras clave: *Motores de Combustión Interna Alternativos, Ingeniería Mecánica, Automoción.*

Introducción

La elevada densidad de potencia y el rendimiento aceptable del motor de combustión interna alternativo (MCIA), junto con la disponibilidad de los combustibles fósiles, han permitido que el MCIA haya monopolizado el sector del transporte por carretera en el pasado reciente, relegando al resto de tecnologías a usos marginales. Puesto que virtualmente toda la energía empleada en el transporte proviene de los combustibles fósiles, las emisiones de dióxido de carbono asociadas al transporte crecen casi linealmente con el consumo de combustible; de hecho, el transporte por carretera fue responsable en 2006 del 17,7% de todas las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) en la UE-27, aparte de causar el 40% de las emisiones de NO_x, el 36% de las emisiones de CO y de 18% de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles, exceptuando al metano [*Panorama of Transport (2009)*]. En este sentido, cualquier esfuerzo para reducir las emisiones globales de GEI debe abordar el rendimiento de la planta propulsiva. De acuerdo con ello, durante las últimas décadas, una vasta cantidad de esfuerzos y recursos se han invertido en la mejora de los MCIA con el fin de aumentar su eficiencia y reducir sus emisiones contaminantes. La sobrealimentación, la inyección directa, o el downsizing se están aplicando con éxito en vehículos de producción en los últimos años [*Payri et al. (2009)*]. Estas técnicas permiten reducir el consumo de combustible sin modificaciones sustanciales del sistema de propulsión. Otras estrategias muy extendidas y que persigen el mismo objetivo de reducción de consumo y emisiones se basan en la mejora de la gestión del motor (Start&Stop o gestión térmica) o incluso en cambios en parámetros del vehículo (reducción de peso o reducción de la fricción). No obstante, aparte de los esfuerzos realizados en la mejora del rendimiento de los MCIA y los elementos principales de los vehículos convencionales, la fuerte presión por la reducción del consumo ha dado lugar a que otras plantas propulsivas alternativas al MCIA estén siendo evaluadas. De entre ellas, la pila de combustible no es una tecnología suficientemente madura para ser aplicada en vehículos de serie, mientras que los vehículos eléctricos puros (VE) todavía no han tenido éxito debido a su alto coste, reducida capacidad

Carlos Guardiola, Vicente Dolz, Andrés Tiseira y Benjamín Pla

de carga, alcance limitado y a la falta de infraestructura para la recarga. Los vehículos híbridos (VH) combinan una fuente de potencia alimentada con combustible con un sistema de tracción eléctrico, permitiendo la parada del motor en condiciones de ralentí y baja carga, en que el rendimiento es bajo. Esto, junto con la posibilidad de emplear el frenado regenerativo, ha atraído el interés de los fabricantes, que consideran al VH al menos como una solución temporal en el camino hacia los vehículos de cero emisiones.

Paralelamente a la evolución tecnológica del sector de la automoción, la bibliografía científica pone de manifiesto que el estilo de conducción, tiene un impacto decisivo en el consumo de combustible y por tanto en las emisiones contaminantes de un vehículo [Guardiola *et al.* (2013)]. De hecho, es bien sabido que los procesos actuales de certificación de vehículos basados en ciclos de conducción sintéticos y preestablecidos no reflejan la amplia casuística de condiciones de operación a las que se enfrenta un MCIA en condiciones de conducción real [Galindo *et al.* (2009), Rubino *et al.* (2008)] y en este sentido, puede suceder que la reducción en las emisiones contaminantes obtenida en el ciclo de homologación no se traduzca necesariamente en una mejora durante la operación en la vida real [Mock *et al.* (2012)]. Varias iniciativas se están creando con el fin de mitigar este problema, por ejemplo, la evaluación de las emisiones en una serie de ciclos aleatoriamente escogidos de una amplia base de datos o la utilización de sistemas de medida embarcados para la evaluación de las emisiones contaminantes en condiciones reales de operación [ECE (2009)].

En cualquier caso, ambas líneas de investigación, esto es, el desarrollo de plantas motrices más eficientes o su evaluación en condiciones de funcionamiento real son ámbitos de trabajo de los futuros Ingenieros Mecánicos. Por este motivo, se plantea la siguiente actividad de aprendizaje, dirigida a los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la Universitat de Politècnica València (UPV), y de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (ETSII de la UPV). La formación de los estudiantes de ambas escuelas es la Ingeniería Mecánica, con especialización en Máquinas y Motores Térmicos.

De acuerdo con estudios de la UPV [Torres *et al.* (2010)], alrededor del 60% de los estudiantes utilizan un coche para los desplazamientos a la universidad, mientras que la media nacional es de 480 automóviles por cada 1.000 habitantes [Energy, transport and environment indicators (2011)]. Por lo tanto, la mayoría de los estudiantes tienen acceso a un vehículo en el que poder registrar sus ciclos de conducción¹. En este sentido, aunque en el pasado se requerían costosos equipos para la adquisición de los parámetros necesarios para evaluar los perfiles de conducción, actualmente con el uso extensivo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), fácilmente disponible en los teléfonos inteligentes, y herramien-

¹ Los estudiantes que usan el transporte público pueden reunir algunos datos básicos, pero interesantes, con un teléfono con capacidad GPS.

Análisis del funcionamiento de motores de combustión interna al-ternativos en condiciones de conducción reales y evaluación de la eficiencia en la conducción mediante el uso del GPS y el OBD

tas OBD (On Board Diagnostics) de bajo coste permiten un fácil acceso a las condiciones de funcionamiento del motor y el vehículo durante la conducción en la vida real. El OBD ofrece acceso directo a algunos parámetros de la Unidad de Control Electrónico del motor (ECU), mientras que el GPS permite un registro directo de la posición del vehículo. Otros usos con propósitos educativos de los sistemas de GPS se pueden encontrar en [Aydin *et al.* (2008), Jiménez *et al.* (2010), Sumali (2006)]. Los alumnos participantes en la actividad, organizados en grupos reciben un sensor OBD que en combinación con sus propios teléfonos inteligentes les permite registrar las variables del motor y del vehículo durante sus viajes diarios. Tras la recogida de datos, los alumnos realizan su análisis que se centra en dos aspectos principales. En primer lugar el análisis de las características de su motor y vehículo, calculando parámetros del mismo y comparándolos con datos oficiales. El segundo conjunto de actividades está relacionado con el análisis de los ciclos de conducción, reconstruyendo el consumo de combustible y haciendo el análisis del impacto de diferentes tipologías de sistema de propulsión.

Objetivo de la actividad

Los objetivos didácticos de la actividad propuesta son:

1. Contribuir a que el alumno comprenda el funcionamiento de un MCIA instalado en un vehículo y su modo de operación en una aplicación convencional.
2. Contribuir a que el alumno comprenda el efecto de diferentes decisiones de diseño sobre la operación y consumo del motor.
3. Dar al alumno herramientas para la evaluación de parámetros y especificaciones de un vehículo a partir de datos procedentes del propio vehículo.
4. Adquirir competencias en lo relativo a la adquisición y análisis de datos.
5. Adquirir competencias en la redacción de informes y representación de datos

Materiales

Dado que muchos estudiantes poseen un teléfono inteligente con conexión Bluetooth y GPS, se les suministra un sniffer OBD de bajo coste (aproximadamente 20\$) con el que conectarse al sistema OBD del vehículo mediante el teléfono móvil. Existen en el mercado varias aplicaciones gratuitas (Torque, DashCommand,...) que permiten la adquisición de los datos del OBD y su combinación con los datos procedentes de los sensores del propio teléfono (GPS, acelerómetros,...) para los sistemas operativos móviles más extendidos. A aquellos estudiantes que no disponen de Smartphone se les suministra un sistemas de ad-

Carlos Guardiola, Vicente Dolz, Andrés Tiseira y Benjamín Pla

quisición de datos basado en un computadora (netbook). Para ello, se emplea un conector OBD-USB (disponible en el mercado desde aproximadamente 15\$) y una antena GPS-USB (disponible a partir de unos 20\$) para adquirir los datos de posición del vehículo. Ambos sistemas están conectados al netbook mediante las conexiones USB y se emplea un software comercial para la adquisición de datos.

Una de las principales ventajas de la actividad propuesta es su bajo coste, que no supera los 20% en el caso del sistema basado en el Smartphone, y alrededor de 240\$ si el netbook se incluye en el coste. Otras alternativas es el desarrollo de un sistema OBD basado en Arduino (aproximadamente 50\$) [Sarik *et al.* (2010)] o la plataforma de Raspberry Pi (alrededor de 35 USD) [Mitchel *et al.* (2012), <http://www.raspberrypi.org>].

Respecto al análisis de la información recogida durante los ensayos, pese a que los alumnos son animados a realizar sus propios programas informáticos de análisis, se les suministra una serie de scripts de Matlab con las funciones básicas para el análisis.

Metodología y estudios propuestos

Después de una breve introducción al comienzo del curso, los diferentes equipos de adquisición se distribuyen entre los estudiantes. Dado que el número de equipos de adquisición es limitado y no todos los alumnos tienen acceso ilimitado a un vehículo, se elige un conjunto de coordinadores cuyo objetivo es asegurar un acceso equitativo al equipo de adquisición a todos los estudiantes y a su vez perseguir que se recoja la cantidad máxima de datos.

El trabajo se articula en dos fases: una primera (fase 1) en la que se realizarán mediciones en vehículos mediante una interfaz OBD, una segunda (fase 2) en la que se analizarán dichos datos con distintos enfoques y herramientas.

Fase 1: toma de datos

El principal objetivo de esta fase es la obtención de mediciones reales en vehículos particulares. Para ello se empleará la interfaz OBD facilitada así como un Smartphone, notebook con antena USB o cualquier otro dispositivo capaz de registrar la posición GPS de forma simultánea.

El registro de los datos se inicia antes de arrancar la marcha y se detendrá una vez el vehículo esté estacionado, por lo que la toma de medidas no afectará al desarrollo del proyecto, ni a la seguridad de las personas en el vehículo o fuera de él. En cualquier caso, las siguientes indicaciones se suministran a los alumnos:

Análisis del funcionamiento de motores de combustión interna al-ternativos en condiciones de conducción reales y evaluación de la eficiencia en la conducción mediante el uso del GPS y el OBD

- Deben respetarse en todo momento las normativas, señales, agentes y aspectos legales en lo relativo a velocidades, manejo de elementos electrónicos durante la conducción, etc.
- La adquisición de datos debe realizarse durante el uso del vehículo en ciclos de conducción ordinarios; es deseable que no se trate de una conducción forzada con el único fin de obtener datos.
- El estilo de conducción no debe verse influido por el hecho de realizarse mediciones. Una conducción natural (con el estilo propio de cada conductor) ofrece los mejores resultados. La modificación de la forma de conducir afectará en la calidad de los resultados y la representatividad de las conclusiones obtenidas.
- Debido a que tanto el estilo de conducción como el tráfico o el tipo de vía afectan al modo de uso del vehículo, se requiere el registro de al menos un ciclo urbano y otro extraurbano/mixto. No obstante, se recomienda disponer también de ciclos semejantes con distintos conductores/vehículos/tráfico.
- Dependiendo de las características de los datos obtenidos y/o del interés que suponga un estudio en particular, podrán realizarse ensayos específicos, debiéndose marcar e identificar correctamente para diferenciarlos explícitamente del resto de ensayos.

Todos los datos registrados son accesibles para todos los alumnos mediante la página web de la asignatura. Para facilitar su uso, junto con los datos registrados, el alumno debe subir un archivo de metadatos con el modelo del vehículo (incluido el motor), número de pasajes, punto inicial y final del trayecto y posibles descriptores del viaje (tráfico, lluvia,...).

Fase 2: análisis de datos

En esta fase se espera del alumno que sea capaz de realizar un análisis en profundidad de los datos registrados para obtener, no solo conclusiones relacionadas con su estilo de conducción sino también identificar la influencia de parámetros de diseño en el uso del automóvil, el funcionamiento particular de su vehículo, etc.

El trabajo se realizará en grupos de tamaño máximo de 3 personas y sigue un esquema abierto por lo que, aunque se propone una línea de actividades a seguir, será posible la adaptación de ésta (prescindiendo, fortaleciendo o proponiendo otros puntos) atendiendo a las particularidades de cada vehículo, de los ciclos de conducción obtenidos así como del interés propio de los alumnos del grupo.

Se recomienda realizar las actividades con distintos conductores/vehículos/ciclos a efectos comparativos, siempre y cuando estos datos estén disponibles, puesto que estos factores pueden cambiar radicalmente el funcionamiento y el uso del vehículo.

Carlos Guardiola, Vicente Dolz, Andrés Tiseira y Benjamín Pla

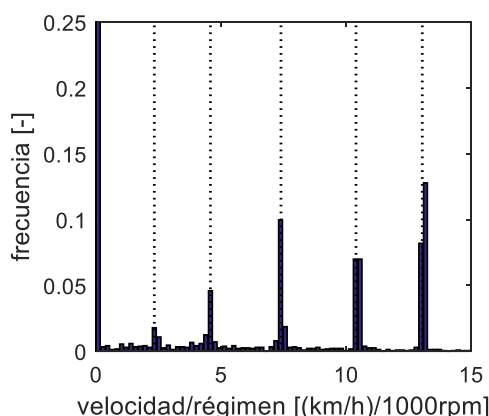
En cuanto a las actividades propuestas se pueden distinguir dos tipos: las destinadas a analizar el comportamiento del motor y el vehículo, y las que tienen por objetivo evaluar el potencial de distintas arquitecturas de sistema de propulsión y estilos de conducción en el consumo de combustible y las emisiones de CO₂. Las actividades propuestas dentro de cada grupo se detallan a continuación.

Análisis del funcionamiento del motor y el vehículo

Para este grupo de actividades es necesario el acceso al OBD del motor, ya que se utilizan las variables internas de la ECU para el cálculo de diversos parámetros. Debe tenerse en cuenta que, dependiendo del vehículo y el tipo de motor, el número de señales accesibles pueden variar de forma importante. Por lo tanto, el profesor debe ser consciente de los datos que los estudiantes son capaces de adquirir, y evaluar las actividades que pueden realizar con ellos.

- a) Estudio de la relación de transmisión del vehículo: La relación de transmisión instantánea del vehículo puede calcularse a partir de los datos de velocidad y régimen de giro. Puesto que pueden aparecer deslizamiento en diversas partes del sistema de tracción (principalmente en el embrague) el alumno deberá realizar un histograma como el presentado en la figura 1 para identificar las diferentes relaciones de transmisión de su vehículo. El ralentí (a 0) y las diferentes relaciones de transmisión (marcada con líneas de trazos) se pueden obtener por la acumulación significativa de puntos de funcionamiento. Puntos registrados fuera de esas regiones están relacionados principalmente con el cambio de marchas y con otros deslizamientos en el embrague. Tras obtener las relaciones de transmisión del vehículo el alumno debe comparar sus resultados con los datos que ofrece el fabricante o la prensa especializada.

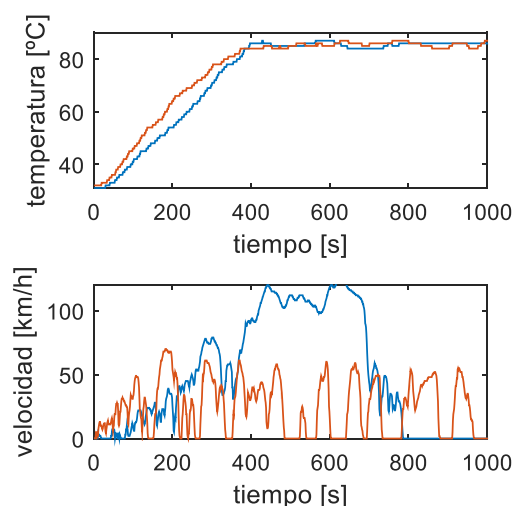
Figura 1 Relaciones de transmisión del vehículo



Análisis del funcionamiento de motores de combustión interna al-ternativos en condiciones de conducción reales y evaluación de la eficiencia en la conducción mediante el uso del GPS y el OBD

- b) Inercia térmica del motor: Los estudiantes calculan el tiempo que necesita su vehículo para alcanzar la temperatura nominal del refrigerante en diferentes escenarios de conducción. Por ejemplo, la Figura 2 muestra dos ejemplos, uno en operación más agresiva al principio del ciclo (rojo) y el otro con conducción más suave al principio del ciclo (azul). Debido a que la potencia solicitada en el primer caso es mayor al inicio del ciclo, el motor obtiene su temperatura de referencia más rápido (80°C). Cabe notar que una vez la temperatura de trabajo se alcanza el termostato del motor es capaz de regularla de forma que aunque el ciclo azul tiene mayores requerimientos de velocidad y por tanto de potencia, la temperatura permanece constante.

Figura 2 Evolución de la temperatura del refrigerante en dos ciclos de conducción diferentes.

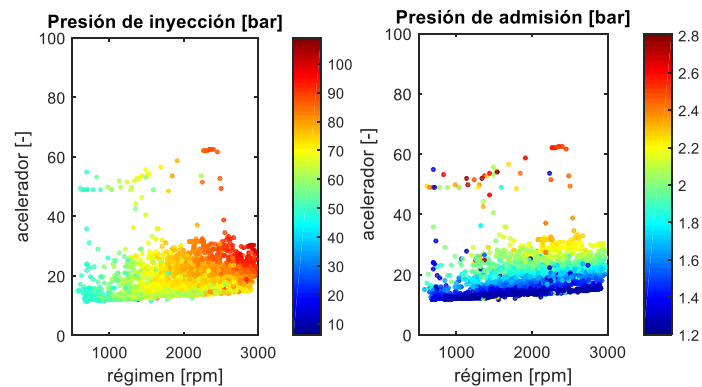


- c) Evaluación de la dependencia de los parámetros de control del motor con el régimen de giro y la demanda de potencia: A partir de los datos del OBD es posible evaluar los valores habituales de la presión del raíl (para motores de inyección directa) y el avance del encendido (para los motores de encendido provocado), así como la presión de admisión en el caso de motores sobrealimentados. En algunos casos, la información relativa al dosado también está presente. Pese a que la baja frecuencia y la naturaleza no determinista del sistema no permite un análisis preciso durante los transitorios, los estados estacionarios como el ralenti y condiciones de operación estables (120km/h por autovía) pueden ser estudiados con facilidad para identificar las tendencias de la estrategia de control del motor (por ejemplo, el avance del encendido aumenta con la velocidad del motor, la presión de inyección se incrementa con la demanda de combustible, esto es con el régimen y la posición

Carlos Guardiola, Vicente Dolz, Andrés Tiseira y Benjamín Pla

del acelerador, mientras que la presión de admisión aumenta con la carga). A modo de ejemplo, la figura 3 muestra los mapas de presión de admisión y presión de inyección de un motor de encendido provocado, sobrealimentado y con inyección directa. Además de las tendencias generales, el alumno puede identificar que: (i) en motores de inyección directa con encendido provocado, la presión máxima de inyección está entorno a 100bar, mientras que en motores de encendido por compresión la presión máxima de inyección está del orden de 1600-1800bar, (ii) en el caso de la presión de admisión algunos puntos parecen estar fuera de su posición natural por los efectos dinámicos.

Figura 3. Mapa de presión de inyección y presión de admisión estimado a partir de las medidas del sistema OBD en un motor de inyección directa sobrealimentado de encendido provocado de 1.4l de cilindrada.



Análisis del impacto de los hábitos de conducción y el potencial de diferentes tipologías de planta motriz en el consumo de combustible

Para evaluar el impacto de los hábitos de movilidad y de las diferentes tipologías de plantas motrices en el consumo de combustible, se parte de los perfiles de velocidad grabados durante la operación del vehículo. Como se expuso con anterioridad, dichos datos se obtienen a partir de los datos OBD cuando esté disponible, o de los datos de GPS cuando no hay acceso OBD² (por ejemplo, en los autobuses públicos o motocicletas). Por otra parte, el consumo de combustible del vehículo puede reconstruirse de diversas formas en función de los datos disponibles:

- Si el gasto de aire y lambda están disponibles en el OBD el cálculo es directo.

² Se recomienda el uso del OBD, pues es habitual que el GPS pierda conexión o que de problemas cuando la velocidad del vehículo es baja.

Análisis del funcionamiento de motores de combustión interna al-ternativos en condiciones de conducción reales y evaluación de la eficiencia en la conducción mediante el uso del GPS y el OBD

- Si el motor es de encendido provocado y se mide el gasto de aire, puede suponerse que el motor opera siempre con dosado estequiométrico para obtener así el consumo de combustible.
- Si se conoce la potencia entregada por el motor y se dispone del mapa de eficiencia del motor se puede calcular la potencia del combustible consumido como el coeficiente entre ambos, para posteriormente, con el poder calorífico calcular el combustible consumido.

De las tres opciones anteriores, se recomienda la última, pues permitirá escalar el motor para evaluar posteriormente el efecto del Downsizing. Para que el alumno pueda aplicar dicha aproximación, el punto de partida es reconstruir la potencia demandada por el vehículo durante el ciclo. Puesto que el régimen de giro del motor se obtiene directamente del OBD, será necesario calcular la evolución del par motor a lo largo del ciclo. Para reconstruir el par ha de considerarse que la fuerza resistente incluye los siguientes términos: uno de fricción de rodadura, uno de resistencia aerodinámica y uno función de la pendiente (α) de la carretera de acuerdo con la siguiente expresión:

$$F_r = ma + fmg\cos(\alpha) + c_d\rho_{atm}A_{frontal}\frac{v^2}{2} + mg\sin(\alpha) \quad (1)$$

donde F_r es la fuerza resistente del vehículo, dependiente de la masa (m), el coeficiente de rodadura (f), la densidad del aire (ρ_{atm}), el producto del coeficiente aerodinámico y el área frontal ($c_dA_{frontal}$), la velocidad (v) y la aceleración del vehículo (a). Algunos valores típicos de los parámetros de la expresión anterior son: $f = 0.015$, $c_d = 0.32$, y $A_{frontal} = 2.2 \text{ m}^2$; no obstante es recomendable emplear valores específicos para cada vehículo si se dispone de ellos (la masa puede obtenerse de las especificaciones del vehículo). Por su parte, dado que la pendiente es difícil de evaluar, puede razonarse si es asumible considerar una pendiente nula u obtenerse de una base de datos (por ejemplo Google Maps API).

El par motor T_e en el instante i , si se considera que la transmisión tiene un rendimiento del 100%, resulta:

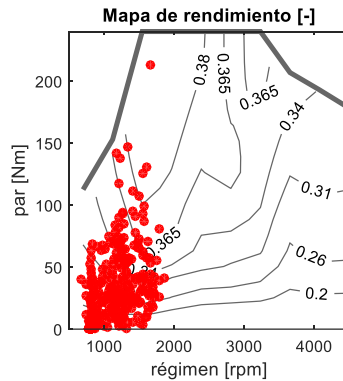
$$T_e(i) = \frac{F_r(i)v(i)}{\omega_e(i)} \quad (2)$$

siendo v la velocidad en m/s y ω_e el régimen del motor en rad/s.

Si una vez conocidas las evoluciones del régimen de giro y el par motor, el alumno considere que el motor se comporta de forma cuasiestática, podrá calcular el consumo de combustible del mismo evaluando el rendimiento en cada instante a partir de un mapa motor como el de la figura siguiente:

Carlos Guardiola, Vicente Dolz, Andrés Tiseira y Benjamín Pla

Figura 4. Mapa de un motor Diesel de inyección directa sobrealimentado de 2.2l de cilindrada escalado a 80kW (par máximo de 240Nm) con los puntos de operación de un vehículo de 1336kg en un ciclo urbano de la figura 2.



Puesto que el mapa de rendimiento de un motor no se obtiene de forma sencilla a partir de la bibliografía, se suministran a los alumnos dos mapas característicos (uno de un motor Diesel de inyección directa sobrealimentado de 2.2l de cilindrada y otro de un motor de encendido provocado sobrealimentado de 2l de cilindrada) que los alumnos deben escalar de acuerdo con el par y régimen máximo de su motor para realizar sus simulaciones.

Una vez que los puntos operativos se representan en el mapa, el consumo de combustible para la ruta se puede estimar como:

$$m_f = \sum_{i=1}^n \frac{T_e(i)\omega_e(i)}{\eta_e(i)PCI} \quad (3)$$

donde $\eta_e(i)$ es el rendimiento interpolado un mapa equivalente al de la figura 4 y PCI es el poder calorífico inferior del combustible. La conversión de la masa de combustible a gramos de CO_2 puede obtenerse multiplicando el consumo de combustible por 3,2 que representa el factor de conversión de la masa de combustible a CO_2 tanto para diesel como para gasolina.

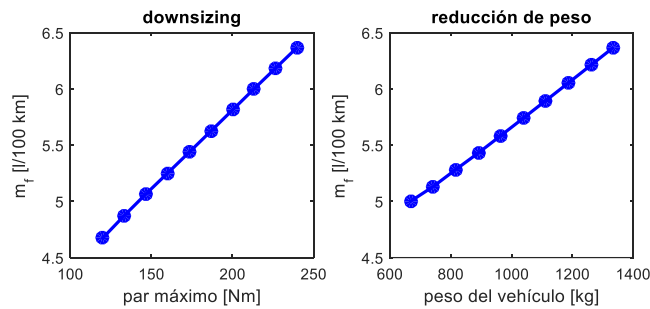
El alumno calculará el consumo de combustible en el conjunto de rutas que haya recogido y los resultados le servirán de base para los siguientes estudios:

- Efecto del downsizing: El alumno escalará el motor térmico (mapa cuasiestático) a diferentes niveles para evaluar los beneficios que tiene emplear un motor térmico más adecuado para sus requerimientos de potencia. Un ejemplo de los resultados esperados aparece en la figura 5.
- Efecto de la masa del vehículo: El alumno variará la masa del vehículo (ecuación 1) con lo que variará la potencia demandada por el vehículo y por tanto su consumo de combustible en un ciclo dado. El alumno analizará así el efecto de la masa

Análisis del funcionamiento de motores de combustión interna al-ternativos en condiciones de conducción reales y evaluación de la eficiencia en la conducción mediante el uso del GPS y el OBD

del vehículo en el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ (ver ejemplo en figura 5).

Figura 5. Efecto del downsizing y la reducción del peso del vehículo en el consumo de combustible en el ciclo urbano de la figura 2.



- c) Efecto del sistema Start&Stop: El alumno eliminará del cómputo del consumo de combustible aquellas fases en las que el vehículo está parado, eliminando así el consumo de combustible a ralentí y simulando las prestaciones de un vehículo con sistema Start&Stop. A modo de ejemplo, para el ciclo urbano considerado con en la figura 2 con el motor de par máximo 240Nm y el vehículo de peso 1336kg el consumo de combustible se reduce de 6.37l/100km a 4.5l/100km. El alumno analizará en que tipo de ciclos el sistema Start&Stop tiene potencial.
- d) Evaluación de la eficiencia energética de la conducción: Tras el análisis del consumo obtenido durante la primera tanda de toma de datos, los alumnos tienen la oportunidad de repetir las medidas variando su estilo de conducción con el objetivo de ser más eficientes (conducción suave, evitando aceleraciones y deceleraciones bruscas). Otra medida para reducir el consumo de combustible, especialmente durante trayectos extraurbanos, es reducir la velocidad máxima con el limitador de velocidad. Así pues se sugiere que los alumnos que dispongan de limitador de velocidad en su vehículo, realicen un mismo trayecto con diferentes límites.

Respuesta de los estudiantes y conclusiones

La actividad se ha llevado a cabo en dos asignaturas de MCIA impartidas en dos titulaciones (Ingeniero Industrial e Ingeniero Mecánico) en dos escuelas diferentes (ETSII y ETSID de la UPV) durante 4 años. En ambos casos los estudiantes estaban en el último año de sus estudios de grado. Las actividades presentadas fueron utilizados como herramientas de motivación y sirvieron para transferir los conocimientos teóricos al funcionamiento de los MCIA en condiciones reales de conducción. Para muchos estudiantes, esta actividad supuso su primera experiencia con sistemas de adquisición de datos de forma autónoma y el análisis

Carlos Guardiola, Vicente Dolz, Andrés Tiseira y Benjamín Pla

sis de datos reales con la problemática que ello conlleva (errores de medida, retrasos entre diferentes señales, etc...). En general, los alumnos han mostrado en todas las ediciones un notable interés en la actividad, y algunos de ellos dedicado un esfuerzo importante con grabación desde diferentes vehículos más allá de su propio coche o el diseño de aplicaciones informáticas elaboradas para el análisis de los datos recogidos.

Las dificultades más importantes encontradas están relacionadas con la gestión de los equipos de adquisición (4 equipos para 30 alumnos) pero hasta el momento han sido resueltas satisfactoriamente con ayuda de los alumnos coordinadores.

Referencias

ECE (2009) "Proposal to develop a new global technical regulation on worldwide harmonized light vehicle test procedures". United Nations. Economic commission for Europe. Inland Transport Committee. World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations. Executive Committee (AC3) of the 1998 Global Agreement, ece/trans/wp29/ac3/26 edition.

"Energy, transport and environment indicators". Eurostat, European Union, 2011.

"Panorama of Transport". Eurostat Statistical Books. (2009): ISSN 1831-3280.

"Raspberry Pi Foundation website," <http://www.raspberrypi.org>.

Aydin S. and Kaptan H. (2008), "Computer-aided mobile gps education set," International Journal of Engineering Education, vol. 24, no. 1, pp. 40–45.

Galindo J., Climent H., Guardiola C., Tiseira A., Portalier J. (2009) "Assessment of a sequentially turbocharged Diesel engine on real-life driving cycles", International Journal of Vehicle Design 49, 1-3, 214-234.

Guardiola C., Pla B., Blanco-Rodríguez D., Reig A. (2013) "Modelling driving behaviour and its impact on the energy management problem in hybrid electric vehicles", International Journal of Computer Mathematics, DOI: 10.1080/00207160.2013.829567

Jiménez F. and Naranjo J. (2010), "Multidisciplinary practicals in satellite navigation systems in road vehicles for subjects taught in different engineering schools," International Journal of Engineering Education, vol. 26, no. 1, pp. 126–135.

Mitchell G. (2012), "The Raspberry Pi single-board computer will revolutionise computer science teaching," Engineering & Technology IEEE.

Mock P., German J., Bandivadekar A., Riemersma I. (2012) "Discrepancies between type-approval and realworld fuel consumption and CO2 values in 2001-2011 European passenger cars", Technical report, The International Council on Clean Transportation.

Análisis del funcionamiento de motores de combustión interna al-ternativos en condiciones de conducción reales y evaluación de la eficiencia en la conducción mediante el uso del GPS y el OBD

Payri F., Luján J., Guardiola C., and Pla B. (2015), “A challenging future for the ic engine: new technologies and the control role,” *OGST Journal*, Vol. 70, No. 1, pp. 3-211.

Rubino L., Bonnel P., Hummel R., Krasenbrink A., Manfredi U., De Santi G. (2008) “On-road emissions and fuel economy of light duty vehicles using pems Chase-testing experiment”, SAE Paper 2008-01-1824.

Sarik J. and Kymissis I. (2010), “Lab kits using the Arduino prototyping platform,” in *Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2010 IEEE.

Sumali H. (2006), “Developing a laboratory course in sensors and data acquisition for agricultural engineering,” *International Journal of Engineering Education*, vol. 22, no. 6, pp. 1231–1241.

Torres Martínez A. J. et al. (2010), “Plan de transporte para la Universidad Politécnica de Valencia: Campus de Vera,” *Universitat Politècnica de València*.

Uso de las demostraciones prácticas en las clases de teoría para mejorar el aprendizaje de la Electrotecnia.

Pedro Llovera Segovia^a, Josep Simon^b y Vicente Fuster Roig^c

^aDepartamento de Ingeniería Eléctrica – Instituto de Tecnología Eléctrica– Universitat Politècnica de València. pllovera@ite.upv.es ^bGrupo de Estudios Sociales de las Ciencias, las Tecnologías y las Profesiones–Universidad del Rosario. josep.simon@urosario.edu.co y ^cDepartamento de Ingeniería Eléctrica – Instituto de Tecnología Eléctrica– Universitat Politècnica de València. vfuster@ite.upv.es.

Abstract: *The use of practical demonstrations in theoretical lectures has become increasingly rare in engineering teaching. In this work we vindicate their use for the teaching of Electrotechnics, not only as an efficient pedagogical tool, but also as a counterbalance to the artificial separation of theory and practice - so questionable in engineering teaching - and as a compensation for the decrease of practical laboratory hours in engineering degrees. We describe the set up used and the demonstrations developed. We emphasize not only its practical aspects, but also how this experimental design is theoretically integrated and connected to a larger framework for the preparation of the practical sessions. Furthermore, we show how this practical design engages with an active methodology aimed at increasing student participation. Finally, we analyze the results of this experience, we propose some future improvements, and we suggest a strategy to further a more complete integration of theory and practice in the teaching of Electrotechnics.*

Keywords: *Demonstrations, active methodology, theory-practice, electro-technics*

Resumen

El uso de las demostraciones prácticas en las clases teóricas de las enseñanzas técnicas se ha perdido de manera general en la universidad actual. En este trabajo reivindicamos su uso para la enseñanza de la Electrotecnia no sólo como una herramienta didáctica eficaz sino también como contrapeso a la separación artificial entre teoría y práctica –tan discutible en las enseñanzas técnicas– y como compensación a la reducción del número de horas de

Uso de las demostraciones prácticas en las clases de teoría para mejorar el aprendizaje de la Electrotecnia.

prácticas de laboratorio. Se describe el montaje utilizado y las demostraciones realizadas remarcando en su desarrollo no sólo los aspectos prácticos sino también su integración en la teoría y en la preparación de las sesiones prácticas así como su inscripción en una metodología activa de participación del alumno. Se analizan los resultados obtenidos y se propondrán algunas mejoras futuras y cuál es nuestra estrategia para la fusión más completa posible entre teoría y práctica para la enseñanza de la Electrotecnia.

Palabras clave: *Demostraciones, metodología activa, teoría-práctica, electrotecnia*

Introducción

La separación entre clases de teoría y prácticas de laboratorio en las enseñanzas técnicas por motivos de organización ha conducido a una separación artificial entre teoría y práctica que no se corresponde con la formación esperada de una profesión técnica ni con su ejercicio profesional. Esta separación dificulta en ocasiones la comprensión de los resultados teóricos o la explotación teórica de los resultados en las prácticas. Además, en el contexto actual, tras la reforma de las titulaciones, algunas asignaturas han visto reducido su número de prácticas de laboratorio de manera importante. La estrategia de mejora de la docencia, descrita en este artículo, se aplica concretamente a la asignatura de Electrotecnia en el segundo curso de los grados de Ingeniería Civil y de Obras Públicas de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Valencia. Además de la reducción en número de horas de laboratorio (de 26h a 8h) y de la reducción de la asignatura de anual a cuatrimestral. Esta situación es paradójica, no sólo en el caso concreto de las dos asignaturas que nos ocupan sino en general en numerosas asignaturas, teniendo en cuenta el papel fundamental que las demostraciones experimentales y las prácticas de laboratorio han tenido en la configuración de las carreras de ingeniería. Más aún, su lugar esencial en la identidad epistemológica de la ingeniería, como campo de conocimiento caracterizado no sólo por *modos de hacer*, sino también por *modos de pensar* diferenciados respecto a los de las ciencias, sean experimentales o teóricas. En este contexto, la electrotecnia ha teni-

Pedro Llovera Segovia, Josep Simón Castel, Vicente Fuster Roig

do históricamente un papel pionero (Gooday 1991). Pero este no es un problema histórico sino bien actual. Y en el caso que nos ocupa, se da también la particularidad de que, aun siendo parte de las competencias de los ingenieros de Obras Públicas y de los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, las instalaciones eléctricas no son, con el perfil actual de estudiante, la motivación principal para cursar los estudios y por ello se vienen probando estrategias de mejora docente (Llovera-Segovia 2011). Muchos de los alumnos de Electrotecnia, en el contexto de nuestras asignaturas, comienzan la asignatura con importantes dificultades de comprensión; a grandes trazos, no “ven” qué es la electricidad. Paradójicamente, la mejor manera de superar esa dificultad es a través de las prácticas de laboratorio que familiarizan al alumno con los conceptos eléctricos. Ya en 1921, el ingeniero eléctrico John Ambrose Fleming destacaba que no era necesario que “(...) un estudiante que quisiese abrirse camino en el mundo de la electricidad comenzase estudiando las intrincadas nociones y teorías de la física “absoluta”; por el contrario, existían “todo tipo de ventajas” haciendo que los estudiantes realizasen desde el principio trabajos cuantitativos con “buenos instrumentos”. (...) ... la “ciencia” de la electricidad no se aprendía en libros, ni en las teorías, sino en la práctica con los instrumentos de medida” (Colino López y Sánchez Ron 2007).

No hay que negar una dificultad inherente a la comprensión de la electricidad y eso es algo que históricamente ha sido muy complejo, llegando la controversia incluso a la definición de la propia naturaleza de la electricidad hasta bien entrado el siglo XIX (Gooday 2008). Por otra parte, en la didáctica de la ciencia se ha hecho uso abundante de demostraciones experimentales – a menudo con una larga historia – para formar profesores y alumnos en el contexto sobre todo de la enseñanza secundaria (Heering 2009). Hoy en día, probablemente debido a la existencia de laboratorios docentes para prácticas, el uso de demostraciones en las clases generales ha sido abandonado en la enseñanza universitaria, salvo notables excepciones como la del profesor Walter Lewin, en el Massachusetts Institute of Technology (Lewin 2012). El por qué de esa desaparición sería en sí un tema a investigar. Sin embargo, el objetivo de este trabajo es poner en valor las demostraciones y mostrar cómo pueden ser integradas en un contexto de metodologías activas, contribuir a superar la separación conceptual teoría-práctica y ayudar a sortear las limitaciones organizativas y presupuestarias que suelen afectar a la enseñanza. El horizonte es la fusión de teoría y práctica en una metodología en la que la enseñanza se apoye indistintamente en ambos aspectos en función de las necesidades del aprendizaje y no de la organización de la universidad. Tampoco es posible realizar todas las clases en el laboratorio de prácticas para combinar, en los

Uso de las demostraciones prácticas en las clases de teoría para mejorar el aprendizaje de la Electrotecnia.

momentos oportunos, los aprendizajes prácticos y teóricos. Esto se debe a que el tamaño de grupo de clase de teoría es de 80 alumnos y el tamaño de grupo en las clases de prácticas es de 24 alumnos no pudiéndose dividir el grupo de teoría en grupos más pequeños por obvias razones presupuestarias. Finalmente, el uso de material audiovisual en lugar de presentaciones, en nuestra opinión y para el caso concreto que nos ocupa, restaría a lo que se presenta cierta dosis de realidad que justamente es tan necesaria para los alumnos. Evidentemente, también se usa material audiovisual para apoyar el aprendizaje en esta asignatura y de manera abundante, pero queremos destacar la importancia de la presencia real de las demostraciones frente a la presencia virtual del material audiovisual.

Así, a continuación describimos las demostraciones que se han puesto en práctica en la asignatura de Electrotecnia recalcando los aspectos importantes para el aprendizaje que son no sólo cognoscitivos sino también emocionales e incluso sensitivos (sentir el calentamiento de un cable). Mostraremos así que la realización de demostraciones en el aula puede ser una herramienta eficaz para ilustrar conceptos e integrarlos en las clases teóricas, al mismo tiempo que puede formar parte de una metodología activa de la enseñanza y aprendizaje.

Descripción de la innovación.

La innovación consiste en diseñar unas demostraciones prácticas para la asignatura de Electrotecnia que se integren tanto en los contenidos teóricos como en los cálculos teóricos y en las prácticas de laboratorio. Esta integración permite discutir conceptos teóricos, aplicar y comprobar cálculos teóricos y anticipar las prácticas de laboratorio que los estudiantes van a realizar. En concreto, en la asignatura de Electrotecnia, los contenidos teóricos que se han ilustrado por medio de demostraciones han sido:

- 1- Cálculo de circuitos eléctricos en tensión continua
- 2- Comportamiento de circuitos monofásicos de tensión alterna
- 3- Criterio de calentamiento y caída de tensión en el diseño de instalaciones eléctricas.

Las dos primeras demostraciones se refieren a los fundamentos de la asignatura y la tercera a la aplicación de los mismos en el diseño de instalaciones eléctricas.

El material utilizado consiste en un panel de rejilla con fondo blanco que permite enganchar los equipos de ensayo con clips de sujeción y configurar el panel para cada demostración sin necesidad de tener un montaje específico para cada caso. Este sistema es el que se utiliza en el laboratorio de prácticas de la asignatura y que fue diseñado por S. Catalán Izquierdo del departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica de Valencia. Es

Pedro Llovera Segovia, Josep Simón Castel, Vicente Fuster Roig

especialmente adecuado para las demostraciones que se proponen, ya que el plano de trabajo es vertical, y por tanto los montajes son directamente observables por los alumnos sin necesidad de un equipo de imagen que haga de intermediario. En el contexto de esta innovación educativa, se ha modificado el sistema para hacerlo transportable utilizando un panel de rejilla con soportes. De esta formase puede aprovechar el material ya existente en el laboratorio. Además, se han desarrollado algunos elementos nuevos para los montajes específicos de las demostraciones en clase. El transporte a clase del conjunto se realiza por medio de una estructura con ruedas y una maleta. Se está valorando la posibilidad de dejar el panel permanentemente en clase, puesto que es lo más complicado de transportar.

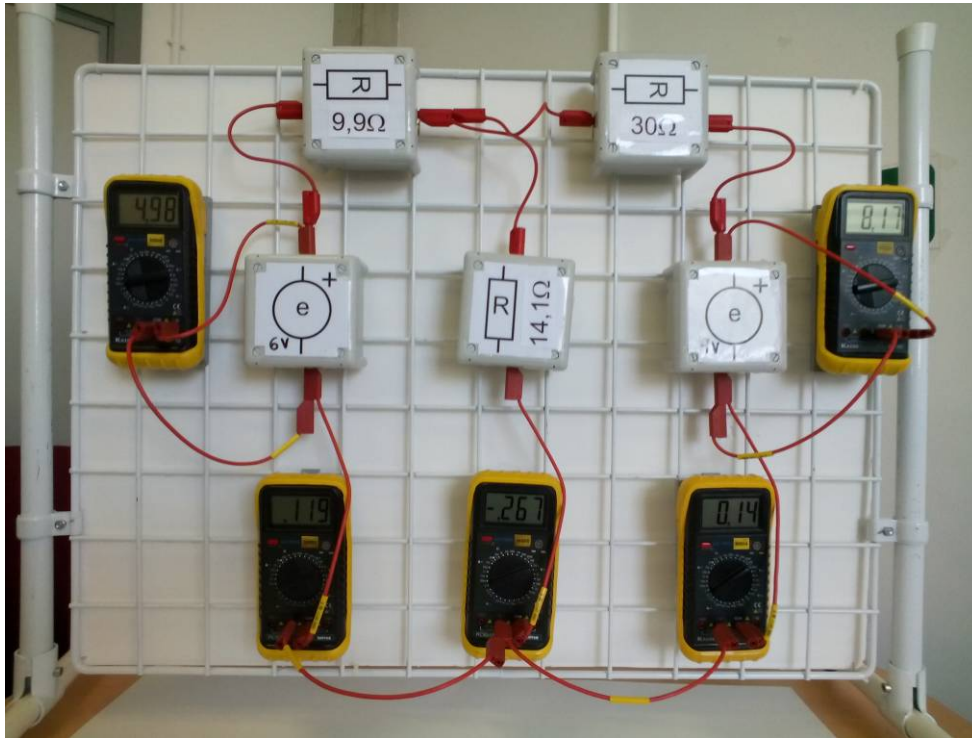
En la descripción de las demostraciones que se va a realizar a continuación se detallará la interacción con los alumnos y con los contenidos de la asignatura.

Demostración 1. Corriente continua y resolución de circuitos por mallas.

Se trata de una demostración del primer tema introductorio de la asignatura cuyo objetivo es recuperar los conceptos de la asignatura de Física del primer curso y adquirir herramientas de resolución de circuitos. En particular, se va a ver y a resolver un circuito con dos mallas. También se aprovecha para introducir el equipo de medida (el polímetro) que utilizarán en el laboratorio posteriormente con lo cual se gana en agilidad para las sesiones de laboratorio. En esta demostración se ha optado por convertirla en ejercicio de resolución de un circuito por mallas a realizar por los alumnos. En primer lugar se presenta el circuito construyéndolo delante de su mirada para que vean con claridad cómo aparecen las mallas y comprobando las tensiones de las fuentes. En este caso son pilas recargables y por eso la tensión difiere de la nominal y además evoluciona durante la demostración. Se anotan los valores obtenidos y se detiene el circuito. Los amperímetros se mantienen apagados de manera que el alumno no puede ver la intensidad. A continuación el alumno hace los cálculos y predice el valor de corriente esperado. Cuando han realizado el ejercicio se vuelve a conectar el circuito y se encienden los amperímetros comprobando que la predicción es correcta y explicando las desviaciones por errores de medida. Se prefiere en este caso el formato de predicción frente a comprobación posterior porque añade un elemento estimulante y una componente de suspense para el alumno frente a una comprobación de un resultado ya sabido. En resumen, en esta demostración, que tiene una duración total de unos 30 minutos, el alumno puede ver cómo es una malla eléctrica, cómo es un equipo de medida y cómo sus propios cálculos permiten predecir las intensidades del circuito. En este caso, la predicción ayuda a “desvelar” parcialmente o por lo menos a suavizar el misterio asociado a la electricidad.

Uso de las demostraciones prácticas en las clases de teoría para mejorar el aprendizaje de la Electrotecnia.

Figura 1 Imagen del panel en la demostración 1



Demostración 2. Corriente alterna y leyes de Kirchoff.

Esta demostración corresponde al segundo tema de la asignatura y se trata de analizar un circuito RLC paralelo. El objetivo de la demostración es múltiple. En primer lugar, pretende chocar al alumno y, aparentemente, contradecir lo aprendido en el primer tema, puesto que el resultado de lo que va a ver es que aparentemente no se cumple la primera ley de Kirchoff – precisamente una ley muy intuitiva y que la gran mayoría de los alumnos acepta sin problemas conceptuales. En este caso, se prefiere el formato de comprobación posterior a lo observado, porque se busca el efecto sorprendente de contradecir lo aprendido. Además, el profesor, en esta demostración, durante un momento simula que algo no va

Pedro Llovera Segovia, Josep Simón Castel, Vicente Fuster Roig

bien, que no se cumple la primera ley de Kirchhoff y que está sorprendido junto con los alumnos, incitando a creer lo que podría ser un fallo de la demostración (acontecimiento que suele captar la atención con facilidad). En segundo lugar, esta demostración quiere ilustrar la dificultad de trabajar con corrientes y tensiones sinusoidales y que la teoría presentada en clase, que se apoya en números complejos tiene unas consecuencias muy reales pese a utilizar números imaginarios. El alumno realizará los cálculos del circuito para comprobar los valores obtenidos en la demostración comprobando la representación con números complejos de tensiones, intensidad e impedancias (que dejan de ser “una caja en la pizarra” para ser elementos reales en el panel). Y, por último, esta demostración es una introducción a la práctica de laboratorio que van a realizar posteriormente que tratará sobre el circuito RLC serie y la aplicación de la segunda ley de Kirchhoff con tensiones y corrientes alternas. De manera que se gana también en agilidad para la posterior práctica de laboratorio.

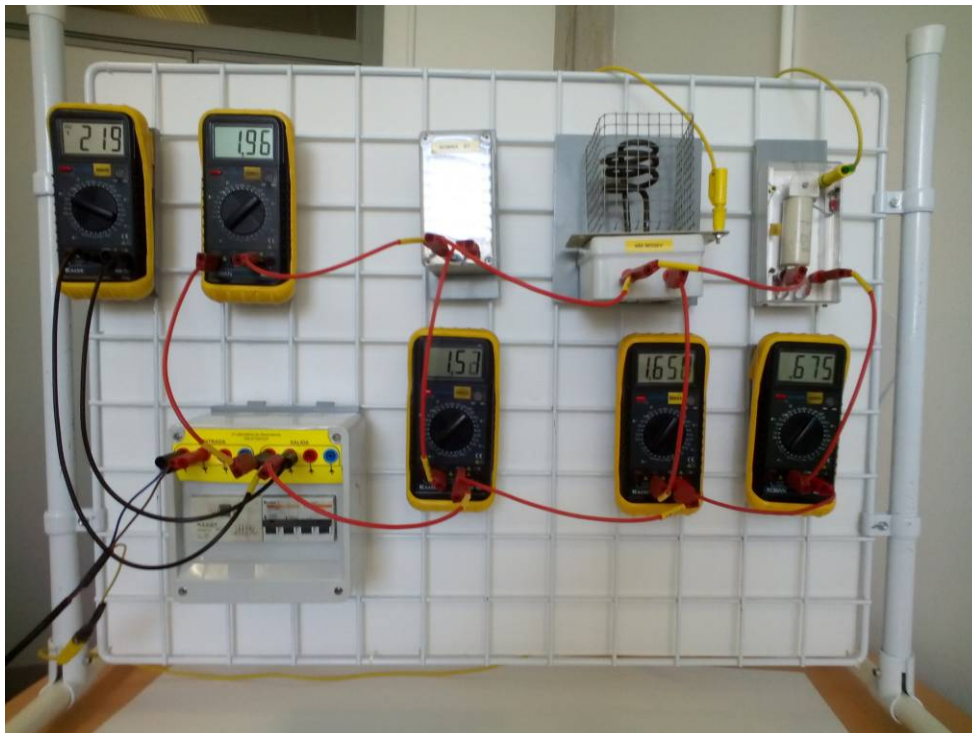
La secuencia de la demostración se inicia con la construcción del circuito delante de los alumnos (esto ayuda a comprender su estructura). En este caso, el montaje se alimentará de un enchufe de la clase lo cual es importante porque lo que van a ver se realiza con tensiones y corrientes reales, factor que añade una dosis de realidad importante. De manera rutinaria, el profesor comprueba que la corriente total es la suma de las corrientes individuales pero, sorprendentemente, esto no se cumple y la suma es superior a la corriente total, en contra de la primera ley de Kirchhoff. La teatralización por parte del profesor es importante en este punto. Entonces se busca la causa de este “problema” en un debate entre los alumnos y cuando ya se ha aclarado dónde está el error de interpretación se introducen los valores numéricos de los elementos (resistencia, bobina, condensador y tensión de alimentación), se realizan los cálculos con las herramientas teóricas recientemente adquiridas y se comprueba que el resultado y lo observado coinciden.

En este caso se ha preferido la estrategia de la comprobación porque se pretende chocar al alumno con el fallo aparente de la primera ley de Kirchhoff para que le quede bien establecida la diferencia entre las interpretaciones de tensiones e intensidades en circuitos de corriente continua y circuitos de corriente alterna. Esta demostración tiene una duración aproximada de 30 minutos. El tiempo durante el cual el alumno está sorprendido porque no se cumple la ley de Kirchhoff es importante para que la demostración sea recordada. Ciertamente, ese tiempo dependerá de si algún alumno da la respuesta correcta pronto. Pero si el profesor la tiene que dar, es conveniente que se demore un poco para dejar pensar al alumno. Como alternativa, si la duración de la clase lo permite o se puede hacer en dos sesiones, otra opción es mostrar primero este aparente incumplimiento de la primera ley de Kirchhoff, después abordar las herramientas teóricas para circuitos con corrientes y tensiones alternas y finalmente volver a la demostración para hacer los cálculos. Esta opción más larga, ayuda a asimilar la teoría porque permite apoyarla mientras se desarrollan los con-

Uso de las demostraciones prácticas en las clases de teoría para mejorar el aprendizaje de la Electrotecnia.

ceptos. En este caso, la segunda vez que se acude a la demostración es sólo para comprobar los valores obtenidos y aplicar las herramientas de cálculo.

Figura 2 Imagen del panel en la demostración 2



Demostración 3. Caída de tensión y calentamiento en un cable.

Esta demostración está destinada a los últimos temas de la asignatura donde se aborda el diseño de instalaciones eléctricas. Tiene por objeto ilustrar qué es la caída de tensión y el calentamiento en un cable. Estos dos conceptos se explicarán de manera teórica pero van a ser introducidos previamente de manera experimental por la demostración. En este caso, se ha preferido mostrar primero el fenómeno y luego abordar la solución tecnológica. Esta aproximación nos parece más correcta para la forma de pensar de un ingeniero que primero detecta un fenómeno o problema y posteriormente busca una solución.

Pedro Llovera Segovia, Josep Simón Castel, Vicente Fuster Roig

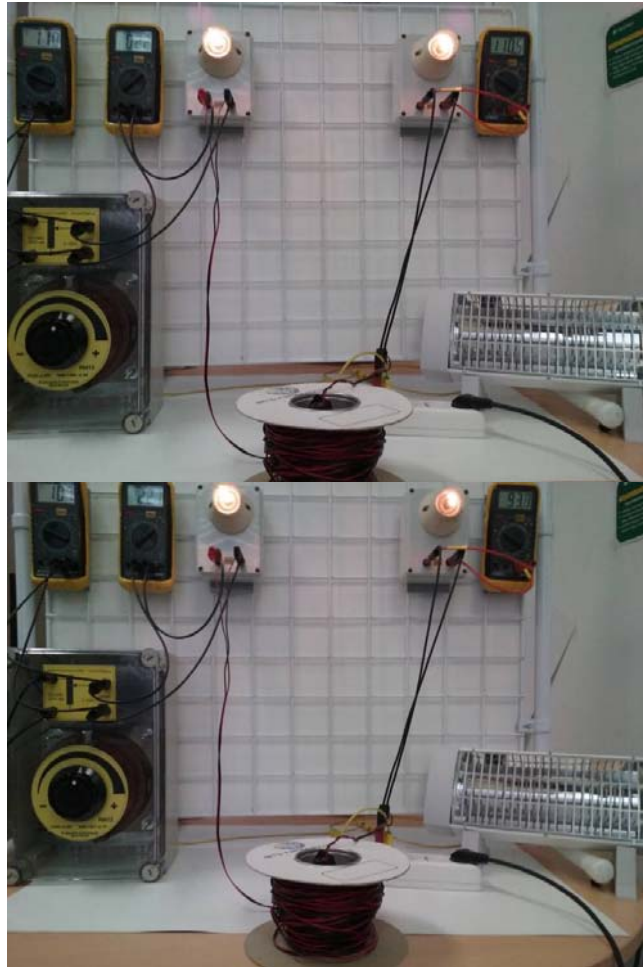
La demostración es doble. La primera parte (demostración 3a) consiste en representar la caída de tensión en una bobina de cable de $0,25\text{mm}^2$. Se trata de una bobina de cable de audio y se les señala a los alumnos pero es la forma más sencilla de obtener una caída de tensión visible. Por seguridad la bobina se alimenta sólo a 110V con un autotransformador. De nuevo, la tensión de alimentación se obtiene de un enchufe de la clase. Al inicio de la bobina conecta pone una bombilla incandescente y al final de la bobina se conecta otra bombilla incandescente con una estufa de 1200W en paralelo. Los equipos de medida muestran la intensidad y las tensiones al inicio y al final. Inicialmente, la estufa está apagada y las dos bombillas brillan por igual pero cuando se enciende la estufa la segunda bombilla brilla menos. Aunque en la figura 3 es difícil de apreciar, la disminución del brillo se aprecia bien en la clase en penumbra. Se anotan los valores para que el alumno realice posteriormente los cálculos de caída de tensión.

La segunda parte de la demostración (demostración 3b) consiste en mostrar el fenómeno del calentamiento de un cable y para ello se desenrolla la bobina de cable y se distribuye a lo largo del aula para que todos los alumnos puedan coger el cable con la mano. El cable se cortocircuita en un extremo y por el otro se alimenta progresivamente desde 0V hasta un máximo de 50V (tensión de seguridad¹) alcanzando una intensidad de 8A. En unos pocos segundos, los alumnos notan cómo se calienta el cable. Además, junto con el calentamiento se aprecia que la corriente disminuye por el aumento de la resistencia eléctrica del cable, lo cual sirve también para ilustrar la variación de la conductividad con la temperatura. Se anotan los valores de tensión e intensidad para obtener la resistencia eléctrica del cable. Finalmente, un alumno voluntario recoge el cable distribuido por la clase. Esta segunda demostración suele tener muy buena acogida y consigue un grado de interés máximo por parte de los alumnos. Además, la demostración se apoya con noticias de periódicos sobre accidentes debidos a instalaciones eléctricas. Si el cable no se desenrolla completamente la bobina puede alcanzar temperaturas muy elevadas que el profesor debe vigilar mientras se lo comenta a los alumnos (y de paso explica por qué las alargaderas tienen dos potencias diferentes si están enrolladas o desenrolladas). Los alumnos pueden comprobar la existencia de este calentamiento si se acercan al montaje.

¹ Es muy importante identificar cuál de los conductores que alimentan al autotransformador es el neutro puesto que de lo contrario, la tensión real en el cable podría ser de 230V en uno de los extremos en lugar de 50V.

Uso de las demostraciones prácticas en las clases de teoría para mejorar el aprendizaje de la Electrotecnia.

Figura 3 Imagen del panel en la demostración 3a antes de encender la estufa (arriba) y después de encender la estufa (abajo). La tensión al final de la línea pasa de 110V a 93V.



Pedro Llovera Segovia, Josep Simón Castel, Vicente Fuster Roig

Análisis de la puesta en práctica.

El esfuerzo realizado para poner en marcha estas demostraciones ha permitido ver algunos resultados concretos positivos y algunos aspectos a mejorar.

En primer lugar, las demostraciones producen reacciones emocionales en el alumno útiles para lograr la motivación: suspense sobre una predicción, sorpresa por la aparente violación de una ley o por el calentamiento de un cable y la disminución de brillo de una bombilla. El objetivo es también provocar la curiosidad en el alumno y el gusto por resolver paradojas o problemas técnicos. En segundo lugar, las demostraciones se utilizan para apoyar la teoría de manera prolongada puesto que se pueden citar a lo largo de todo el curso para aspectos posteriores de la asignatura, dudas planteadas por alumnos o tutorías. Es cierto que estos efectos se deben a que es la única asignatura donde se realizan demostraciones de este tipo y eso las refuerza de manera comparada aunque esto sea una ventaja relativa. En tercer lugar, conectan la práctica del laboratorio con la teoría de aula que o no siempre están bien sincronizadas en los calendarios o, en el mejor de los casos, la separación espacial, temporal y pedagógica de ambas produce dificultades al alumno para vincular teoría y prácticas. Esta metodología de demostraciones permite reforzar el vínculo entre teoría y práctica. Ciertamente, lo ideal sería que todas las clases discurrieran en el laboratorio pero esto no es habitualmente posible por razones organizativas y presupuestarias. De hecho, respecto al coste, la implantación de estas demostraciones ha sido relativamente económica debido a la posibilidad de reutilizar los equipos del laboratorio directamente gracias al sistema de panel y clips de sujeción aunque esto, en ningún caso, represente una justificación para las mencionadas reducciones de tiempo y presupuesto.

En cuanto a los resultados académicos, se ha constatado una reducción en el número de errores sobre conceptos fundamentales de Electrotecnia en las pruebas de calificación. Igualmente, se ha podido observar una mejora de comprensión en las sesiones de laboratorio, en particular en la sesión dedicada a las corrientes y tensiones alternas (relacionada con la demostración nº2).

Todo ello no quita que existan algunas dificultades que requieren mejoras. Por ejemplo, la visibilidad de las demostraciones en aulas grandes es reducida. Frente a esto, se puede utilizar una cámara y un proyector de vídeo, pero esta solución resta algo al efecto de realidad que se pretende buscar. Los equipos con grandes indicadores luminosos existen pero son, desgraciadamente, de coste elevado. Otra cuestión es el traslado de equipos del laboratorio al aula que, en nuestro caso particular, plantea problemas logísticos y un esfuerzo adicional además del riesgo de dañarlos durante el transporte. La cuestión del tiempo consumido en el desarrollo de las demostraciones es discutible puesto que la demostración sustituye algunos ejemplos de cálculos teóricos y permite afianzar mejor los conceptos. Se puede concluir

Uso de las demostraciones prácticas en las clases de teoría para mejorar el aprendizaje de la Electrotecnia.

que globalmente se invierte un poco más de tiempo pero se logran mejores resultados de aprendizaje. Otro aspecto es la relativa pasividad del alumno en comparación con una práctica de laboratorio. Esto es cierto y recuerda que el objetivo inicial de estas demostraciones es paliar la reducción en número de horas y sesiones de prácticas y suavizar la separación entre teoría y práctica que se produce generalmente en la asignaturas. Por otro lado no deja de ser una característica habitual de las clases teóricas, que se puede paliar parcialmente haciendo participar en cada sesión a algunos selectivamente en la preparación, manipulación y observación de los experimentos o en asistir al profesor en su realización.

Mejoras en curso de implantación.

Actualmente estamos trabajando en la fusión del laboratorio y el aula de teoría y en el aumento de la participación del alumno en las demostraciones. Para ello se está desarrollando un sistema de alimentación segura a 12V con transformadores 230/12V de 50W habituales de lámparas halógenas y regletas de baja tensión que resultan económicos para crear, en el momento en el aula, una red de tensión alterna de 12V o 24V en las mesas. Estos montajes se están diseñando contando con las limitaciones de la cantidad total de equipos disponibles en el laboratorio y la dificultad de trasladarlos al aula (una gran cantidad de material desplazado aumenta las posibilidades de daño o extravío).

El objetivo será que los alumnos hagan montajes y resuelvan problemas de cálculo de circuitos por grupos de cuatro al mismo tiempo que se adquieren los conceptos teóricos. Esa misma red se podrá conectar a una o varias fuentes de tensión continua de 12V y 3A que también permitan realizar pequeños montajes sencillos de corriente continua en las mesas. El objetivo de los montajes será la resolución de un circuito eléctrico que ilustre los conceptos teóricos que se pretenda adquirir. Además, los resultados obtenidos por los alumnos se introducirán en la plataforma virtual de la asignatura (PoliformaT) para obtener una calificación que contribuirá de forma positiva a la calificación final. Este momento, se aprovechará para añadir preguntas de teoría en la conocida fórmula “last minute question”.

Por otra parte, para mejorar la visibilidad de las demostraciones “convencionales” descritas en este artículo, se está optando por la solución ya mencionada más arriba del uso de una cámara o incluso de un teléfono móvil conectado al proyector de vídeo del aula.

Pedro Llovera Segovia, Josep Simón Castel, Vicente Fuster Roig

Conclusiones.

El uso de las demostraciones en las clases teóricas para la enseñanza de la Electrotecnia en el segundo curso del grado de Ingeniería Civil o del grado de Obras Públicas ha producido importantes mejoras en la comprensión del alumno de los conceptos eléctricos expuestos así como en la coherencia de los contenidos de la asignatura. Las demostraciones permiten ilustrar los conceptos teóricos que se adquieren, además de preparar las sesiones prácticas de laboratorio. Por ello pueden tener un papel relevante en la articulación del currículum global de las carreras de ingeniería. Las demostraciones acortan la separación artificial entre teoría y práctica además de poder inscribirse en una metodología activa. En las demostraciones descritas se han analizado no sólo conceptos que se explican sino sobre todo la reacción que producen en el alumno por la forma de presentarlas. Este aspecto para nosotros, incluida cierta teatralización, es fundamental a la hora de obtener la mayor eficacia de aprendizaje y didáctica utilidad de las demostraciones. El uso de demostraciones experimentales en el contexto de clases teóricas (en lugar de, por ejemplo, material audiovisual) puede contribuir a cimentar una formación coherente del ingeniero de acuerdo a las habilidades cognitivas y prácticas que habrán de caracterizar su desarrollo profesional.

Referencias

- Colino López, A. y Sánchez Ron, J. M. (2007) "Introducción". En Fleming J. A. (1921) *Cincuenta años de Electricidad: Memorias de un ingeniero eléctrico*. Editorial Crítica, Barcelona.
- Gooday, G. (1991). "Teaching telegraphy and electrotechnics in the physics laboratory: William Ayrton and the creation of an academic space for electrical engineering in Britain, 1873-1884". *History of Technology* 13: 73-111.
- Gooday, G. (2008). *Domesticating Electricity: Technology, Uncertainty and Gender, 1880-1914*. Pickering & Chatto, London.
- Heering, P. (2009). "The Role of Historical Experiments in Science Teacher Training: Experiences and Perspectives". *Actes d'Història de la Ciència i de la Tècnica* 2 (1): 389-439.
- Lewin W. (2012). *Por amor a la física*. Ed. Random House Mondadori, Barcelona..
- Llovera-Segovia P (2011). "Dos estrategias para la mejora del aprendizaje de Electrotecnia en la Escuela de Caminos UPV". *Jornadas de Innovación Educativa*. Instituto de Ciencias de la Educación-Universitat Politècnica de València, Valencia.

Visualización de las curvas de Lissajous mediante los sensores de aceleración de los smartphones

Luis Tuset-Sanchis, Juan C. Castro-Palacio, José A. Gómez-Tejedor,
Francisco J. Manjón, Enrique Ballester y Juan A. Monsoriu

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera sn, 46022 Valencia, jmonsori@fis.upv.es

Abstract

In this work, we present a new laboratory experience to study two-dimensional harmonic oscillations using the accelerometer sensor of a Smartphone. The data recorded by the “Accelerometer Toy” (Android application) are fitted to the harmonic motion equation. The different patterns of Lissajous curves resulting from the superposition of orthogonal harmonic oscillations are illustrated for three experiments.

Keywords: *Two-dimensional oscillations, mechanical Lissajous curves, smartphone application, accelerometer sensor.*

Resumen

En este trabajo presentamos una nueva propuesta de práctica de laboratorio sobre oscilaciones bidimensionales basada en el sensor de aceleración de los Smartphones o teléfonos inteligentes. Los datos obtenidos mediante la aplicación gratuita para Android “Accelerometer Toy” se ajustan a la ecuación del movimiento armónico obteniendo muy buenos resultados. La superposición de las oscilaciones armónicas ortogonales dan lugar a las curvas de Lissajous que se muestran para tres experimentos diferentes.

Palabras clave: *Oscilaciones bidimensionales, curvas de Lissajous, Smartphone, sensor de aceleración.*

Introducción

En la literatura se pueden encontrar diversos experimentos de Física basados en dispositivos móviles. Cámaras digitales (Monsoriu, 2005), webcams (Shamim, 2010), ratones de ordenador ópticos (Romulo, 1997 y Ng, 2005), el controlador de la wii el wiimote (Tomarken, 2012) y otros controladores de videoconsolas (Vannoni, 2007) son algunos ejemplos

Visualización de las curvas de Lissajous mediante los sensores de aceleración de los smartphones

de estos dispositivos. Mediante el uso de una cámara digital (Greczylo, 2002) se puede seguir un experimento de Física ya que los videos grabados permiten medir el tiempo, las distancias y las posiciones de objetos en movimiento.

El uso de dispositivos portátiles se ha extendido recientemente gracias a los Smartphones. En particular, los sensores de aceleración que incorpora un Smartphone se han usado para el estudio de oscilaciones simples y acopladas tanto a nivel cualitativo en institutos (Kuhn, 2012) como a nivel cuantitativo en universidades (Castro-Palacio, 2013). En este trabajo, extendemos el uso de los sensores de aceleración del Smartphone al estudio de oscilaciones bidimensionales. Como ejemplo sencillo de aplicación, hemos elegido la visualización de las curvas de Lissajous.

Tradicionalmente, el estudio de oscilaciones bidimensionales se ha realizado mediante experimentos bastante tediosos. Por ejemplo, en la referencia (Bobillo-Ares, 1995) los autores usan una mesa de aire y un disco conectado a ella mediante muelles. La trayectoria del disco se sigue por el trazo que describe este sobre un papel, el cual más tarde se digitalizaba para extraer la información de la trayectoria. El uso de los sensores de aceleración del Smartphone permite que este estudio sea mucho más sencillo puesto que este dispositivo proporciona el valor instantáneo de aceleración en cada eje.

El sensor de aceleración del Smartphone y la aplicación Android

En nuestros experimentos hemos usado dos Smartphones con diferentes versiones del sistema operativo Android: Samsung Galaxy S2 con Android 2.1 y LG-E510 con Android 2.3.4. La masa del primer Smartphone es $m = (0,1237 \pm 0,0001)$ kg y la del segundo es $m = (0,1237 \pm 0,0001)$ kg. El sensor de aceleración está constituido por tres microcircuitos de silicio que son perpendiculares entre sí. Cada microcircuito indica la aceleración en una dirección y funciona como una masa colgada de un muelle cuyo movimiento estuviera restringido a una única dirección.

Para el control del sensor de aceleración se ha utilizado la aplicación gratuita de Android "Accelerometer Toy versión 1.0.10". Esta aplicación ocupa 154 kB de memoria y puede ser descargada tanto de la web como de la aplicación Google Play (<https://play.google.com/store/apps>). Las componentes de la aceleración en función del tiempo (a_x , a_y , a_z) en los ejes x , y y z se registran mediante el sensor. La precisión en la medida de la aceleración y el tiempo son $\delta a = 0,03 \text{ m/s}^2$ $\delta t = 0,01 \text{ s}$, respectivamente. Esta aplicación también permite guardar la salida de datos en un archivo ASCII para posteriores análisis. La estructura del archivo ASCII (ver figura 1) es la siguiente: La primera columna es el orden temporal de iteración; la segunda es el tiempo (en unidades de 10^{-3} s); y las restantes tres columnas son la aceleración en los ejes x , y y z (en m/s^2), respectivamente.

Luis Tuset-Sanchis, Juan C. Castro-Palacio, José A. Gómez-Tejedor, Francisco J. Manjón y Juan A. Monsoriu

Figura 1. Fragmento del fichero de salida de la App Accerelometer Toy utilizada en los experimentos.

Count	Time (ms)	X	Y	Z
1	0	0,21793	0,14982	9,83469
2	9	0,21793	0,12258	9,74494
3	19	0,17707	0,12258	9,86034
4	29	0,14982	0,12258	9,92445
5	39	0,1362	0,12258	9,86034
6	49	0,17707	0,10896	9,75776
7	59	0,1362	0,12258	9,73211
8	71	0,14982	0,08172	9,80905
9	82	0,14982	0,0681	9,74494
10	92	0,2043	0,04086	9,83469
11	105	0,23155	0,01362	9,83469
12	118	0,21793	0,01362	9,86034
13	126	0,24517	0,01362	9,82187
14	136	0,21793	-0,02724	9,86034
15	147	0,2043	-0,04086	9,80905
16	157	0,2043	-0,05448	9,80905
17	167	0,17707	-0,0681	9,73211
18	177	0,16344	-0,05448	9,69365
19	188	0,10896	-0,09534	9,80905
20	198	0,0681	-0,08172	9,77058
21	208	-0,02724	-0,08172	9,83469
22	218	-0,02724	-0,09534	9,83469
23	228	-0,05448	-0,08172	9,73211

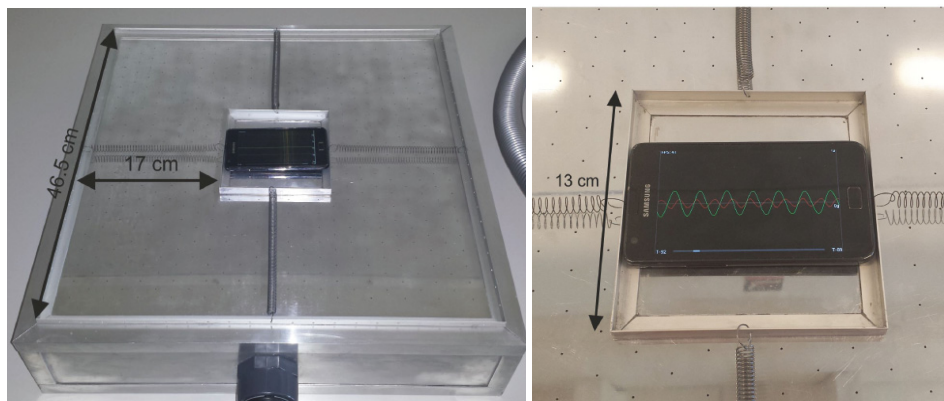
Cuando finaliza la descarga de la aplicación en el dispositivo móvil, se debe realizar un pequeño test para verificar que todo funciona correctamente y estimar el error de cero del acelerómetro. Para ello, las curvas que se muestran en la pantalla deben tener valores cercanos a cero para los ejes x e y y alrededor de $9,8 \text{ m/s}^2$ para el eje z cuando el móvil esta dejado en reposo sobre una superficie horizontal.

Montaje experimental

El montaje experimental para el estudio de oscilaciones bidimensionales incluye una mesa de aire, para disminuir el rozamiento, una bandeja para sostener el Smartphone, y cuatro muelles que sujetan la bandeja a las paredes laterales de la mesa (ver figura 2). En nuestro montaje hemos usado tres configuraciones diferentes de los muelles. Los datos obtenidos por el sensor de aceleración se ajustan a la ecuación de una oscilación armónica, $a(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$, con objeto de obtener la amplitud (A), la frecuencia (ω) y la fase (φ) tal como se muestra en las figuras 3, 4 y 5. Las curvas de Lissajous resultantes de la superposición de las oscilaciones armónica en ambos ejes también se muestran en dichas figuras. Queremos remarcar que la mesa de aire utilizada en nuestro experimento ha sido construida como Trabajo Fin de Grado de un estudiante del Grado de Ingeniería Mecánica de la Universitat Politècnica de València, España. La mesa ha sido fabricada en aluminio con un coste total aproximado de unos 40 euros. El conector para la fuente de aire de esta mesa permite acoplarlo a fuentes de aire convencionales incluida la del kit de pista de aire para laboratorios de Física.

Visualización de las curvas de Lissajous mediante los sensores de aceleración de los smartphones

Figura 2. Visión global de la mesa de aire construida para los experimentos (izquierda). Parte inferior: detalles del smartphone y de la bandeja que lo soporta. Las dimensiones típicas del montaje se indican en las imágenes.



La figura 2 muestra el montaje utilizado para los experimentos junto con las dimensiones de la mesa de aire y de la bandeja portadora del Smartphone. Cuando la mesa se encuentra acoplada a una fuente de aire, una pequeña capa de aire aparece entre la bandeja con el Smartphone y la superficie de la mesa permitiendo a la bandeja moverse en las dos dimensiones sin apenas fricción. Estas condiciones nos permiten estudiar las oscilaciones armónicas bidimensionales obteniendo las curvas mecánicas de Lissajous. Finalmente, el hecho que este experimento pueda realizarse con los Smartphones de los propios estudiantes de ingeniería hace que éstos vean lo factible que es diseñar y poner en marcha experimentos de Física.

Resultados

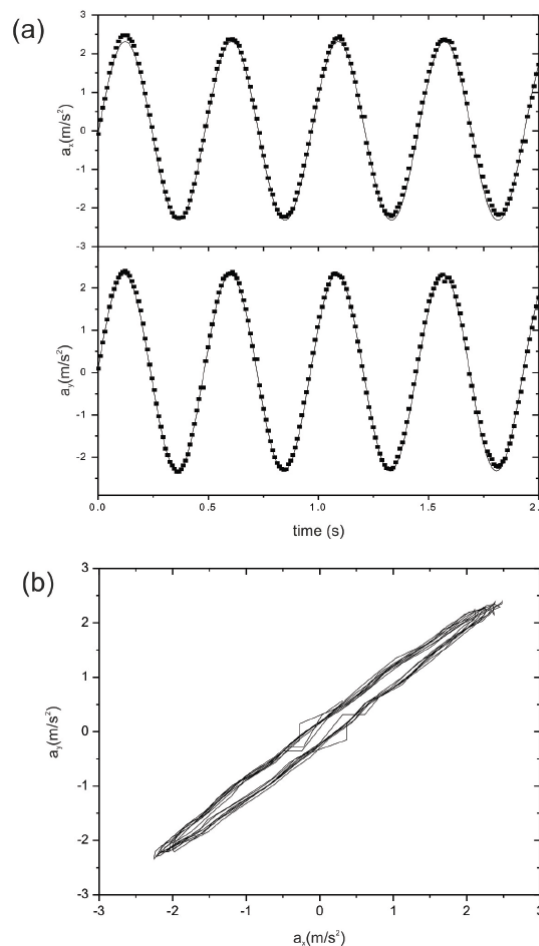
En el primer experimento se usan cuatro muelles de constante elástica $k = (10,5 \pm 0,1) \text{ N/m}$, dos por cada uno de los ejes x y y . La masa total (teléfono + bandeja) es $m = (0,1583 \pm 0,0001) \text{ kg}$. Tras un lanzamiento a lo largo de la diagonal de la recta $y = x$, el Smartphone comienza a oscilar aproximadamente a lo largo de dicha recta. En la figura 3 (grafica a) se muestran las oscilaciones de las aceleraciones a lo largo de los ejes x y y . La Tabla 1 resume los parámetros (y sus errores) de los datos de ambos ejes ajustados a la ecuación 1. En la grafica b, se muestra la curva resultante de la superposición de dos movimientos armónicos. Se puede observar que es aproximadamente una línea recta, lo que nos muestra la gran similitud en las condiciones de oscilación de ambos ejes ($\omega_y/\omega_x \approx 1$).

Luis Tuset-Sanchis, Juan C. Castro-Palacio, José A. Gómez-Tejedor, Francisco J. Manjón y Juan A. Monsoriu

Tabla 1. Parámetros y sus errores obtenidos a partir del ajuste de los datos de aceleración. La última columna muestra el coeficiente de correlación del ajuste.

		$(A \pm \delta A)$ m/s ²	$(\omega \pm \delta\omega)$ rad/s	$(\phi \pm \delta\phi)$ rad	R
Experimento 1	x	2.32±0.01	12.999±0.009	3.11±0.01	0.99482
	y	2.331±0.009	13.009±0.007	0.035±0.008	0.99704
Experimento 2	x	2.55±0.03	23.04±0.02	4.02±0.02	0.97238
	y	2.251±0.01	15.569±0.008	6.130±0.009	0.9955
Experimento 3	x	1.063±0.006	25.757±0.006	2.53±0.01	0.996
	y	1.13±0.01	18.80±0.01	2.43±0.02	0.9893

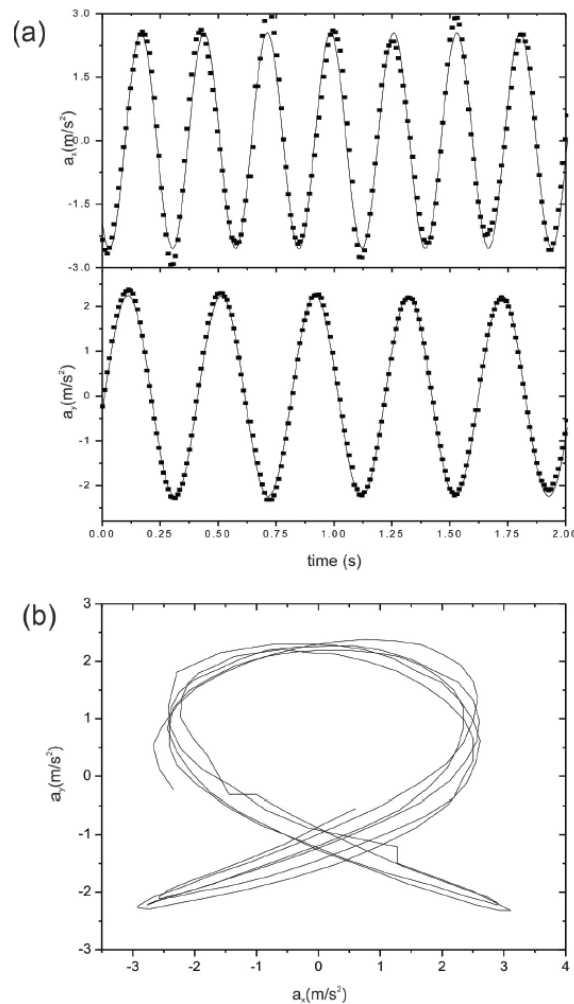
Figura 3. Resultados para el primer experimento: a) aceleración en función del tiempo para cada eje y b) curva de Lissajous correspondiente.



Visualización de las curvas de Lissajous mediante los sensores de aceleración de los smartphones

En el segundo experimento se usan dos muelles con constante elástica $k_1 = (46,9 \pm 0,7)$ N/m a lo largo del eje x y dos con constante elástica $k_2 = (10,5 \pm 0,1)$ N/m a lo largo del eje y. Al igual que en el anterior experimento la masa total (teléfono + bandeja) es $m = (0,1583 \pm 0,0001)$ kg. Denuovo, se lanza el Smartphone a lo largo de la diagonal de la curva $y = x$ y comienza a oscilar. En la figura 4 (gráfica a) se muestran las aceleraciones a lo largo del eje x e y. Los parámetros (y sus errores) obtenidos del ajuste de los datos de las aceleraciones a la ecuación 1 se muestran en la Tabla 1. En la figura 4 (gráfica b) se muestra la curva resultante de la superposición de dos movimientos armónicos que se corresponde con una curva de Lissajous de frecuencias $\omega_y/\omega_x = 0,68 \approx 2/3$.

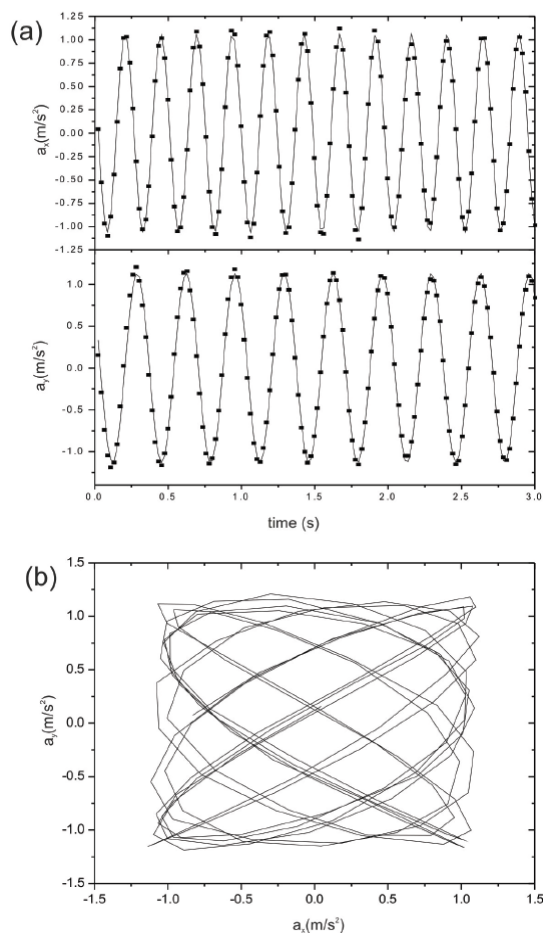
Figura 4. Resultados para el segundo experimento: a) aceleración en función del tiempo para cada eje y b) curva de Lissajous correspondiente.



Luis Tuset-Sanchis, Juan C. Castro-Palacio, José A. Gómez-Tejedor, Francisco J. Manjón y Juan A. Monsoriu

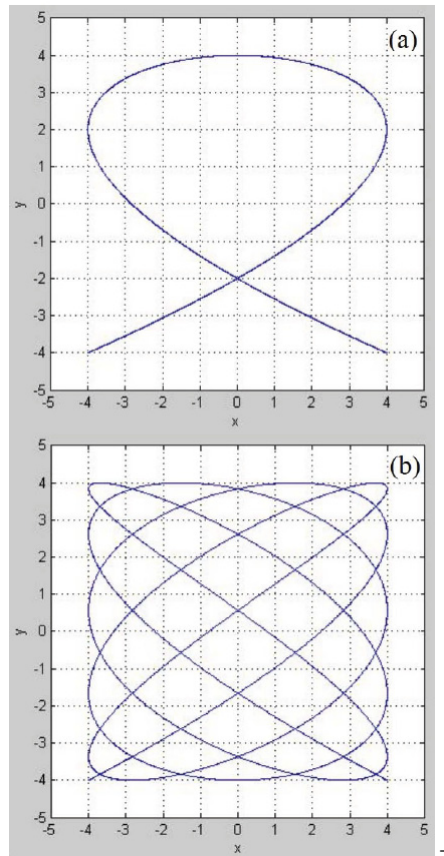
En el tercer experimento, se utilizaron dos muelles de constante elástica $k_1 = (20,6 \pm 0,1)$ N/m a lo largo del eje x y dos de constante elástica $k_2 = (79,6 \pm 0,7)$ N/m a lo largo del eje y. En este caso, se utilizó otro Smartphone por lo que la masa total (teléfono + bandeja) es $m = (0,2145 \pm 0,0001)$ kg. El Smartphone se lanzó a lo largo de la diagonal y se dejó oscilar libremente. En la figura 5 (gráfica a), se muestran las oscilaciones de las aceleraciones a lo largo de los ejes x e y. Los parámetros (y sus errores) obtenidos del ajuste de los datos de las aceleraciones a la ecuación 1 se muestran en la Tabla 1. En la figura 5 (gráfica b), se muestra la curva resultante de la superposición de los dos movimientos armónicos, correspondiente a una curva de Lissajous de frecuencias $\omega_y/\omega_x = 0.73 \approx 8/11$.

Figura 5. Resultados para el tercer experimento: a) aceleración en función del tiempo para cada eje y b) curva de Lissajous correspondiente.



Visualización de las curvas de Lissajous mediante los sensores de aceleración de los smartphones

Figura 6. Curvas de Lissajous teóricas: a) $\omega_y/\omega_x \approx 2/3$ y b) $\omega_y/\omega_x \approx 8/11$.
<http://labmatlab.upv.es/eslabon/CurvasLissajous/default.aspx>



Las curvas experimentales de Lissajous resultantes de los experimentos 2 y 3 pueden compararse con los resultados teóricos (ver figura 6) para $\omega_y/\omega_x \approx 2/3$ y $\omega_y/\omega_x \approx 8/11$, respectivamente usando un laboratorio virtual.

Conclusiones

En este trabajo se han analizado oscilaciones bidimensionales mediante una mesa de aire y el sensor de aceleración de un Smartphone. Los datos de aceleración instantánea obtenidos por el sensor se han ajustado a la ecuación de un oscilador armónico simple para obtener las amplitudes, las frecuencias y las fases de los movimientos oscilatorios a lo largo de los ejes x e y. A partir de los datos de las oscilaciones armónicas, se han obtenido las curvas de Lissajous para un ratio de frecuencias $\omega_y/\omega_x \approx 2/3$ y $\omega_y/\omega_x \approx 8/11$, para el segundo y para el

Luis Tuset-Sanchis, Juan C. Castro-Palacio, José A. Gómez-Tejedor, Francisco J. Manjón y Juan A. Monsoriu

tercer experimento respectivamente. Se ha obtenido una concordancia muy buena entre los resultados teóricos y experimentales. El sensor de aceleración como dispositivo de medida se ha añadido a las prácticas de laboratorio de Física de primer año del Grado de Ingeniería Mecánica, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y Grado en Ingeniería del Diseño Industrial y Desarrollo de Productos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño en la Universitat Politècnica de València. En general, los estudiantes se mostraron entusiasmados utilizando sus propios Smartphones en el laboratorio de Física. La unión de los conceptos de Física con aspectos más cotidianos de los estudiantes en su día a día (su Smartphone), tiene un claro impacto positivo en la motivación de éstos. Por otro lado, capacidades como la toma de datos y el posterior procesado de los mismos se encuentran en el perfil profesional de cualquier ingeniero de hoy en día.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Instituto de Ciencias de Educación, Universitat Politècnica de Valencia (España), por el soporte a los Grupos de Innovación Educativa MoMa y e-MACAFI y por subvencionar el proyecto PIME/2014/A/031/B que ha dado lugar a este trabajo.

Referencias

- Bobillo-Ares N. C., Fernandez-Nufiez J. (1995). "Two-dimensional harmonic oscillator on an air table". *Eur. J. Phys.* 16 (1995) 223-227
- Castro-Palacio J. C., Velazquez-Abad L., Gimenez F., Monsoriu J. A. (2013). "A quantitative analysis of coupled oscillations using mobile accelerometer sensors". *Eur. J. Phys.*, 34, 737-744.
- Greczylo T., Debowska E. (2002), "Using a digital video camera to examine coupled oscillations". *Eur. J. Phys.*, 23, 441-447.
- Kuhn J., Vogt P. (2012). "Analyzing spring pendulum phenomena with a smart-phone acceleration sensor". *Phys. Teach.*, 50, 504-505.
- Monsoriu J. A., Giménez M. H., Riera J., Vidaurre A. (2005). "Measuring coupled oscillations using an automated video analysis technique based on image recognition". *Eur. J. Phys.*, 26, 1149-1155.
- Ng T. W., Ang K. T. (2005). "The optical mouse for harmonic oscillator experimentation". *Am. J. Phys.*, 73, 793-795.
- Romulo O. O., Franklin K. N. (1997). "The computer mouse as a data acquisition interface: application to harmonic oscillators". *Am. J. Phys.*, 65, 1115-1118.

Visualización de las curvas de Lissajous mediante los sensores de aceleración de los smartphones

Shamim S., Zia W., Anwar M. S. (2010). "Investigating viscous damping using a webcam", *Am. J. Phys.* 78, 433-436.

Tomarken S. L., Simons D. R., Helms R. W., Johns W. E., Schriver K. E., et al. (2012). "Motion tracking in undergraduate physics laboratories with the Wii remote". *Am. J. Phys.*, 80, 351-354.

Vannoni M., Straulino S. (2007). "Low-cost accelerometers for physics experiments". *Eur. J. Phys.*, 28, 781-787.

La INGENIERÍA FORENSE: Una oportunidad profesional

Luis Francisco Pascual Piñeiro

Avenida del Puerto, 175-pta.27, 46022 Valencia, enforma@agenfor.org, Col. 1894 del COITIG Valencia, Promoción 1964 de la E.T.P.I. Valencia

Abstract

A short presentation of hold forensic activity from Engineering and its importance as a professional opportunity for the future Grades in Enginery. Legal basis of this activity and its division. Courses and matters in Forensic Engineering. The big importance of the Forensic Expert in them. Preparation of Reports, Opinions and Assessments and how to do it. Need to include this matter in next study plans for Grades in Enginery. Theoretical training and above all practical formation to work on forensic fields, judicial, private, in-surances, tributary, etc. practical workshops on the performance of the forensic expert, crucial for prior training in engineering activities.

Resumen

Exposición de la antigua actividad 'forense' de la Ingeniería; su importancia como oportunidad profesional para los futuros graduados de cualquier rama de la ingeniería; base jurídica de esta actividad y su división, campos y materias en la ingeniería forense; la importancia del experto forense en ellos; elaboración de informes, dictámenes y peritaciones, cómo hacerlo; necesidad de la incorporación de esta materia como asignatura en los planes de estudios de éstos; formación teórica y sobretodo práctica de actuación en los distintos ámbitos forenses, judicial, privado, de seguros, tributario, etc.; talleres prácticos sobre la actuación del experto forense, cruciales para la formación previa en esta actividad de la Ingeniería.

Introducción

La presente exposición, porque solamente es eso, únicamente quiere hacer ver a aquellos que no la conocen en toda su extensión, la mayoría, esta amplia actividad en cuanto al número de ingenieros que la practican y que trabajan únicamente en ella; respondiendo además a toda una batería de preguntas que nos surgen, como son:

¿cuántas áreas, tipos o formas de trabajo hay en la Ingeniería?

¿cómo definimos la Ingeniería Forense?,

La INGENIERÍA FORENSE: Una oportunidad profesional

- ¿qué es el Ingeniero Forense?,
- ¿cuáles son sus facultades?,
- ¿qué parcelas de actividad de la Ingeniería comprende?, todas,
- ¿dónde actuamos los Ingenieros Forenses?,
- ¿cuándo se precisa nuestra actividad?,
- ¿por quién se requiere nuestra actuación?

Áreas de actuación de la Ingeniería.

¿Cuántas hay?

Las podemos resumir como aquellas en las que el Ingeniero actúa, de acuerdo con las atribuciones concedidas por la Ley 12/1986, de 1 abril, de atribuciones profesionales, y de forma no exclusiva ni tampoco excluyente en:

Gráfica 1. Trabajos en Ingeniería

- a) **Administrativa y de Gestión pública**
- b) **Docente y formativa**
- c) **Asesora, Consultora y de Gestión**
- d) **Proyectista y de diseño**
- e) **Comercial y de ventas**
- f) **Industrial y productiva**
- g) **Constructiva y ejecutora de obras**
- h) **Distribución y Logística**
- i) **Investigadora y de Análisis**
- j) **Pericial y Forense**

Todas estas, entre otras actividades del Ingeniero, desarrolladas al amparo de sus atribuciones profesionales, las puede realizar por cuenta ajena (funcionariado o empresa privada) o por cuenta propia (ejercicio libre).

Luis Francisco Pascual Piñeiro

De ellas la que es motivo de nuestra intervención hoy, es la FORENSE que, por extensión, conlleva la anteriormente llamada actividad Pericial.

Definición

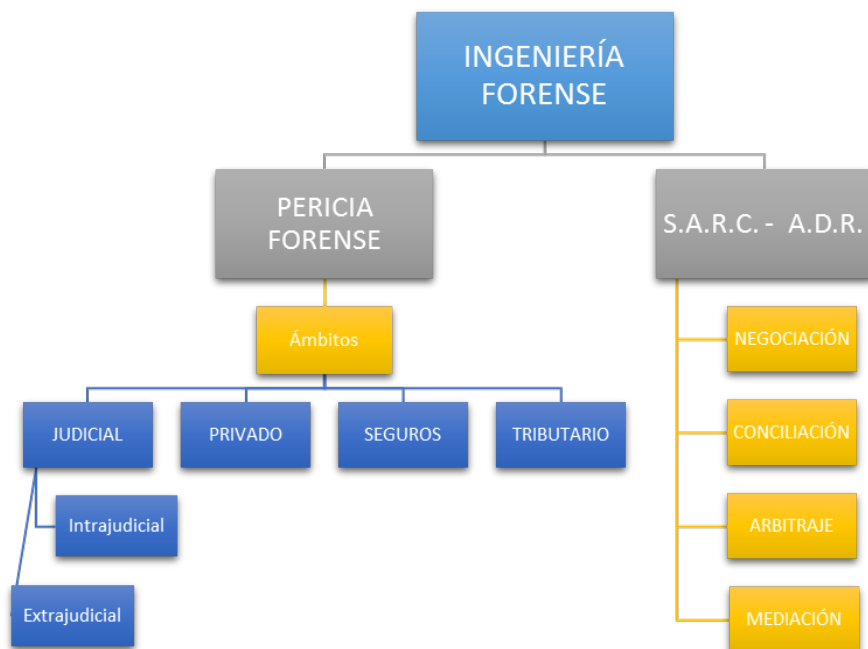
¿Cómo definimos la Ingeniería Forense?

La Ingeniería Forense es una actividad de la Ingeniería que trata de dar luz, con base técnica, a discrepancias, divergencias, discordancias, diferencias, desavenencias, disputas o conflictos, o de valorar bienes, en ayuda de la sociedad a la que servimos, los ciudadanos, y de la Administración con la que colaboramos.

Quizás algo sorprendente o nuevo para algunos, pues es costumbre arraigada en la ciudadanía en general, e incluso en algunas esferas o áreas técnicas, el considerar la palabra forense como sólo perteneciente o indicativa de la medicina, cuando hay muchas otras disciplinas académicas que actúan igualmente en el área forense y más que ninguna otra, la Ingeniería, en todos sus aspectos y ramas de especialidad.

En este punto del trabajo debemos ubicar la Ingeniería Forense, y la que parece mejor manera de hacerlo es de una forma gráfica, pues una imagen es más efectiva y concluyente que las palabras.

Gráfica 2. La Ingeniería Forense y su división



La INGENIERÍA FORENSE: Una oportunidad profesional

Trataremos de mostrar esta antigua actividad de la ingeniería, que se remonta a sus mismos orígenes allá por el otoño de 1.850, en que siendo Ministro de Comercio, Industria y Obras Públicas, D. Manuel de Seija Lozano, firmó S.M. la Reina Isabel II el R.D. de 4 septiembre, por el que se organizaron las enseñanzas técnicas en España, siendo por R.D. de 17 agosto de 1901 que se crearon las Escuelas Superiores de Industria, movidas por D. Álvaro de Figueroa y Torres, Conde de Romanones, en las que se otorgaba la titulación de Perito Industrial, hace hoy 114 años.

Figura 1. El Ingeniero Forense



Dicha antigua actividad de Ingeniería Forense tiene por fin primordial intentar averiguar las causas que motivan un suceso o hecho acaecido (accidente, avería,, siniestro, etc.), y/o el valor de los daños causados, o en su caso el valor real de determinados bienes, ya sean muebles, inmuebles o intangibles.

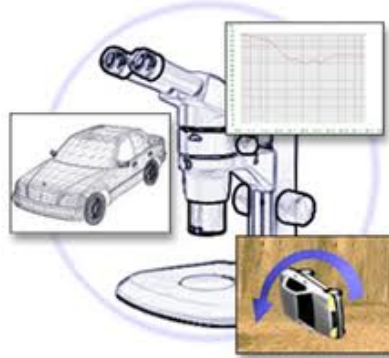
Ingeniero Forense

¿Qué es?

Es el experto (perito) práctico en materias de su especialidad, con conocimiento y habilidad para desarrollarlas en un Foro; resaltando de esta definición expresamente los términos: experto (perito), práctico, conocimientos y habilidad, como necesarios e imprescindibles para desarrollar el ingeniero su labor forense.

Luis Francisco Pascual Piñeiro

Figura 2. Elementos forenses



La actividad Forense requiere del Ingeniero una formación específica y continua, aprendizaje, dedicación y paciencia, junto a unas habilidades innatas y otras adquiridas, básicas para el Ingeniero Forense y necesarias para la calidad del trabajo que ha de desarrollar.

Como ejemplos no excluyentes, estudio de antecedentes, captación de datos, inspección ocular, capacidad de observación (el menor detalle puede ser determinante), análisis de documentos, síntesis de pruebas, planteamiento de hipótesis, valoración de las mismas, postulación de conclusiones, dictamen, valoraciones, etc.

El Experto Forense es un auxiliar del Tribunal, en el ámbito Judicial; es quien debe asesorar y aconsejar a quien le consulta, en el ámbito privado; es quien determina la aceptación o no de un siniestro en general, avería o accidente, etc.

Foto 1. Un Experto Forense trabajando



Se denomina Experto Judicial a quien es designado por el Juez o Tribunal aunque sea a instancia de la parte o partes intervinientes, y solamente mientras dura el proceso en el que

La INGENIERÍA FORENSE: Una oportunidad profesional

actúa, debiendo ser independiente de las partes del proceso y, evidentemente, objetivo en sus afirmaciones, conclusiones y dictamen.

El Experto (Perito) es un auxiliar de la Administración de Justicia que ayuda al Juzgador, como conocedor de las materias sobre las que emite su opinión técnica, al objeto que aquél dicte Sentencia; por esa razón primordial debe actuar con objetividad, imparcialidad, sinceridad, claridad, honestidad y cumpliendo el código de deontológico y de conducta de su Colegio profesional.

La pericia en el proceso judicial es medio de prueba y como tal tiene su regulación, sus tiempos y el momento procesal para aportarla.

Facultad pericial

¿Cuáles son sus facultades?

Confiere a los Ingenieros expresamente está facultad pericial la letra c, del artículo segundo, de la citada Ley 12/86, al prescribir como atribución profesional: “La realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos.”.

Pero no solamente por ello, sino también por las áreas de actuación del Ingeniero y la/s actividad/es que desempeña, puesto que si alguien es conocedor y experto en una materia, puede diseñar y proyectar sobre ella, igualmente es apto para desarrollar informes, dictámenes, valoraciones, críticas constructivas, asesorar, etc.

En este sentido es importante y oportuno traer aquí las definiciones que en el Anexo al Decreto 1998/1961, de 19 de octubre, sobre tarifas de honorarios de los Ingenieros en trabajos a particulares, se realizaban:

Se entiende por informe el desarrollo con explicaciones técnicas de las circunstancias observadas en el reconocimiento o examen de la cuestión sometida a informe.

Se entiende por dictamen la exposición de la opinión que emite el Ingeniero sobre la cuestión sometida a dictamen.

Se entiende por peritación el dictamen en que se disciernen cuestiones de orden técnico o se definen circunstancias también del mismo orden.

Aún a pesar del tiempo transcurrido desde aquél, la actualidad de las anteriores es clara, como no podía ser de otra forma, pero quizás es posible que hayamos todos olvidado un poco el sentido estricto de dichas definiciones, que delimitan de forma palmaria e inequívoca el alcance de cada una de las expresiones.

Luis Francisco Pascual Piñeiro

Campos de actuación y materias forenses

¿Qué parcelas comprende?

Nosotros designamos diez campos de actuación del Ingeniero Forense, a saber: Industria, Comercio, Servicios, Productos, Seguridad, Propiedad, Seguros, Judicial, Tributario, Socio-laboral, que a su vez se subdividen en varias materias forenses, en cada uno de los campos.

Cuadro 1. Campos y Materias forenses

Campos	Materias Forenses
01 Industria	01 Maquinaria industrial
	02 Instalaciones (agua, gas, electricidad)
	03 Propiedad industrial
	04 Instalación y montaje de industrias en general
02 Comercio	01 Vehículos
	02 Aeronaves y buques de carga y pasajeros
	03 Edificaciones industriales y terciarias
03 Servicios	01 Auditoría y valoración de empresas
	02 Calidad y cualidad en servicios profesionales
	03 Comprobaciones topográficas
	04 Responsabilidad patrimonial
04 Productos	01 Industriales
	02 Electrónica
	03 Informática
	04 Telecomunicaciones
	05 Calidad y suministro de productos en general

La INGENIERÍA FORENSE: Una oportunidad profesional

05	Seguridad	01	Protección y seguridad
		02	Prevención de riesgos laborales
		03	Medioambiente
		04	Comprobaciones en la edificación
06	Propiedad	01	Bienes muebles
		02	Daños a bienes muebles
		03	Bienes inmuebles
		04	Daños a bienes inmuebles
		05	Propiedad intelectual
07	Seguros	01	Averías de vehículos
		02	Daños en accidentes de vehículos
		03	Reconstrucción de accidentes
		04	Daños en aeronaves y buques
		05	Incendios y riesgos diversos
		06	Seguros y reaseguros en general
08	Judicial	01	Intervenciones en ejecuciones judiciales
		02	Actuaciones en procesos concursales
		03	Intervención en proceso civil y mercantil
		04	Actuaciones forenses de parte
		05	Asesoramiento en obligaciones y contratos
09	Tributario	01	Intervenciones en procedimientos tributarios
		02	Tasaciones y valoraciones de bienes

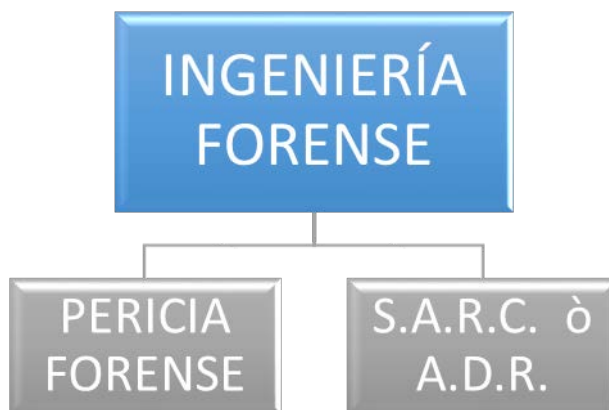
Luis Francisco Pascual Piñeiro

- 03 Valoración de productos
- 04 Realización de pericial contradictoria
- 10 Socio-laboral
 - 01 Intervenciones en ejecuciones sociales
 - 02 Intervenciones en procedimientos laborales
 - 03 Valoraciones de bienes en garantía

División: Pericia Forense y S.A.R.C.

Recordemos ahora lo señalado al definir la Ingeniería Forense y el organigrama gráfico de una división básica, respecto a las dos partes principales ‘Pericia Forense’ y ‘S.A.R.C.’ (Sistemas Alternativos de Resolución de Conflictos) o A.D.R. (Alternative Dispute Resolution) en acepción anglófona, tan de actualidad hoy.

Gráfica 3. División de la Ingeniería Forense



Ámbitos: Jurídico, Privado, de Seguros, Tributario

¿Dónde actuamos?

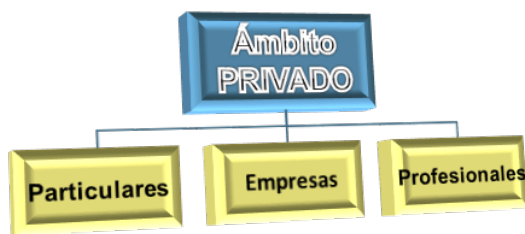
Es preciso también que tengamos presente igualmente que la Pericia Forense la dividíamos en partes que, a título indicativo sin excluir otros, reflejamos ahora con algunas de las acciones o actuaciones en sus ámbitos, que recortemos son: el Jurídico, Privado, de Seguros, Tributario.

La INGENIERÍA FORENSE: Una oportunidad profesional

Gráfica 4. Actuaciones en el Ámbito Jurídico



Gráfica 5. Actuaciones en el Ámbito Privado



Gráfica 6. Actuaciones en el Ámbito de Seguros



El ámbito que hemos denominado Tributario, incluye además actuaciones en los ámbitos social y laboral, principalmente en la valoración de bienes como garantía, frente a deudas contraídas o a actuaciones administrativas en reclamación de ellas. Sin olvidarnos los Sistemas Alternativos de Resolución de Conflictos (S.A.R.C.), llamados también P.A.R.C. (Procedimientos Alternativos de Resolución de Conflictos) o A.D.R. (Alternative Dispute Resolution) en su designación anglófona.

Luis Francisco Pascual Piñeiro

Gráfica 7. Actuaciones de los S.A.R.C. o A.D.R.



Con las diferentes formas de cada una de estas alternativas para resolver conflictos; en la Negociación, cada parte busca sus ventajas; en la Conciliación, se trata de encontrar la concordancia de intereses; en el Arbitraje, es un árbitro quien dicta el laudo de obligado cumplimiento; en la Mediación por contra, son las partes quienes llegan a un acuerdo, con una mayor realización de su cumplimiento. De los cuales la Mediación es hoy por hoy el sistema a utilizar y desarrollar por varias razones, como su menor coste, el acuerdo más rápido que alcanzan las propias partes en conflicto, y el consiguiente desahogo o descenso de la carga de procedimientos en los Juzgados, sin que ésta sea la causa principal ni mucho menos.

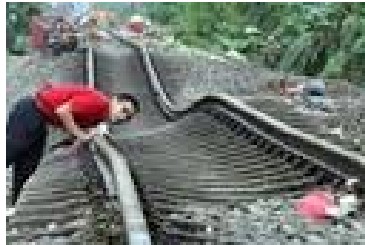
La importancia del Experto (Perito) Forense

El Experto Forense es considerado como un auxiliar de la administración en el ámbito judicial, necesario para dar apoyo técnico al Juez o Magistrado en su deliberación y posterior sentencia en materia sobre la que se le pide exprese su opinión técnica; pero también en los demás ámbitos es un experto que auxilia, con su conocimiento técnico de la materia o el objeto de pericia, a la parte o partes para poder llegar a un acuerdo que resuelva el conflicto generado o al que se ha llegado por otras circunstancias; por ello y por esa importancia del Experto Forense debe exigírsele objetividad total y la máxima imparcialidad.

El Experto (Perito), como dicho, es un auxiliar de la Administración de Justicia que ayuda al Juzgador, como conocedor de las materias sobre las que emite su opinión técnica, al objeto que aquél dicte Sentencia; por esa razón primordial debe actuar con objetividad, imparcialidad, sinceridad, claridad, honestidad y cumpliendo el código de deontológico y de conducta de su Colegio profesional, en defensa de la profesión.

La INGENIERÍA FORENSE: Una oportunidad profesional

Foto 2. Un Experto observando deformaciones viarias



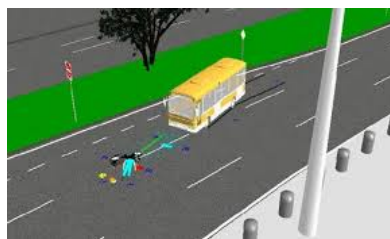
Además de la importancia del correcto desarrollo del informe, dictamen o valoración, es tanto o más importante la intervención ante el Juzgado o Tribunal para responder las preguntas del Juez, los Abogados de las partes y en un eventual ‘careo’; en todos los casos las respuestas deben ser claras, concisas, directas, firmes y convincentes, sin mostrar titubeos, dudas, nerviosismos o negaciones, con lo que demostrará conocer la materia, el caso o asunto objeto de su pericia, convenciendo en las dudas que se planteen.

Cuanto se ha dicho en este apartado es igualmente aplicable en los otros ámbitos de actuación, y no sólo porque los casos o asuntos en ellos puedan, en un momento determinado, derivar al procedimiento judicial, al arbitral o lo que sería más deseable y conveniente a los intereses de las partes a mediación, como procedimiento o sistema alternativo para la resolución de conflictos (S.A.R.C. ò A.D.R.).

Informes y dictámenes

El informe, dictamen, pericia, valoración, etc., del Experto Forense requiere de su elaboración con objetividad e imparcialidad propia de cualquier actuación profesional ante o fuera de los Juzgados y Tribunales, es decir, en cualquier ámbito en que actúe. Los mismos deben ser elaborados y redactados siguiendo la norma UNE 197001, sobre ‘Criterios generales para la elaboración de informes y dictámenes periciales’, que los define como la ‘Opinión técnica y experta que se emite sobre hechos o cosas’, y como señala la misma en cuanto a contenidos, criterios, orden expositivo, anejos, etc.

Figura 3. Reproducción gráfica de accidente



Luis Francisco Pascual Piñeiro

Informes, dictámenes, etc., deberán ser claros, concisos, detallados, precisos y ceñirse al objeto de pericia señalado en la designación judicial o en el encargo profesional recibido, relatar las investigaciones y averiguaciones realizadas, al igual que las inspecciones oculares practicadas para llegar al dictamen.

En cualquiera de los ámbitos de actuación en que nos encontremos, el informe, dictamen, pericia o valoración, son medios para la resolución del conflicto que han requerido el estudio y análisis de un Experto Forense, como auxilio profesional especial del Juez o Magistrado, del cliente o empresa, del asegurado o la aseguradora, del ciudadano o del órgano competente en sus divergencias tributarias o en garantía, por lo que requieren la máxima pulcritud en su elaboración e imparcialidad.

Nuestra actividad Forense

¿Cuándo y quién la requiere?

Requerirán un Experto Forense, especializado en el campo y materia de pericia, los Juzgados y Tribunales a través del Decanato correspondiente, cuando en el ámbito judicial (intra o extrajudicial), el privado, el de seguros o el tributario, requieran un experto en la materia para informar, dictaminar o peritar sobre las cuestiones técnicas o circunstancias de ese orden que le sometan a examen, o bien para que valore bienes, intangibles o servicios que por su complejidad o especialización requieran un experto.

Entonces nos designarán para ello, en el caso de Juzgados y Tribunales o por el órgano Tributario, o bien en el caso de los ámbitos privado y de seguros nos harán encargo profesional para realizar el trabajo; teniendo en cuenta que, aunque en estos ámbitos privado y de seguros no se siguen los procedimientos del ámbito judicial, ello no puede ser óbice para guardar las mismas formas, modos y normas de conducta, así como igualmente son exigibles objetividad e imparcialidad y sinceridad al cliente sobre las posibilidades reales del encargo; puesto que en ambos ámbitos su derivación final puede ser al ámbito judicial o a una mediación como sistema alternativo de resolución.

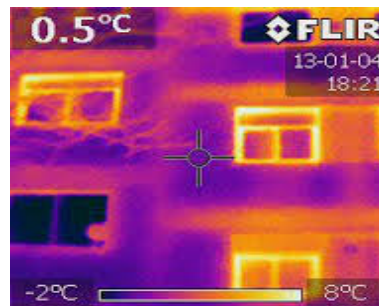
La Práctica Forense

La realización de talleres prácticos sobre la actuación del Experto Forense en los distintos ámbitos de actuación, judicial, privado, de seguros, tributario u otros, es crucial y fundamental para su formación previa al desarrollo de esta actividad.

Y así, deberán contemplarse, realizarse y explicarse casos prácticos en cada uno de ellos, dando a conocer la forma de desenvolverse, los problemas que pueden presentarse en la exposición del informe y dictamen, los errores que no deben tenerse, los puntos importantes en que debe incidirse.

La INGENIERÍA FORENSE: Una oportunidad profesional

Foto 3. Termografía de un edificio, observa pérdidas



De igual forma, debe explicarse al futuro Experto Forense que no solamente hay que tener una buena preparación y desarrollo del informe y dictamen sino que también hay que saber presentarlo y exponerlo verbalmente, sin titubeos, dilaciones, silencios, dudas, ni por supuesto negaciones, que tirarían por el suelo toda la labor realizada; sorprendentemente hay magníficos informes que sus autores no saben presentarlos y, ante la contundencia del contrario, aún con menor calidad, llega a obtener un mejor resultado, pues ha sido claro, directo y convincente al exponerlo.

Mención aparte, por su importancia para el ciudadano y la sociedad a los que servimos, debe hacerse de la obligación del Ingeniero Forense de proporcionar el debido asesoramiento previo a su actuación, en los casos que detecte la imposibilidad o impropiedad de la actuación por el medio que se pretenda y se deba aportar al solicitante la posible solución por otros medios alternativos, que le evitarán tiempo y dinero, así como le proporcionarían otros beneficios y ventajas añadidos; por ejemplo la mediación, frente los procedimientos judicial o arbitral.

Conclusiones

La Ingeniería Forense como actividad de la Ingeniería y sus Prácticas reales deben incluirse entre el catálogo de asignaturas, al menos como optativa, que se ofrezcan en el Grado de Ingeniería, para cualquiera de sus ramas, porque en todas ellas hay una actuación forense, siendo una oportunidad profesional y laboral en la que muchos Ingenieros venimos trabajando en exclusiva desde hace años.

Foto 4. Interior de factoría metalúrgica



Luis Francisco Pascual Piñeiro

Es una real oportunidad profesional de trabajo del Ingeniero, por ello hay que impartirla pues lo peor con que hemos tenido que enfrentarnos, quienes nos dedicamos a esta actividad, es el desconocimiento de cómo desenvolverse en estas áreas, hemos aprendido a base de golpes que, aunque es buena escuela, hoy por hoy es una técnica de aprendizaje desfasada.

Conclusión final: Es una necesidad, con amplia demanda por nuestra sociedad, la inclusión hoy de la Ingeniería Forense en el catálogo de asignaturas de la Ingeniería.

Referencias

- España. Ley 12/1986, de 1 de abril. sobre regulación de las atribuciones profesionales de los Arquitectos e Ingenieros Técnicos.
- España. Ley 1/2000, de 7 de enero, de Enjuiciamiento civil.
- España. Código Civil, 1989.
- España. Código de Comercio, 1985.
- España. Ley 50/1980, de 17 de octubre, de Contrato de Seguro.
- España. Ley 30/1995, de 8 de noviembre, de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados.
- España. Anteproyecto de Ley de Código Mercantil.
- España. Ley 58/2003, de 17 de diciembre, General Tributaria.
- España. Real Decreto 1065/2007, de 27 de julio, Reglamento General Tributario.
- España. Ley 60/2003, de 23 de diciembre, de Arbitraje y sus modificaciones.
- España. Ley 5/2012, de 6 de julio, de Mediación en asuntos civiles y mercantiles.
- España. Real Decreto 980/2013, de 13 de diciembre, de desarrollo parcial de la Ley 5/2012.
- Criterios generales elaboración de informes*, Norma UNE 197001:2011.
- España. Decreto 1998/1961, de 19 de octubre, Tarifas de honorarios en trabajos particulares.
- España. Orden de 9 diciembre de 1961, de aplicación del Decreto 1998/1961, de 19 de octubre.
- España. Orden de 24 de julio de 1962, de normas complementarias a tarifas de honorarios.
- Pascual Piñeiro, L F. “Alternativas para la resolución de conflictos” en *Técnica Industrial. Jornada Peritación en el Proceso Judicial*, Campus de Lugo, Universidad de Santiago.
- Pascual Piñeiro, L F. “La Ingeniería Forense” en *Técnica Industrial*.
- Pascual Piñeiro, L F. “Disciplina de la Ingeniería Forense” en *Jornada del Curso La Actuación Pericial*.

Innovación educativa a través de la evaluación: de las rúbricas a la autoevaluación

Anna Devís, Margarida Castellano, Josep-Vicent Garcia

anna.devis@uv.es, margarida.castellano@uv.es, josep.garcia-raffi@uv.es (Universitat de València)

Resumen

La evaluación se entiende como una herramienta de mejora del sistema educativo y debe ser el resultado de una reflexión crítica sobre el proceso de enseñanza/aprendizaje, que determinará cómo han sido los resultados y qué procesos habrá que replantearse para mejorarlos. El Marco Común Europeo de Referencia marca las pautas a seguir para conseguir una enseñanza de la lengua que tenga en cuenta un enfoque comunicativo y el aprendizaje de ésta en contextos plurilingües. Con esta comunicación pretendemos describir los factores que afectan a la evaluación de la oralidad y proponer ejemplos de puestas en práctica individuales y colectivas.

Palabras clave: evaluación, oralidad, MECR, plurilingüismo.

Evaluación: para qué, cuándo y cómo evaluar?

Nadie duda que la evaluación es un componente fundamental en la educación puesto que implica una reflexión crítica sobre el proceso de enseñanza / aprendizaje, con el fin de determinar cuales han sido los resultados y qué procesos habrá que replantearse para mejorarlos. Tradicionalmente, la evaluación se ha entendido sólo en su acepción final, quizás ante las exigencias de la administración y otros sectores sociales implicados que piden que los profesores asignemos una nota que demuestre el éxito o fracaso del alumno en su proceso de aprendizaje.

Pero si entendemos la evaluación como una reflexión, ésta resultará conveniente durante todo el proceso y por eso habrá que contemplar también, además de la final, una evaluación inicial y una procesual. La evaluación tiene que cumplir una triple función: ser formativa, reguladora y sumativa. Ofrece la posibilidad de regular el proceso de enseñanza-aprendizaje y este planteamiento afecta no sólo la evolución de los aprendizajes de los alumnos, sino que aporta la perspectiva necesaria para ajustar los objetivos y para afinar los instrumentos y los métodos empleados. Se encuentra, pues, integrada en la planificación de

Innovación educativa a través de la evaluación: de las rúbricas a la autoevaluación

la enseñanza y ayuda a los docentes a preguntarse qué enseñan, cómo lo hacen y qué resultados obtienen, pero también a los alumnos les debería de servir para aprender más y mejor. Se tendría que enseñar al alumnado que la evaluación es un instrumento de mejora y no el momento crucial y final de la asignatura donde se tienen que rendir cuentas de lo aprendido y de lo no aprendido. Es necesario una coherencia entre lo que aprende nuestro alumnado y su evaluación. La mayoría de las actividades que se plantean suponen un trabajo no presencial más o menos autónomo y de construcción (personal/grupal) de conocimientos y, teniendo en cuenta que el alumnado universitario es muy diverso, es de esperar que aprenda cosas diferentes y por tanto se tendría que permitir que utilizaran maneras diferentes de mostrar que es lo que han aprendido. El docente podría utilizar diferentes metodologías de evaluación o bien utilizar aquellas que plasman mejor el itinerario y el tipo de aprendizaje hecho por el estudiante. Que la entiendan como una cosa positiva, como un proceso de ayuda que les permite poder reflexionar sobre lo que están haciendo y lo que pueden hacer para mejorarlo. Al centrar la planificación en la actividad, las producciones que de ésta se derivan, así como las observaciones de profesor/a y alumnos sobre el proceso de aprendizaje realizado, son suficientes indicadores evaluativos.

Mediante la evaluación pretendemos observar la evolución de los estudiantes en la apropiación de conocimientos tanto en cuanto a los conceptos, como a los procedimientos y las actitudes y, paralelamente, aspiramos a obtener datos sobre la adecuación del proceso de enseñanza seguida. Este enfoque implica tener en cuenta, además de la competencia y el progreso de los alumnos, otros aspectos como por ejemplo la relación entre profesor-alumno, la motivación y las actitudes de participación, la dinámica del grupo-clase, la selección, la prioridad y la secuenciación de los contenidos o los métodos empleados.

La evaluación inicial permite obtener información en torno a las ideas previas de los alumnos sobre la enseñanza y el aprendizaje de la materia y, también, sobre sus expectativas. Realizamos esta evaluación mediante un cuestionario escrito que los estudiantes contestan individualmente de forma anónima. Las respuestas son leídas por el profesor, que presenta posteriormente al grupo el resumen, hecho que permite la puesta en común de sus expectativas.

Por otro lado, conviene recordar que la evaluación implica la concreción de los objetivos y del nivel de competencia que se exigirá: sólo así será posible que los alumnos dispongan de la orientación necesaria para saber qué tienen que aprender. En este sentido, los criterios de evaluación tienen que ser explícitos, tanto en los objetivos como los procedimientos.

Los aspectos que debemos tener en cuenta en la evaluación de los alumnos son:

- a) El nivel conseguido en la adquisición de conocimientos.

Anna Devís, Margarida Castellano, Josep-Vicent Garcia

b) El dominio de métodos, de técnicas de trabajo y otras capacidades y destrezas propias de un futuro graduado.

c) La actitud frente a la materia, la participación, el interés y la constancia a lograr una progresión positiva y su capacidad para emitir opiniones y juicios de valor sobre lo que se plantea en clase.

d) El nivel lingüístico logrado en el uso de los registros orales y escritos y la progresión correspondiente.

Los instrumentos de evaluación son varios como la supervisión y la revisión de los trabajos que los alumnos presentan por escrito (comentarios de lecturas, “diarios de clase”, trabajo de investigación, mapas conceptuales y esquemas...), por un lado, y la observación de las actividades realizadas en el aula (debates, exposiciones de temas, demostraciones...), de la otra, suministran al profesor informaciones diversas en este sentido. La realización de pruebas orales y escritas, con un enfoque teórico-práctico, proporciona datos concretos sobre los aprendizajes que el estudiante ha logrado y permite al profesor tener una percepción más precisa del progreso individual de cada estudiante.

El alumno interviene en el proceso de evaluación en varios aspectos. Por un lado, tiene que conocer la evaluación que el profesor hace de él y tiene que tener la posibilidad de intercambiar con aquellas opiniones sobre su proceso de aprendizaje. De la otra, participa en la evaluación de la marcha general del curso; en este sentido, la encuesta que la universidad presenta sobre la asignatura y el profesor, porque los estudiantes la respondan a final de curso, proporciona información alrededor de cuestiones relativas a los contenidos, la metodología, la evaluación, etc., información que permite la realización de ajustes y la introducción de mejoras en la asignatura. Por otra parte, debemos prestar atención a la importancia de la autoevaluación, la cual debemos entender como una herramienta potente para instrumentar el itinerario de aprendizaje del estudiante y que requiere una buena planificación por parte del profesorado. Somos conscientes de la importancia de enseñar al estudiante a autoevaluarse y, en nuestro caso, aprender a autoevaluarse significa aprender a hablar de la lengua o de los textos y, sobre todo, aprender a explicitar los referentes que se usan para decidir, por ejemplo, si podemos quedar satisfechos con el texto que se está produciendo.

Los siguientes esquemas nos mostrarán las variables que intervienen en la evaluación atendiendo el momento en que se realiza:

Innovación educativa a través de la evaluación: de las rúbricas a la autoevaluación

Tabla 1.1. EVALUACIÓN INICIAL / DIAGNÓSTICA

PROPÓSITO	FUNCIÓN	INFORMACIÓN	PERIODICIDAD
Obtener información de los alumnos para planificar el proceso de enseñanza / aprendizaje el más adecuado y el más eficaz, de acuerdo con sus características y de acuerdo con unos objetivos determinados	<p>Identificar el estado y las características del alumnado.</p> <p>Diagnosticar las dificultades que puede tener cada alumno al empezar el aprendizaje.</p> <p>Estimar el punto óptimo de comienzo del aprendizaje.</p>	<p>Datos personales (edad, nivel cultural...).</p> <p>La experiencia educativa y el dominio de otras lenguas.</p> <p>Las necesidades lingüísticas (qué quieren aprender, que necesitan aprender).</p> <p>Los intereses (socioculturales)</p> <p>La actitud ante la materia.</p> <p>Cómo quieren aprender.</p> <p>El grado de conocimiento de los objetivos de aprendizaje.</p> <p>Las capacidades y las habilidades intelectuales.</p>	<p>Principio de curso.</p> <p>Principio de una nueva fase de aprendizaje.</p>

Anna Devís, Margarida Castellano, Josep-Vicent Garcia

Tabla 1.2. EVALUACIÓN FORMATIVA

PROPÓSITO	FUNCIÓN	INFORMACIÓN	PERIODICIDAD
<p>Escoger las mejores alternativas de acción y dirección a medida que se avanza en el proceso de enseñanza / aprendizaje (continuar o modificar un procedimiento, repasar unos contenidos o avanzar, etc.)</p>	<p>Conocer en cuál mide los alumnos logran los objetivos propuestos y su grado de progreso.</p> <p>Retroalimentar el proceso de enseñanza / aprendizaje: ofrecer información al alumnado sobre su aprendizaje, diagnosticar los errores, modificar, si hace falta, las estrategias, etc.</p>	<p>El logro de los objetivos.</p> <p>El progreso de los alumnos.</p> <p>Adecuación de los objetivos a las necesidades de los alumnos.</p> <p>Integración adecuada de los diferentes tipos de contenidos.</p> <p>Adecuación de la orden en que se han trabajado los objetivos.</p> <p>Adecuación de la distribución y el tiempo de las unidades.</p> <p>Adecuación de la metodología y los materiales.</p> <p>La dinámica de la clase.</p>	<p>Durante el proceso de enseñanza / aprendizaje.</p>

Innovación educativa a través de la evaluación: de las rúbricas a la autoevaluación

Tabla 1.3. EVALUACIÓN FINAL / SUMATIVA

PROPÓSITO	FUNCIÓN	PERIODICIDAD
Asignar una calificación global a cada alumno y pronosticar sus expectativas futuras de aprendizaje. Revisar globalmente la evaluación y la metodología.	Valorar el grado de logro de los objetivos generales del curso. Certificar, si se tercia, el nivel de logro de cada alumno. Pronosticar las posibilidades futuras de aprendizaje de los alumnos. Valorar los procedimientos utilizados durante el curso.	Final de curso

Además de la variable temporal, Casanova (1995: 67-68) distingue otros elementos que son un buen resumen de los aspectos que caracterizan los diferentes tipos de evaluación:

Tabla 1.4.

Por qué evaluar?	Atendiendo a la funcionalidad	Formativa: evaluar el proceso y mejorarlo. Sumativa: evaluar el producto final.
Cuando evaluar?	Atendiendo a la temporalización	Inicial: al inicio del proceso Procesal: a lo largo del proceso Final: a la finalización.
A quien evaluar?	Atendiendo a quien se aplica	El alumno: para valorar el progreso. El profesor: para informarlo de su eficacia. El proceso: para valorar la adecuación de los elementos curriculares.
		Recogida y análisis de información: observación,

Anna Devís, Margarida Castellano, Josep-Vicent Garcia

Como evaluar?	Atendiendo los instrumentos usados	cuestionarios, fichas personales... Reflejo de los resultados: listas de control, escalas de valoración.
---------------	------------------------------------	---

La evaluación de la lengua oral

Si bien los últimos años han representado un cambio importante en la consideración de la evaluación, que ha adquirido un papel clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje y una herramienta de mejora del sistema educativo, en el campo de la enseñanza de lenguas, el cambio todavía resulta más acusado a partir de un documento publicado el año 2001 y que ha supuesto un revulsivo a la hora de describir lenguas, enseñarlas y evaluarlas. Se trata del Marco Común de Referencia (MECR), un documento que describe el concepto de lengua como instrumento de comunicación e interacción, que fomenta la reflexión y el diálogo y que enmarca las recomendaciones del Consejo de Europa para conseguir una Europa plurilingüe. Siguiendo con el enfoque comunicativo que se da en este documento a los procesos de aprendizaje de una lengua, describiremos en este apartado las peculiaridades del proceso de evaluación de la lengua oral, tanto a nivel individual como las exposiciones en grupo y las evaluaciones cooperativas.

Una de las dificultades que plantea la evaluación de la lengua oral se da a causa de la ausencia, en muchos casos, de criterios claros y muy definidos. En todo caso, la valoración de la oralidad siempre tendrá que partir de los conocimientos previos del alumno, puesto que este, sobre todo cuando se trata de una L1, ya posee bastante de este código cuando llega a la facultad; y por eso, hará falta en primer lugar detectar las carencias o deficiencias para mejorarlas y planificar, después, nuevos aprendizajes más complejos.

Esta dificultad ha provocado que algunos estudiosos del tema hayan establecido las características necesarias para que la evaluación de la lengua oral se pueda producir en condiciones óptimas (A. Hernando y L. Hernando, 2003: 279):

- Ser llevada a cabo en base a situaciones comunicativas reales en las que los alumnos intervienen espontáneamente.
- No limitarse a un tiempo preestablecido.
- Efectuarse individualmente.
- Escuchar el alumno que se tiene que evaluar en diferentes situaciones.

Innovación educativa a través de la evaluación: de las rúbricas a la autoevaluación

- Grabar las intervenciones sin que los alumnos se dan cuenta para poder apreciar mejor los aspectos lingüísticos y los errores, comentarlos y corregirlas en una audición posterior en presencia del propio alumno y de sus compañeros.
- Tomar en consideración las diferentes técnicas teniendo en cuenta, por un lado su desarrollo general y, otro, las intervenciones individuales.
- Atender tanto la comprensión como la expresión.

Por su parte, J. Prado (2004: 183) articula algunos de los aspectos que se tienen que tener en cuenta en la evaluación de la comunicación oral. Estos son:

Tabla 2.1.

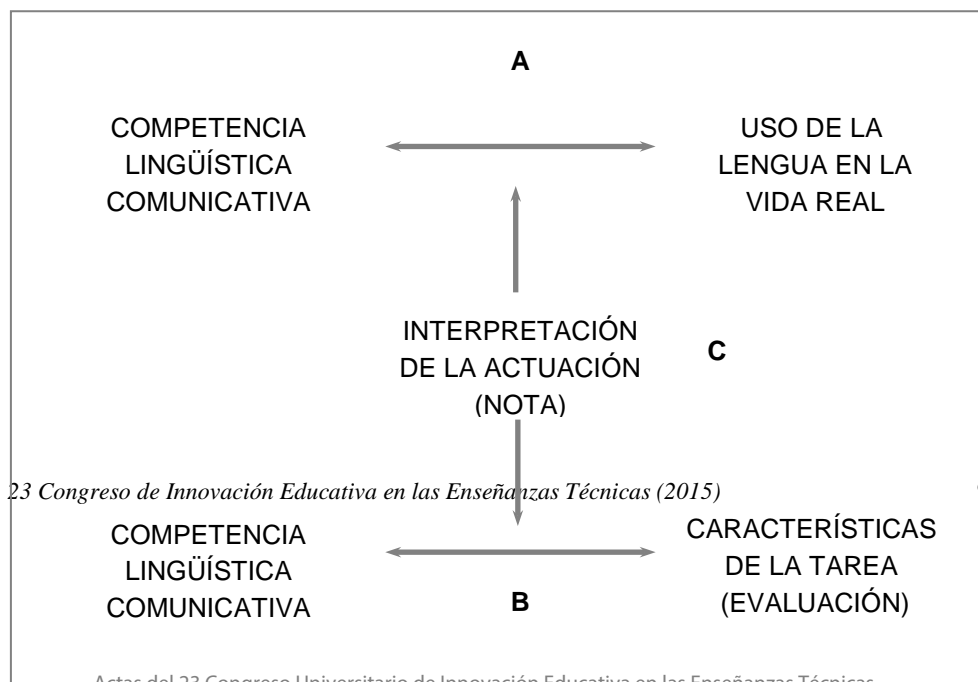
EXPRESIÓN ORAL	
Claridad y fluidez articulatoria	<ul style="list-style-type: none"> • Articula con claridad • Utiliza la entonación, intensidad y volumen de la voz adecuados • La velocidad y la fluidez de la pronunciación son adecuadas
Corrección lingüística	<ul style="list-style-type: none"> • Construye de forma correcta las frases: orden sintáctico, concordancia, conectores, coherencia, etc. • El vocabulario es rico y variado, sin repeticiones ni palabras muleta y adecuado al tema, la situación y la finalidad comunicativa
Fuerza expresiva	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza de forma conveniente y sincronizada con el discurso los gestos, los ademanes y los movimientos corporales. • Mantiene la atención y el interés de los oyentes • Enfatiza los conceptos fundamentales
Contenido de la expresión	<ul style="list-style-type: none"> • Adecúa la intervención a la intención comunicativa • La selección del tema, las ideas y la estructuración textual son adecuadas a la intención comunicativa
Normas de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce, respeta y usa de forma apropiada las normas de comunicación: fórmulas de saludo y de despido; pedir y ceder los turnos de palabra, etc.

Anna Devís, Margarida Castellano, Josep-Vicent Garcia

COMPRENSIÓN ORAL	
Información	<ul style="list-style-type: none"> • Capta el tema y la intencionalidad del mensaje • Diferencia varios tipos de textos orales y su intención comunicativa • Distingue las ideas importantes de las secundarias • Comprende la estructura del texto
Intencionalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Percibe la ironía, el doble sentido y el humor en el mensaje • Reconoce la carga ideológica en el mensaje
Códigos no verbales	<ul style="list-style-type: none"> • Interpreta correctamente los gestos, la mirada y los movimientos de los interlocutores

En terminología especializada, la descripción de aquello que se considera que debería ser el referente principal a la hora de definir y programar la lengua que se enseñará se describe con la palabra constructo (Figueras, 2009: 87). El constructo es el punto de partida de cualquier actuación evaluativa. Tal y como afirma Figueras: “Si no existe una definición clara de aquello que se quiere evaluar, cualquier esfuerzo a la hora de elaborar instrumentos de evaluación o de buscar relevancia a los resultados será inútil” (2009: 87). Tal y como hemos querido demostrar con los recuadros anteriores, aquello que nos debemos plantear a la hora de realizar una rúbrica de evaluación será: qué enseñamos, qué evaluamos, como lo evaluamos y cuáles serán los criterios de valoración. Es importante definir claramente los contenidos y los procesos del dispositivo de evaluación. En la siguiente figura de Figueras (2009) observamos los tres tipos de interacciones que se deben considerar en cualquier situación de evaluación:

Figura 1.



Innovación educativa a través de la evaluación: de las rúbricas a la autoevaluación

Siguiendo estos criterios, hemos planteado una evaluación de una exposición oral de un trabajo en grupo, ya que en dicha exposición hemos de tener en cuenta: las interacciones entre la competencia lingüística comunicativa de sus componentes y el uso que hacen de la lengua en situaciones de la vida real (A) así como las interacciones entre la competencia lingüística de dichos componentes y el uso que hacen de la lengua en situaciones de examen (B). El reto al cual nos exponemos como profesores evaluadores es el de relacionar los parámetros básicos de dificultad (código, complejidad cognitiva y demandas comunicativas) en el nivel que se acuerda evaluar. Es en este sentido que cobra importancia el documento del MECR, ya que establece los criterios de valoración de los descriptores, ordenados según los seis niveles de dificultad: A1, A2, B1, B2, C1, C2. Aquello que se deberá establecer en la rúbrica de evaluación serán las competencias pragmáticas y las competencias lingüísticas (fonología y elocución, morfología y sintaxis y léxico y semántica). Vemos ahora un ejemplo de evaluación cooperativa para la exposición y aplicación práctica que podemos usar en cualquier materia:

Esquema 1.

GRUPO:

TEMA:

1- Sobre la exposición

- Contiene las partes mínimas exigibles?
- Queda clara cada parte de la exposición?
- Hay equidad en el tiempo de cada parte?
- El ritmo es el adecuado?
- Deja claro que han trabajado el tema?
- Si han hecho presentación informática: es una buena herramienta? Es atractiva?
- Han hecho una exposición oral o simplemente han leído una power-point?

Puntuación:

Anna Devís, Margarida Castellano, Josep-Vicent Garcia

2- Presencia de barbarismos y faltas ortográficas (- 0'1 per errada)

Puntuación:

3- Sobre las actividades planteadas:

- Son adecuadas para solventar dudas?
- Están bien integradas en el tema?
- Son originales?
- Están bien presentadas?
- Ayudan a entender el tema que han tratado?

Puntuación:

4- Originalidad y saber comunicar en la presentación global:

- El grupo ha sabido motivarnos en el tema tratado
- Las imágenes i/o cuadros han sido bien diseñados
- Los ejercicios han sido bien elaborados
- La comunicación de los/las componentes ha sido fluida

Puntuación:

5- Otros comentarios

Puntuación Total:

Evaluación realizada por:

Creemos que en los próximos años la importancia asignada a la lengua oral y, pues, el sistema de evaluación de esta será cada vez más sofisticado y más detallado. Con estos sistemas la finalidad que se persigue es que los estudiantes de lenguas sean capaces de contestar a la pregunta “Cómo es tu B2?” ya que las características de cada nivel del MECR estarán claramente establecidas para todos los idiomas. Es importante, en este sentido, recordar las recomendaciones de Bachman y Palmer (1996: 13) de lo que consideran que tiene que ser la filosofía de la evaluación ética:

- Relacionar la evaluación con la docencia y el uso de la lengua.
- Diseñar pruebas de manera que los candidatos puedan mostrar lo mejor de si mismos.
- Incorporar consideraciones sobre la equidad y justicia en el diseño de las pruebas.
- Humanizar el proceso de evaluación: buscar maneras de involucrar los candidatos más directamente, tratándolos como individualidades responsables, dándoles el máximo de información posible sobre todo el proceso. El grado de utilidad de la prueba variará según los usos específicos de cada una en diferentes situaciones.
- Exigir responsabilidad de responsabilizarse sobre el uso de la prueba o de las pruebas y los resultados obtenidos.
- Reconocer que las decisiones basadas en los resultados de pruebas están llenas de dilemas, frente a los que no hay respuestas taxativas ni universales.

Finalmente queremos señalar que en cuanto a los criterios de evaluación se suelen distinguir dos tipos de baremos que, a pesar de que utilizan el mismos criterios, los organizan de manera diferente. Se trata de los sistemas sintéticos o holísticos y de los analíticos (Casany, 1999: 252-254). Los sistemas sintéticos o holísticos establecen varios grados o niveles de calidad de un escrito a partir de descripciones globales que combinan criterios lingüísticos varios (contenido, estructura, estilo, corrección). Los sistemas analíticos aíslan los criterios lingüísticos usados, que se sitúan en diferentes bandas o subbandas, con títulos y

Anna Devís, Margarida Castellano, Josep-Vicent Garcia

puntuaciones particulares. También suelen incorporar una cantidad más grande de criterios y un abanico más ancho de puntuación, pero exigen al examinador que analice atentamente el texto. Hay que señalar que es posible combinar formulaciones analíticas y sintéticas en el mismo baremo si las necesidades de la prueba lo exigen.

En definitiva, debemos tener en nuestro proceso de enseñanza / aprendizaje como objetivo compartir la evaluación con los estudiantes desde el inicio, compartir los criterios de corrección y validación y obtener evidencias de todo tipo de sus conocimientos, actitudes, competencias (personales, sociales, cognitivas)...

Referencias

- BACHMAN, L.; PALMER, A. (1996) *Language Testing in Practice: Designing and Developing Useful Language Tests*. Oxford, Oxford University Press.
- CASANOVA, M. A.(1995) *Manual de evaluación educativa*. Madrid, La Muralla.
- CASSANY, D. (1999) *Construir l'escriptura*. Barcelona, Empúries.
- FIGUERAS, N. (2009) "L'avaluació de la llengua oral" a *Articles de Didàctica de la Llengua i de la Literatura*, núm. 47. Barcelona, Graó.
- HERNANDO, L. i A. HERNANDO (2003) "El dominio de la lengua oral. El dominio ortográfico", en MENDOZA, A. (coord) *Didáctica de la lengua y la literatura*. Madrid, Prentice Hall.
- PRADO, J. (2004) *Didáctica de la lengua y la literatura para educar en el S. XXI*. Madrid, La Muralla.
- RIBAS, T. (2009) "L'avaluació i l'ensenyament de llengües: dos àmbits que s'aproximen" a *Articles de Didàctica de la Llengua i de la Literatura*, núm. 47. Barcelona, Graó.

Modalidades educativas emergentes: la clase inversa

Enrique Ballester Sarrias^a y Francesca Romero Forteza^b

^aEscuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (Universitat Politècnica de València) eballest@isa.upv.es, ^bEscuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (Universitat Politècnica de València) fromero@idm.upv.es.

Abstract

Information and Communication Technologies are renewing the foundations of modern society through their widespread use at all levels, both professional and personal. Educational institutions must prepare students for this highly technological society and adapt to changes that are taking place. One of the latest pedagogical approaches is the Flipped Classroom, or inverse classroom (in Spanish), even though there is not a universally accepted term for this concept yet. The Polytechnic University of Valencia has experienced this approach during the 2014-2015 academic year and so will the Technical School of Design Engineering do in the next year. In this paper we discuss the methodological approach associated with this type of teaching and explain what this initiative will consist of.

Keywords: Educational innovation, Teaching methods, Flipped classroom.

Resumen

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación están renovando los cimientos de la sociedad actual a través de su extensión en todos los ámbitos, profesionales y personales. Por su parte, las instituciones educativas deben preparar a los estudiantes para esta sociedad altamente tecnológica y adaptarse a los cambios que se están produciendo. Por ello la docencia no cesa de cuestionarse y renovarse. Una de las modalidades formativas más recientes es la flipped classroom, o clase inversa, aunque el término aun no dispone de una única forma internacionalmente aceptada. La Universitat Politècnica de València ha experimentado esta modalidad durante el curso 2014-2015 y el próximo curso también lo hará la Escuela Técnica de Ingeniería

Modalidades educativas emergentes: la clase inversa

del Diseño. En este trabajo abordamos el alcance metodológico que conlleva este tipo de docencia y explicamos en qué consiste esta iniciativa.

Palabras clave: *Innovación educativa, modalidades formativas, clase inversa.*

Introducción

El término *emergente* se aplica, especialmente, a las tecnologías poco difundidas y utilizadas, cuyo impacto es incipiente pero que generan grandes expectativas. Pero no se trata de un sinónimo de *nuevo*, de hecho puede tratarse de tecnologías existentes a las cuales se les da un nuevo uso. En el tema que nos ocupa, la formación, coincidimos con Adel y Catañeda (2012) al proponer el término para hacerlo extensivo a la educación y aplicarlo a pedagogías que están surgiendo en la actualidad y cuyos resultados son esperanzadores.

Las tendencias pedagógicas actuales en Educación superior han experimentado una destacada evolución. A lo largo de los últimos años han ido surgido metodologías docentes que focalizan el interés en el estudiante buscando un aprendizaje activo, que integre aspectos de los usos del aprendizaje (Urbina y Salinas, 2014). Entre estas metodologías se encuentra la conocida como *flipped classroom* o clase inversa. Este término aún no cuenta con una etiqueta comúnmente aceptada. Convive con términos como *Flip teaching*, *docencia inversa*, *clases invertidas*, etc.

El informe *Horizon para Educación Superior* del año 2013 ponía de manifiesto que las tendencias a ser adoptadas de manera generalizada, a corto plazo, pasaban por el incremento de los MOOC y la extensión del uso de tabletas. Asimismo, el último informe *Horizon*, del año 2014, explica que las tendencias actuales son: *Flipped Classroom* y *Learning Analytics* (a corto plazo), la impresión 3D y juegos y gamificación (a medio plazo). El modelo *flipped classroom* figura como un modelo emergente en enseñanza superior, ya que no se contemplaba en el informe del año anterior (Johnson et. al., 2014).

Definición

La clase inversa consiste, fundamentalmente, en emplear el tiempo fuera del aula para realizar determinados procesos de enseñanza-aprendizaje que tradicionalmente se han llevado a cabo dentro de la misma. Los contenidos teóricos de la asignatura en cuestión se visualizan en casa, a través de vídeos y los estudiantes se comunican entre sí mediante herramientas de Comunicación Mediada por Ordenador. Posteriormente, el proceso de aprendizaje se consolida en el aula con ayuda del docente. El objetivo es potenciar y facilitar otros procesos de adquisición y práctica de competencias.

Enrique Ballester Sarrias y Francesca Romero Forteza

Se basa en una pedagogía 2.0, caracterizada por algunas premisas como: que el aprendizaje está basado en el alumno y este debe ser el centro del proceso. Además debe asumir el rol de protagonista, autor y creador de contenido. La filosofía que subyace en este planteamiento y las herramientas necesarias para implementarlo son propias de la Web 2.0: el contexto es la tecnología (redes sociales, web 2.0, móviles...) que sirve de ayuda (en muchos casos porque es el entorno habitual del estudiante, algo que conoce y con lo que se siente cómodo) para generar la motivación y el interés por aprender. Las metodologías didácticas ponen el énfasis en la personalización del aprendizaje. Se busca la cooperación y colaboración, y se tiende hacia el trabajo en red. Asimismo, se fomentan estrategias educativas como el trabajo por proyectos o el aprendizaje colaborativo con ayuda de las tecnologías.

Al tratarse de un término reciente, la Universitat Politècnica de València (UPV) lo ha interpretado de la siguiente manera. Las distintas letras que componen la palabra flip sirven para definir esta modalidad educativa (véase la Figura 1). La letra efe alude a la Flexibilidad de la que dispone el estudiante para decidir cuándo, dónde y a qué ritmo va a aprender. Por su parte, el docente, establece los espacios y los tiempos que permiten a los estudiantes interactuar y reflexionar sobre su aprendizaje. Además observa al alumnado para guiarlo en su proceso de aprendizaje (puede ver dónde comete fallos, si siguen el ritmo de aprendizaje, etc). También presenta los contenidos en distinto soporte (vídeo, texto, laboratorio, etc.) para adaptarse al estilo de aprendizaje del estudiante.

Figura 1 Significado de la palabra FLIP

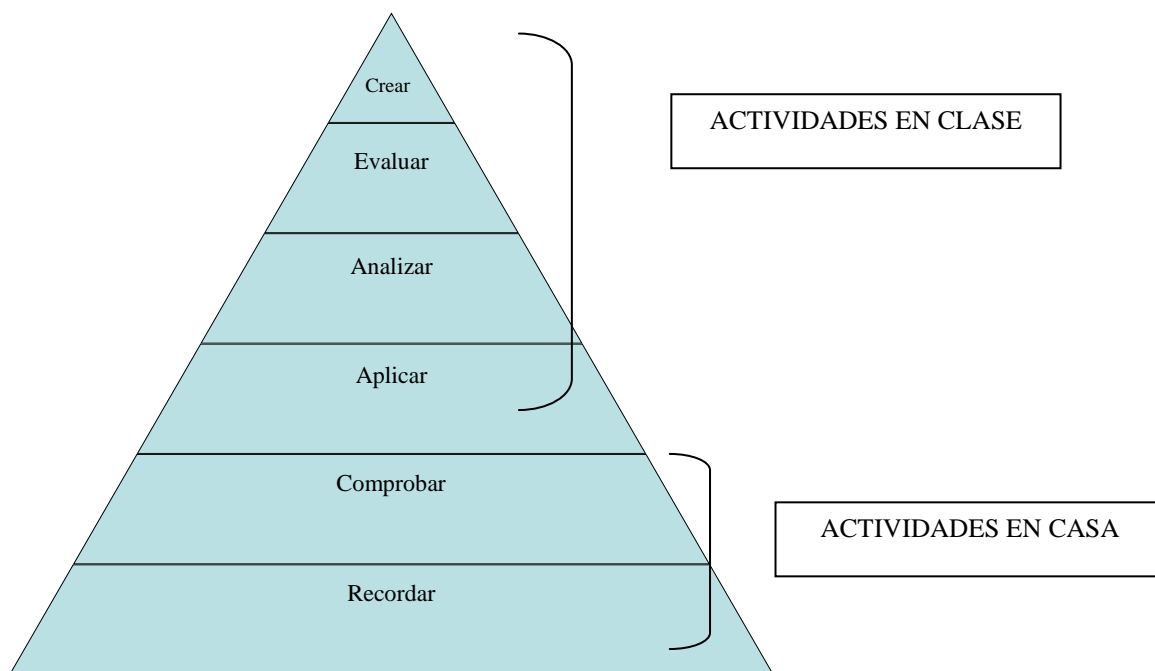
F	lexible environment / ambiente flexible
L	earning culture / cultura de aprendizaje
I	ntentional content / contenido intencional
P	rofessional educator /educador profesional

La letra ele corresponde a la cultura del aprendizaje (*Learning culture*), ya que el estudiante es el protagonista de su propio aprendizaje, un elemento activo que participa en la formación de su propio conocimiento al cual se le permite la autoevaluación. Para llevarla a cabo el docente selecciona actividades de aprendizaje significativas para el alumnado que les permita profundizar en los contenidos. Las diferencia para el alumnado con la ayuda de la tecnología y proporciona el *feedback* oportuno.

Modalidades educativas emergentes: la clase inversa

La vocal i se refiere al contenido intencional de la materia, es decir, se deben seleccionar los contenidos que realmente son importantes para el aprendizaje del alumno y los que puede trabajar solo o con el grupo-clase de forma presencial.

Por último, la consonante pe alude al modelo de profesor, entendiendo que a este se le exige profesionalidad. Debe estar disponible para los estudiantes, observar el aprendizaje de los alumnos para ofrecerles retroalimentación en tiempo real, realizar evaluaciones formativas en clase a través de la elaboración y el registro de datos. Además, tiene que colaborar y reflexionar con otros docentes sobre su práctica educativa. Véanse las actividades que realiza el alumnado dentro y fuera del aula de forma gráfica (Figura 2).



Como se desprende de la figura anterior, se pretende que en casa se realicen actividades individuales dirigidas al visionado y la asimilación de contenidos. Se persigue el trabajo de habilidades relacionadas con el desarrollo del pensamiento y la adquisición de competencias tales como recordar, comprender o aplicar. Por otro lado, en el aula se realizan activi-

Enrique Ballester Sarrias y Francesca Romero Forteza

dades colectivas de carácter muy práctico, como por ejemplo resolución de problema, casos, etc. Se persigue el trabajo de habilidades relacionadas con el desarrollo del pensamiento y la adquisición de competencias de orden superior tales como analizar, evaluar o crear.

Ventajas

Al tratarse de una modalidad muy reciente no se dispone de resultados ampliamente contrastados. No obstante algunos autores ya han avanzado algunas ventajas y algunos inconvenientes que van apareciendo a través de la experimentación en las aulas (Fulton, 2012; Roehi, 2013; Ruiz, 2014). Veamos primero las bondades que se prevén del uso de esta metodología didáctica:

- Posibilita diferentes ritmos de aprendizaje.
- Opción de ampliación o consulta de otros materiales con facilidad.
- Los contenidos teóricos pueden verse y escucharse tantas veces como sean necesarias.
- Mayor aprovechamiento de las horas presenciales de trabajo.
- El hecho de realizar las actividades en el aula proporciona información valiosa sobre las dificultades de aprendizaje de los estudiantes.
- Permite observar los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos.
- Mayor flexibilidad por el uso de las TIC.

Inconvenientes

Como hemos avanzado se trata de una metodología de trabajo novedosa que aún no cuenta con suficientes resultados para establecer grandes dificultades. No obstante, siguiendo a los mismos autores (Fulton, 2012; Roehi, 2013; Ruiz, 2014) se han los inconvenientes que se detallan a continuación:

- Peligro de una aplicación superficial y artificiosa de las TIC sin una base metodológica adecuada.
- La preparación de los materiales conllevará un esfuerzo inicial importante por parte del profesorado.
- Excesiva dependencia de la tecnología.

Modalidades educativas emergentes: la clase inversa

- Peligro de aislamiento de los estudiantes y falta de integración en el grupo-clase.
- Imposibilidad de preguntas inmediatas sobre los contenidos teóricos que no se entiendan.
- Posible desmotivación por el aprendizaje.

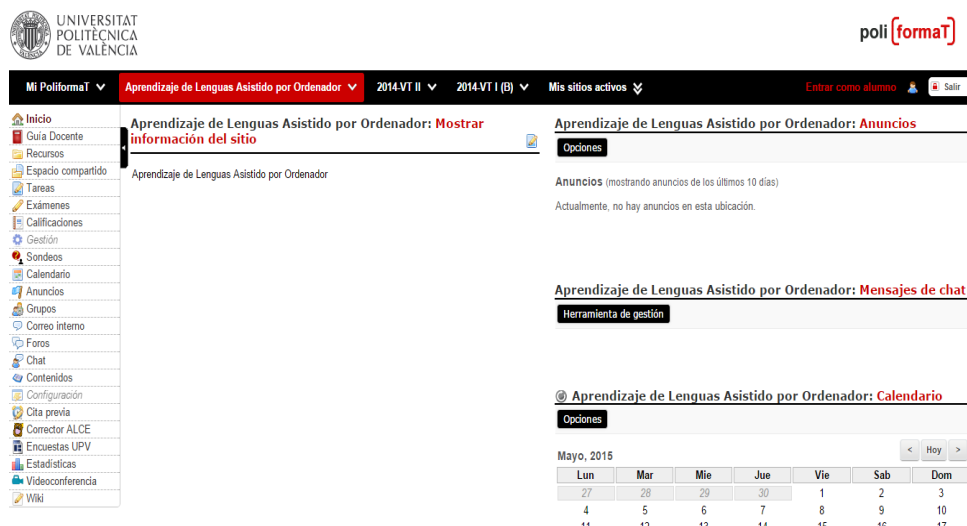
Implementación

El curso que 2014-2015 la UPV ha experimentado esta modalidad de formación en dos cursos de las titulaciones del Grado de Ingeniería Informática y el de Administración y Dirección de Empresas. Se ha puesto en práctica en grupos de 2º curso en los que alumnado se matriculó voluntariamente para experimentar esta modalidad. Se decidió un grupo máximo de 25 alumnos. Los resultados son excepcionales, aunque es temprano extraer algún tipo de conclusión generalizadora. Tanto el alumnado como el profesorado están ampliamente satisfechos con la experiencia. Por eso, el próximo curso se ha hecho extensiva la iniciativa y se ha ampliado la iniciativa experimental. En el caso de Escuela Técnica de Ingeniería del Diseño (ETSID) se ofrecerán diversas asignaturas siguiendo esta modalidad formativa. Se trata de asignaturas muy diversas como por ejemplo Matemáticas, Informática, Tecnología de la prevención, Diseño y creatividad, Iluminación, Electrónica analógica o Tecnología medioambiental, entre otras. Están repartidas entre los cinco grados que se imparten en este centro y suman alrededor de 100 créditos.

La metodología puede llevarse a cabo en la UPV de forma eficaz gracias al Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) del que se dispone, conocido con el nombre de PoliformaT. Es una plataforma sólida y suficientemente versátil como para servir tanto de apoyo a la docencia presencial, como a modalidades híbridas, como a la docencia totalmente en línea. Cuenta con herramientas para la comunicación (chat, foro, correo electrónico, videoconferencia, etc.), para la difusión de contenidos (editor de textos, wiki, etc.), para la evaluación, para la colaboración entre todos los agentes que intervienen en el proceso educativo (estudiantes y profesorado), para la difusión de información (agenda, tablón de anuncios, etc.), e incluso, para la realización de actividades prácticas (véase la Figura 3).

Enrique Ballester Sarrias y Francesca Romero Forteza

Figura 1 Entorno de Aprendizaje Virtual de la UPV: PoliformaT



PoliformaT es una plataforma suficientemente intuitiva como para que los estudiantes se familiaricen rápidamente con ella. Además, como puede observarse muy completa, ya que cuenta con numerosas herramientas para implementar la docencia. Todo lo necesario para seguir una asignatura puede alojarse en ella, independiente de la modalidad formativa que se emplee.

Conclusiones

La educación está en constante revisión para proporcionar una preparación lo más útil, eficaz y motivadora a los estudiantes. Debe renovarse para adaptarse a las demandas de la sociedad para la que prepara a sus alumnos. Por eso no cesan de aparecer metodologías que persiguen este objetivo. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación permiten una gran flexibilidad metodológica. Deberemos esperar un poco más para conocer con seguridad la eficacia real de vehicular la docencia a través de las herramientas que estas tecnologías proporcionan, pero mientras tanto, seguiremos experimentando.

Modalidades educativas emergentes: la clase inversa

Referencias

- Adell, J. Castañeda, L. (20120). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? En J. Hernández et al. (coords.). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: Asociación Espiral, Educación y Tecnología. 13pp.
- Fulton, K. (2012). Upside down and inside out: Flip your classroom to improve student learning. *Learning & Learning with Technology*, 39, 12-17.
- Johnson L. et. al. (2014). *NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition*. Austin, Texas. The New Media Consortium. [<http://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2014-higher-education-edition/>].
- Roehi, A. (2013). Bridging the field trip gap: integrating webbased video as teaching partner in interior design education. *Journal of Family & Consumer Sciences*, 105, (1), 42-46.
- Ruiz, J., Sánchez, J., Sánchez, E. (2014). Flipped Classroom, una experiencia de enseñanza abierta y flexible. *El hoy y el mañana de las TIC. Edutec*. [<http://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/8431> }
- Urbina S., Salinas J. (2014). Campus virtuales: una perspectiva evolutiva y tendencias. *RED - Revista de Educación a Distancia*, 42, 1-16.

Experiencia del Curso de Adaptación a Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática.

Eduardo Cañizares, Houcine Hassan, Enrique Ballester

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño – Universitat Politècnica de Valencia.
Cno. De Vera s/n, 46022 Valencia. 96 387 75 78 y 96 387 18 44. edcaican@euitiv.upv.es;
husein@disca.upv.es; eballest@isa.upv.es.

Abstract

This article will present the experience of ETSID in the implementation of the Adaptive Degree Courses, CAG, in the degree of Engineering in Industrial Electronics and Automation. This course has been developed since 2010/11, to present. In the article, we will show an analysis of the implementation, detailing the content of such degree programs as well as the study of various parameters to measure the quality of the experience and success rates.

Keywords: *Electronics engineering degree, course adaptation, curricula adaptation.*

Resumen

En este artículo se va a presentar la experiencia de la E.T.S.I.D. en la implantación del C.A.G de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática. Este curso se lleva desarrollando desde el curso 2010/11, hasta la actualidad. En el artículo, se va a presentar un análisis de la implementación, detallando el contenido de los programas de dicha titulación, así como el estudio de diversos parámetros para cuantificar la calidad de la experiencia y su índice de éxito.

Palabras clave: *Adaptación a grado, grados en ingeniería, rama industrial y aeronáutica, adaptación curricular.*

Experiencia del Curso de Adaptación a Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática.

Introducción

El proceso de Bolonia, condujo a la creación del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior, EEES 1999), que sirve de marco de referencia para las reformas que se han llevado a cabo en el proceso de adaptación (EHEA, 2010).

En España los títulos de Grado y Postgrado, establecidos mediante Real Decreto tienen la siguiente estructura (BOE, 2003):

- Título de grado 240 ECTS (4 años lectivos). Con algunas excepciones: Arquitectura, Farmacia, Odontología, Veterinaria con 300 ECTS (5 años lectivos) y Medicina con 360 ECTS (6 años lectivos).
- Título de Máster de 60 a 120 ECTS (de 1 a 2 años lectivos).
- Doctorado, según cada universidad.

Toda esta nueva situación ha dado lugar a que los titulados anteriores a este proceso, deban realizar un curso de adaptación a grado, para obtener la nueva titulación (BOE, 2007).

En este curso de adaptación, los titulados anteriores al proceso de Bolonia (Perles, 1999, Hassan 2003), deben cursar asignaturas equivalentes para equiparar los conocimientos y el número de créditos, con las nuevas titulaciones (Hassan 2013).

En los puntos siguientes, se realiza un análisis detallado del contenido de los cursos, su implementación y el estudio y seguimiento de los diferentes parámetros que miden los resultados.

Criterios De Admisión Y Evaluación De Méritos.

Los criterios de admisión para el acceso de los titulados se efectuarán de acuerdo a la valoración de méritos que establece la UPV y que se detalla en la tabla 3, junto a la ponderación correspondiente:

Eduardo Cañizares, Houcine Hassan, Enrique Ballester

Tabla 1. Valoración de méritos para el acceso y su ponderación.

Mérito	Ponderación
<u>Mérito 1: Expediente académico.</u> Nota media del Expediente académico en una escala de 0 a 10 puntos.	60%
<u>Mérito 2: Experiencia profesional.</u> Años, o fracción, de práctica profesional o asimilable de Ingeniero Técnico, especialidad la que corresponda, debidamente acreditada.	25%
<u>Mérito 3: Otros méritos adicionales asociados a la formación continua.</u> Otras titulaciones, cursos, másteres y/o estudios oficiales	15%

Para la evaluación de los méritos, al realizar la preinscripción, el titulado deberá rellenar los siguientes datos:

- Datos Personales

- Estudios requisito: El alumno deberá seleccionar los estudios que ha realizado, así como indicar los datos de donde los cursó, cuando los finalizó y la nota media de su expediente. Deberá aportar en el apartado “Adjuntar documentación” el Certificado del Expediente Académico en el que consten las asignaturas cursadas. (Mérito 1)

Experiencia del Curso de Adaptación a Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática.

- Otros estudios oficiales: el alumno puede registrar otros estudios universitarios oficiales que haya podido cursar y quiera presentar como méritos. (Mérito 3)

- Curso de formación permanente y/o especialización: el alumno puede registrar otros estudios no oficiales que quiera presentar como méritos.
 - Cursados en Universidad:
 - Máster Universitario no oficial
 - Curso de especialista universitario
 - Otro curso universitario no oficial
 - Cursados en Colegio Profesional
 - Cursados en Centro de Lenguas Acreditado:
 - Alemán (ZMP)
 - Alemán (ZOP)
 - Francés (DALF C1 y C2, CFST y DFTH)
 - Inglés (First Certificate, TOELF o título equivalente)
 - Inglés (Proficiency, ESOL Advanced English o título equivalente reconocido)
 - Inglés/Francés/Alemán/Lenguas no indoeuropeas (EOI título medio, título superior)
 - Valenciano (Mitjà, Superior)
 - Otros cursos de idiomas
 - Cursados en Otros Organismos Oficiales

- Otra información: en este apartado se registra información variada necesaria para posteriormente realizar la preinscripción (información de colegiación, información sobre doctorado...)

Eduardo Cañizares, Houcine Hassan, Enrique Ballester

- **Experiencia Profesional:** en este apartado el alumno registrará su experiencia profesional, y deberá aportar en el apartado “Adjuntar documentación” el certificado de Vida Laboral expedido por el Ministerio de Trabajo en el que aparezcan debidamente acreditados todos los méritos laborales introducidos en la aplicación por el solicitante y Certificado/s expedido por la/s empresa/s en el que consten detalladamente la descripción de los trabajos desempeñados en la misma. Se valorará únicamente la experiencia que esté relacionada con las competencias inherentes al curso de adaptación presentado. (Mérito 2)

El titulado deberá adjuntar los documentos acreditativos de los méritos indicados en la preinscripción a través de la aplicación destinada a tal fin y en el plazo indicado.

Transferencia y Reconocimiento de Créditos.

Los alumnos presentan la Solicitud de Convalidación a la Comisión Académica del Título (CAT) que es el órgano encargado de la resolución provisional en el Centro y la que se encarga de elevar las propuestas de reconocimiento a la Subcomisión de Reconocimiento de Créditos de la UPV para su resolución definitiva.

La transferencia y reconocimiento de créditos se basará en las competencias adquiridas en enseñanzas universitarias oficiales, la experiencia profesional o laboral acreditada u otras enseñanzas superiores oficiales.

La CAT estudiará el reconocimiento de hasta 30 ECTS por experiencia laboral para aquellos alumnos admitidos previa solicitud por parte del alumno. Como máximo 10 ECTS por año trabajado. Se deberá acreditar, de forma fehaciente y suficiente, el haber tenido experiencia laboral en su puesto de trabajo, por un mínimo de 1 año desempeñando funciones equivalentes o superiores para las que les capacita la titulación. Dicha documentación se presentará junto con la preinscripción en el curso de adaptación.

El reconocimiento de créditos por estudios se realizará mediante la comparación de las competencias adquiridas por el candidato y las competencias que se adquieren en el Grado. También se podrá solicitar el reconocimiento en asignaturas cursadas en otras titulaciones oficiales, mediante la presentación de un certificado académico oficial y los programas de las asignaturas selladas que se quieran reconocer.

En ambos casos, por estudios o por experiencia profesional, la CAT estudiará exclusivamente aquellos reconocimientos de materias indicados expresamente por el/la interesado/a.

Experiencia del Curso de Adaptación a Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática.

Es decir el interesado debe manifestar qué materia pretende le sea reconocida y el mérito acreditado para ello.

Curso de Adaptación a la titulación de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (UPV, 2010).

El curso consta de 63 ECTS (Asignaturas: 51 ECTS y Trabajo Fin de Grado: 12 ECTS). La Figura 1 muestra el programa de asignaturas de la titulación de GIEIA.

Figura 1. Evolución de los datos del CAG en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

CÓDIGO	ASIGNATURA	TIPO	ECTS
12132	Matemáticas II	Formación Básica	6,0
12135	Electricidad	Formación Básica	6,0
12136	Química	Formación Básica	6,0
12140	Termodinámica y Mecánica de Fluidos	Obligatoria	6,0
12145	Sistemas Producción Industrial	Obligatoria	4,5,
12146	Empresas II	Obligatoria	4,5,
12148	Tecnología Ambiental	Obligatoria	4,5,
12153	Técnicas de Control	Obligatoria	7,5,
12157	Sistemas Robotizados	Obligatoria	6,0
12207	Trabajo Fin de Grado	Obligatoria	12,0

Se reconoce automáticamente "por exceso de créditos" en el curso.

Se reconoce por acuerdo de la Comisión Académica del Título, para aquellos Ingenieros Técnicos Industriales, especialidad de Electricidad (Plan 72):

Análisis del proceso de adaptación.

El proceso de adaptación a grado, está en su cuarta edición y en este apartado se muestran los resultados que se han obtenido en dicho proceso en el CAG de la titulación de GIEIA.

En los siguientes apartados se muestra el análisis de los resultados partiendo de los datos de los que se muestran en la correspondiente tabla. En la primera de las gráficas se puede ver

Eduardo Cañizares, Houcine Hassan, Enrique Ballester

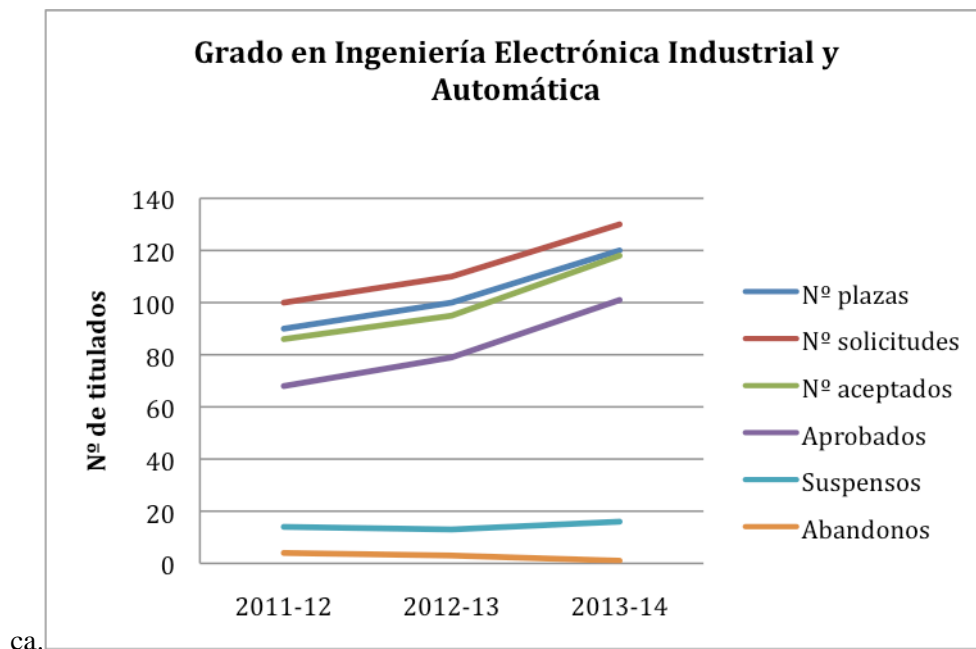
la evolución en tres ediciones de los cursos. En la segunda gráfica se aprecia la tasa de éxito, la tasa de suspensos y de abandonos de cada uno de los diferentes CAG.

Resultados Curso de Adaptación a la titulación de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Tabla 2. Datos del CAG en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

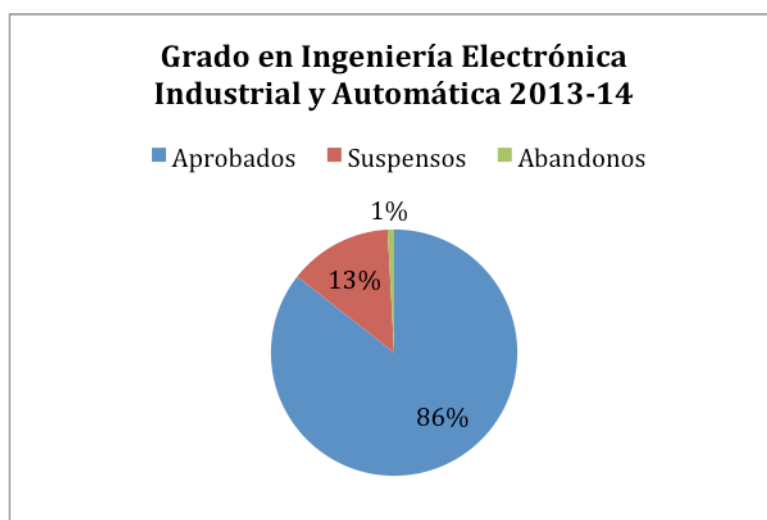
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática						
Curso	Nº plazas	Nº solicitudes	Nº aceptados	Aprobados	Suspensos	Abandonos
2011-12	90	100	86	68	14	4
2012-13	100	110	95	79	13	3
2013-14	120	130	118	101	16	1

Figura 2. Evolución de los datos del CAG en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.



Experiencia del Curso de Adaptación a Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática.

Figura 3. Tasa de éxito del CAG en Ingeniería Electrónica y Automática.



Conclusiones.

En este artículo se ha presentado el cursos de adaptación a grado de la titulación de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, impartido en la ETSID. Mediante los resultados se puede comprobar la gran demanda por parte de los titulados para adaptarse a la nueva titulación.

Se puede comprobar la alta tasa de éxito, que en todas las titulaciones está por encima del 85%. La tasa de abandono es muy baja debido al interés de los titulados por obtener la adaptación.

En cuanto a la tasa de suspensos, cabe destacar que en muchas ocasiones es debido a la situación de los titulados que en muchos casos deben compaginar estos cursos con sus obligaciones laborales. La tasa de suspenso está en torno al 13%.

Eduardo Cañizares, Houcine Hassan, Enrique Ballester

Cabe destacar que son unos resultados muy satisfactorios, por encima de lo esperado y que permiten una integración rápida de los antiguos titulados al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior.

Referencias

EEES, Declaración de Bolonia, www.eees.es, Bolonia, (1999).

Hassan, H.; Martínez-Rubio, J.; Perles, A.; Capella, J.; Domínguez, C.; Albaladejo, J., "Smartphone-Based Industrial Informatics Projects and Laboratories," *Industrial Informatics, IEEE Transactions on*, vol.9, no.1, pp.557,566, Feb. 2013.

Hassan, H., Soriano, J., Montagud, J., Domínguez, C. Instrucción en el Diseño de Sistemas Empotrados. Aplicación al Control de un Brazo Robot. XXIV Jornadas de Automática, León, 10-12 Septiembre, 2003.

A. Perles, C. Domínguez, J. M. Martínez, H. Hassan. Enseñanza de la Informática Industrial mediante Proyectos Reales Simplificados.. Actas V Jornadas Sobre La Enseñanza Universitaria En Informática (JENUI'99). 1.999

Real Decreto 1125/2003, BOE nº 224, "sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional", (2003) págs. 34355-34356.

Real Decreto 1393/2007, BOE nº 260, "ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales", (2007) págs. 44037-44048.

<http://www.ehea.info/>, oficial website of European Higher Education Area, (2010).

http://www.etsid.upv.es/?page_id=4089, Cursos de Adaptación a Grado de la ETSID, (2013).

https://www.upv.es/titulaciones/GIEIA/menu_812892c.html, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática (2010).

Metodología Activa para el Desarrollo de Sistemas Informáticos Industriales Avanzados

J. Albaladejo^g, H. Hassan^f, J.V. Busquets^a, C. Domínguez^d, A. Perles^b, J.V. Capella^c
J.M. Martínez^e

Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA). Universitat Politècnica de València (UPV). Camino de Vera, s/n.Valencia 46022.

^avbusque@disca.upv.es; ^baperles@disca.upv.es; ^cjcapella@disca.upv.es; ^dcarlosd@disca.upv.es;
^ejmmr@disca.upv.es; ^fhusein@disca.upv.es; ^gjalba@disca.upv.es;

Abstract

This article presents a PBL-Problem based Learning methodology using Industrial Computers in the development of Advanced Industrial Computer Systems. This methodology has been exported to Asian and Eastern countries which are collaborating in the project Tempus Medis to introduce it into their curricula. This method has been carried out in the ETSID during several years and consists mainly in solving problems, where students build their knowledge based on real life situations while learning the process of reasoning they will use in their future professional work; evaluating and integrating the knowledge gained to achieve professional expertise in their specialty.

Keywords: *Problem based Learning, Industrial Informatics, Active methodology.*

Resumen

En este artículo se propone una metodología basada en la resolución de proyectos (PBL- Problem based Learning) para la aplicación de Computadores Industriales en el desarrollo de Sistemas Informáticos Industriales Avanzados. Esta metodología ha sido exportada a países del Este con los que se está colaborando en el proyecto Tempus Medis para implantarla en su curricula. Este método de trabajo activo lleva realizándose en la ETSID durante varios años y consiste fundamentalmente en la resolución de problemas, donde los estudiantes construyen su conocimiento basado en problemas y situaciones de la vida real al mismo tiempo que aprenden el proceso

Metodología Activa para el Desarrollo de Sistemas Informáticos Industriales Avanzados

de razonamiento que van a utilizar en su futuro trabajo profesional; evaluando e integrando los conocimientos adquiridos para lograr la experiencia técnica profesional en su especialidad.

Palabras clave: *Metodología activa, resolución de proyectos, Informática Industrial.*

Introducción

En el diseño de aplicaciones Informáticas Industriales basados en sistemas de cómputo, existen dos alternativas que son las más utilizadas comúnmente: Una basada en los computadores personales que poseen un micro procesador (o uP), con uno o varios núcleos de procesamiento (o CPUs), y la otra basada en los micro controladores (uC). La primera opción utiliza el uP como herramienta de desarrollo hardware, y se complementa con un software de desarrollo, además del hardware necesario para establecer la comunicación de las entradas y salidas (E/S) del uP y las entradas y salidas (E/S) del proceso industrial. Por otra parte, en el desarrollo de aplicaciones basadas en uC, se sustituye el elemento de cómputo uP, por el uC.

Cada una de estas dos soluciones tiene sus ventajas e inconvenientes. En el caso del uP se tiene como valor añadido entre otros, la potencia de cálculo (CPUs de coma flotante, con varios núcleos de cómputo a varios GHz), o bien, los periféricos para la interfaz de usuario, como el teclado y el ratón para las entradas, y para las salidas, el monitor en color de alta resolución, las impresoras, discos duros, etc. Además son necesarias tarjetas de adquisición de datos (o DAQs) para la comunicación con el proceso industrial. Todo ello complementado con las herramientas software de desarrollo para aplicaciones informáticas con tratamiento de gráficos, que normalmente se resuelve con un lenguaje de programación de alto nivel orientado a objetos, como, C++, o cualquier otro lenguaje (Java, etc). Los inconvenientes del diseño basado en uPs son, en primer lugar el coste de este tipo de equipamiento. Éste, se verá incrementado en función de la aplicación, y es dependiente del entorno industrial. Lo que se traduce en la adquisición de equipos más sólidos, robustos, o impermeables, o también apantallados contra las EMI, etc.

La otra solución, que usa el uC para resolver una aplicación industrial, es económicamente mucho menos costosa, en cuanto a los componentes hardware. Es decir, los uCs tienen unos precios que oscilan entre unos pocos euros y unos cientos de euros. Por otro lado, la interfaz de E/S para el usuario en este tipo de solución, empotrada depende del ámbito o dominio de la aplicación, y son normalmente muy elementales, como pueden ser las pantallas de cristal líquido, o los TFTs de color, botoneras y teclados muy rudimentarios, etc. Por otro lado, la interfaz con el proceso industrial es mucho menos cara y más directa por el echo de

J. Albaladejo, H. Hassan, J.V. Busquets, C. Domínguez, A. Perles, J.V. Capella, J.M. Martínez

que no se necesita el uso de tarjetas DAQs, debido a las características esenciales de los uCs que tienen integrados los puertos de E/S digitales y analógicos sobre el mismo integrado (encapsulado). Los inconvenientes de esta solución para el diseño de una aplicación industrial, son entre otros, el equipamiento hardware adicional necesario para el desarrollo de aplicaciones, que normalmente se realizan con un uP, aparte de las herramientas software de desarrollo, que son bastante caras. Además, en este caso, es muy conveniente conocer estructura interna de los uCs, para poder sacar el mayor rendimiento de los uC en las aplicaciones.

Metodología Medis - UPV

El objetivo principal del proyecto Medis es el diseño de los currícula en los PCs para la formación de ingenieros altamente cualificados en el área del diseño y desarrollo para la informatización de sistemas industriales distribuidos y avanzados. Para lograr este objetivo, en el proyecto Medis, se han asociado cinco universidades europeas, cada una especializada en un área específica de los sistemas industriales informatizados. Cada una de ellas creará un módulo específico de aprendizaje para el diseño de los currícula en los PCs. En concreto, la universidad de USTUTT de Stuttgart en Alemania, desarrolla el currículum en "microcontroller based systems". La universidad de MDU de Vasteras en Suecia, se encarga del currículum desde el punto de vista de los "mobile devices". La universidad UP de Porto en Portugal, ha diseñado el currícula desde el punto de vista de "Industrial networks and Fieldbuses". La universidad TU de Sofía en Bulgaria realiza el diseño del currículum con la temática de "controllers and simulators". Y la UPV en Valencia (España), diseña el currícula desde el enfoque de "Industrial Informatics".

El trabajo de la UPV consiste en diseñar un módulo de Informática Industrial para el currículum en los PCs utilizando la metodología basada en la resolución de problemas, ("Problem Based-Learning" o PBL) (Boud 1998, Hassan 2013). En concreto, nuestro trabajo consiste en desarrollo de un módulo de enseñanza en la titulación de de Informática Industrial Avanzado basado en la metodología de enseñanza, que utiliza como didáctica de enseñanza la resolución de problemas (o PBL) (Norman 1992).

Esta metodología es un tipo de enseñanza activa. Se basa en la resolución de problemas, donde el estudiante construye su conocimiento sobre la base de problemas y situaciones de la vida real, y además, se ejercita el mismo proceso de razonamiento que utilizará en su futuro profesional, valorando e integrando el saber adquirido con el fin de alcanzar las competencias técnicas profesionales necesarias en su especialidad. La característica esencial de la metodología PBL es el uso de problemas como punto de partida para la adquisi-

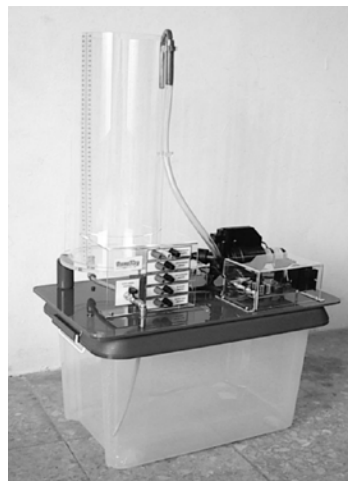
Metodología Activa para el Desarrollo de Sistemas Informáticos Industriales Avanzados

ción de conocimientos nuevos, y la concepción del estudiante como protagonista de la gestión de su aprendizaje. Con este método, aplicado a la Informática Industrial, el estudiante se le hace tomar el roll de “diseñador” de una aplicación informática industrial (Dominguez 2004), y a lo largo del curso, los “diseñadores” van adquiriendo nuevos conocimientos, habilidades y actitudes al igual que ocurre en el día a día en una oficina de proyectos real. Los diseñadores deben ser capaces de analizar y enfrentarse al problema propuesto de diseño de un sistema informático industrial, de la misma forma que lo tendrán que hacer durante su actividad profesional.

Una característica que diferencia la enseñanza tradicional de la PBL, es que, tradicionalmente, primero se expone toda la información y después se intenta aplicarla en la resolución de un problema, mientras que en la metodología PBL, primero se presenta el problema de diseño, y luego se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria, y finalmente se vuelve al problema refinando los requisitos y las especificaciones. Otra característica del PBL es que se realiza el trabajo en grupo. Para ello, la clase de teoría se divide en pequeños grupos, que en nuestro caso no supera a más de cuatro personas, y se les propone a todos los “diseñadores” que realicen un proyecto (que lo llamamos Mini-proyecto ver Figura 1), como si se tratase de un concurso de proyectos público, como debe ocurrir en la vida real (Parles 1999, Hassan 2003).

Además, con la metodología PBL se adquieren otras habilidades transversales como son: expresarse en público, mediante la presentación oral del proyecto una vez finalizado, la redacción de informes, estudio de costes del proyecto.

Figura 1: Depósito de agua (Fuente: DISCA)



J. Albaladejo, H. Hassan, J.V. Busquets, C. Domínguez, A. Perles, J.V. Capella, J.M. Martínez

Las actividades de aprendizaje en el módulo de la UPV AIISM

El módulo de AIISM se estructura en un conjunto de actividades centradas en la ingeniería industrial computerizada. Estas actividades se plantean de forma progresiva aumentando la complejidad de las tareas. Con ello, se intenta facilitar al grupo de trabajo el aprendizaje adecuado a lo largo del curso en la elaboración de sus proyectos.

Los estudiantes deben aplicar su conocimiento adquirido de las clases teóricas y del laboratorio para proponer sus propuestas e intentar implementar sus “posibles soluciones” a un problema de diseño propuesto. Las actividades propuestas en la metodología PBL son las siguientes:

- Clase de teoría y problemas: El profesor expone las ideas básicas de un tema, proponiendo algún problema sobre lo expuesto y que los alumnos deben resolver por separado. El tiempo en esta actividad es aproximadamente de 1 hora.
- Laboratorio: Los alumnos en grupos de dos (2) deben resolver un ejemplo práctico de relacionado con la teoría previamente expuesta. El tiempo en esta actividad es aproximadamente de 1 hora 15 minutos.
- Seminarios: Se exponen con ayuda de los alumnos una serie de alternativas PBL para intentar resolver un problema durante unos 45 minutos. En este caso se trabaja con grupos de 4 alumnos.
- Mini-proyecto: Los alumnos, asumiendo el roll de diseñadores “en grupos de 4 students, must dedicate to planning, design and develop the control system of the “Water tank”. The mini-project is performed during about 2 hours. Weekly, the mini-project is advanced progressively and revised by the tutors. Si alguno de los proyectos no cumple las especificaciones, se vuelve a resolver por los diseñadores, hasta que sea correcto el diseño.

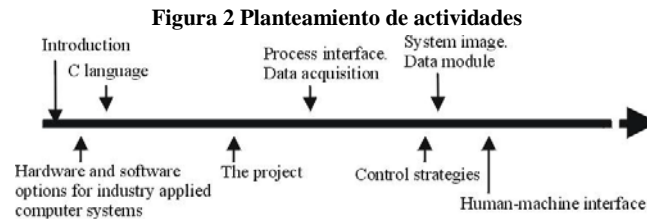
Material del modulo AIISM UPV

En este apartado se muestran, por una parte, la distribución o planteamiento temporal de las materias que explican a lo largo del semestre, así como, los contenidos teóricos del módulo de aprendizaje AIISM propuesto por la UPV.

En la figura2 se muestra el plan de las actividades: En primer lugar, se introduce el ámbito de estudio o contexto de la informática industrial, con los diferentes tipos de soluciones de

Metodología Activa para el Desarrollo de Sistemas Informáticos Industriales Avanzados

cómputo (hardware y software) que históricamente se han ido adoptando para la informatización de la Industria. Como lenguaje de programación se usa C/C++. Se hace un repaso básico de C/C++, y se profundiza su estudio con las operaciones a nivel de bit, máscaras, etc, ya que no se vieron en cursos anteriores.



De forma más explícita, en la tabla 1 se muestran los contenidos desarrollados en el módulo AIISM. La tabla 1.1 muestra el tipo de actividad (Type), que puede ser una de las cuatro: lección magistral, seminario, laboratorio y miniproyecto, la descripción (Topic), y la semana (Semanas: 1 - 15) cuando se realiza a lo largo del semestre.

Ejemplo de actividad: “Descomposición Modular”.

En los siguientes párrafos se muestra un ejemplo de una actividad de aprendizaje del módulo AIISM. Para explicar esta actividad seguiremos la secuencia temporal de la tabla 1. En concreto vamos a seguir la traza de cómo se llega a realizar la actividad de aprendizaje del miniproyecto de la semana 5, denominada “Programación modular”.

Para ello, comenzamos desde la primera semana de clase. En el primer seminario partimos de los conceptos teóricos de C aprendidos en un curso anterior. Se repasan los conceptos básicos del lenguaje C para aplicaciones de tipo “consola”, como son los tipos de datos, las bibliotecas estándar de C, las funciones “printf () , y scanf ()”, etc.

En el seminario de la semana 2, se van introduciendo nuevos conceptos, como las operaciones a nivel de bit, máscaras, etc.

En la semana 3, la primera práctica del laboratorio, presenta la herramienta de desarrollo de lenguaje C, de dominio público: Qt. Durante esta sesión de laboratorio se realizan implementaciones de programas básicos de tipo consola, como: “Hola mundo”. También se implementan otros ejemplos básicos con funciones de entrada salida (E/S) estándar haciendo uso de las bibliotecas de C, como: <stdio.h>, <conio.h>, etc. En esta primera práctica se llega a implementar un proyecto elemental de consola, y con este estilo de programación se trabaja el concepto de módulo. En concreto, se incluye un único módulo denominado: “funciones.c”, con su correspondiente fichero de cabecera: “funciones.h”

J. Albaladejo, H. Hassan, J.V. Busquets, C. Domínguez, A. Perles, J.V. Capella, J.M. Martínez

donde se implementan algunas funciones aritméticas. En este contexto se explica como se utilizan las funciones que se han diseñado, accediendo desde otro programa principal (void main(void)), incluyendo la directiva #include "funciones.h".

Tabla 1. Clase magistral, Seminarios, Laboratorios, Miniproyecto

Type	Topic	Week														
Type	Topic	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Lecture	Introduction to industrial informatics	x														
Lecture	Computer architecture		x													
Type	Topic	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Seminar	C programming basics	x	x													
Seminar	Programming tools			x												
Lab	Development environment			x												
Lab	Hello World			x												
Lab	Modular programming					x										
Lab	Data representation					x										
Lab	Event oriented programming										x					
Miniproject	Modular decomposition					x										
Seminar	Using libraries					x										
Seminar	Data sharing					x										
Miniproject	Data sharing module implementation															
Type	Topic	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Seminar	Project management				x											
Miniproject	Project design				x											
Miniproject	Analysis of project especificacion				x											
Miniproject	Test and validation															x
Miniproject	Module integration															x
Type	Topic	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Lecture	Process interface						x									
Seminar	DAQ card National Instruments USB-6008						x	x								
Lab	Digital input						x									
Lab	Digital output							x								
Lab	Analog output								x							
Lab	Analog input									x						
Miniproject	Process interface implementation								x	x						
Type	Topic	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Lecture	Task scheduling										x					
Lab	Basic scheduler										x					
Miniproject	Task scheduling implementation										x					
Type	Topic	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Lecture	Graphical user interface										x					
Seminar	Graphical user interface for the industry										x					
Lab	A GUI for an industrial applications											x				
Miniproject	User interface implementation											x	x			

Metodología Activa para el Desarrollo de Sistemas Informáticos Industriales Avanzados

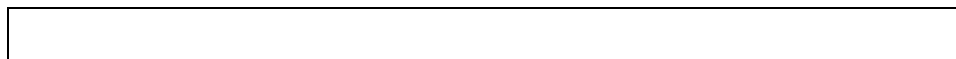
Type	Topic	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Lecture	Regulation														x	
Seminar	Regulation approaches														x	
Miniproject	Regulation strategy implementation														x	

En la semana 4, como actividades del seminario y del miniproyecto se plantea, primero en el seminario, el problema del diseño genérico de cualquier proyecto de informática industrial, y durante el tiempo del miniproyecto, se particulariza al problema de diseño propuesto y que se va a seguir durante el curso: “El depósito de líquidos”. En este primer contacto con el miniproyecto se plantean y se analizan los requisitos, y también se proponen y se analizan unas posibles especificaciones para pequeño problema de informática industrial. Se divide el problema en varios apartados distintos funcionalmente, y se modela cada parte como un posible módulo. Este trabajo se realiza en grupo, por parte de los alumnos, y deben hacerlo durante la semana. El trabajo realizado por cada grupo se envía al tutor para que lo revise. El tutor revisa si los requisitos y las especificaciones cumplen el problema del diseño, y en caso de que no se hayan cumplido con las expectativas del diseño, se devuelve a sus autores, para que lo corrijan. Una vez corregido, los alumnos de nuevo lo envían al tutor. Este reciclado del miniproyecto sucede así en cada entrega, o parte del miniproyecto a lo largo del curso, hasta que el tutor da el visto bueno sobre el trabajo que envían.

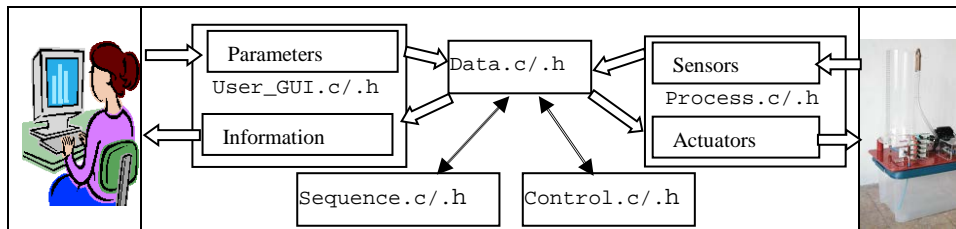
Durante la semana 5, se realiza la práctica de la descomposición modular y su correspondiente adaptación al miniproyecto del depósito de líquidos.

Durante la actividad práctica, y siguiendo un guión detallado de la misma, se implementa, en primer lugar, la estructura genérica de un proyecto diseñado desde el punto de vista jerárquico descendente (“*Top-Down*”), planteando una posible “descomposición modular”. Es decir, se plantea el proyecto como un conjunto de bloques o cajas negras, sin implementar el contenido, esto es, sin detallar el código explícitamente de ninguna función, simplemente nombrando los diferentes archivos de la división funcional que ya se conoce y se ha planteado en seminarios anteriores del miniproyecto. En concreto, se plantea el siguiente esquema de módulos: Módulo de la interfaz gráfica del usuario, módulo de proceso, el módulo de gestión (o control) del proceso, módulo de secuenciación, y el módulo de datos (ver la figura 3).

Figura 3: Módulo de datos compartidos.



J. Albaladejo, H. Hassan, J.V. Busquets, C. Domínguez, A. Perles, J.V. Capella, J.M. Martínez



En una segunda parte de la práctica, se implementa de forma explícita, a bajo nivel, parte del módulo de datos compartidos (“Data.c + Data.h”). Este módulo, y a lo largo de diferentes sesiones durante el curso volverá a ser refinado.

A partir de esta descomposición modular se continua en la sesión del miniproyecto, y se refina el módulo de datos, añadiendo otras variables del diseño, con sus correspondientes funciones de acceso a esas variables para la lectura y la escritura.

Práctica de laboratorio y Miniproyecto: “Descomposición Modular”.

En este apartado mostramos parte de la documentación que se entrega a los alumnos para seguir la práctica.

Practica 3 PROYECTOS, MÓDULOS, CLASES Y OBJETOS.

OBJETIVO

Aprender a implementar proyectos, módulos, funciones (métodos), clases y utilizar objetos.

- Crear un proyecto.
- Añadir un nuevo módulo a un proyecto.
- Funciones y prototipos. Crear nuestras propias funciones.
- Usar las funciones (métodos) desde otros módulos.
- Crear una clase.
- Utilizar un objeto de una clase en un proyecto.

MATERIAL NECESARIO

- Ordenador PC Compatible
- Entorno de desarrollo Qt Creator

DESARROLLO

DEFINICIONES

- Un **proyecto** es la lista de todos los archivos que forman una aplicación. Entre los archivos de un proyecto se encuentran los **módulos** o unidades. Cada **módulo** (o unidad), está compuesta a su vez por un par de archivos con extensiones {“*.cpp” y “*.h”}. El fichero fuente (“*.cpp”) contiene las implementaciones de las funciones en C/C++. Y el fichero de cabecera (“*.h”), contiene las definiciones o prototipos de las funciones.
- Para realizar una descomposición modular, cada módulo especifica determinadas funcionalidades. En el fuente, se implementan las funciones (fichero.cpp), y en el de cabecera se especifican los prototipos (fichero.h). Todos los módulos deben ser independientes, es decir cada funcionalidad es independiente del resto de funcionalidades que se requieren en una aplicación. Para utilizar una determinada función en otro módulo se debe incluir en el fichero fuente (*.cpp), el fichero de cabecera (“fichero.h”) con las declaraciones de las funciones, mediante la directiva “#include “fichero.h” ”. Esta directiva se coloca al principio del fichero que va a utilizar estas funciones en el fichero fuente, en la zona donde se declaran las cabeceras, y se encuentran incluidas las demás llamadas de las bibliotecas.
- Clases y objetos (Consultar las definiciones de la clase de teoría)

J. Albaladejo, H. Hassan, J.V. Busquets, C. Domínguez, A. Perles, J.V. Capella, J.M. Martínez

ESPECIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA

Para utilizar los conceptos anteriores vamos a realizar una aplicación práctica. La aplicación va a consistir en diferentes apartados.

En primer lugar, se muestra como se declara un proyecto en el entorno de desarrollo QT. A continuación, se declararan los diferentes módulos que van a pertenecer a la aplicación, de forma jerárquica descendente (“Top-Down”).

Una vez declarados todos los módulos, se refinará uno de los módulos: el de “Datos Compartidos”. Este módulo se refinará hasta la implementación de las funciones de acceso a las variables, en lectura y escritura.

Posteriormente se realizarán unas funciones, realizar operaciones con máscaras a nivel de bit. En concreto, se trata de introducir un dato entero DIO, representado con formato decimal (base 10), que ocupe un byte en memoria de tipo “*unsigned char*”. Con este dato, se deberá operar para modificar su valor representado en binario (base 2). El usuario debe definir, tanto el peso del bit (del bit 7, al bit 0), así como, el valor del bit (“0” o “1”) que quiere modificar o enmascarar. El resultado se quiere obtener en las representaciones más usuales: la decimal (base 10), la hexadecimal (base 16), y la binaria (base 2).

El dato (DIO), el peso del bit, y el valor del bit, los introduciremos sobre unos cuadros de edición (“lineEdit”), y se leerán con los eventos del “click” de unos botones. El resultado, por una parte el decimal, y hexadecimal, se visualizarán con unas etiquetas (“label”), mientras que el resultado en binario (de 8 bits), se hará mediante unos símbolos gráficos que consistirán en 8 círculos, y que dependiendo del valor (0 o 1) se colorearán de forma distinta (“1”color rojo y “0”color verde).

COMO AÑADIR UN NUEVO MÓDULO, O UNA CLASE EN UN PROYECTO.

Metodología Activa para el Desarrollo de Sistemas Informáticos Industriales Avanzados

1. Empezamos creando una nueva aplicación:

Iniciamos el entorno de desarrollo de “QT Creator”, bien desde un acceso directo del escritorio, o desde la lista de programas del menú de inicio de Windows, y ponemos en marcha el programa QT. Si por otro motivo, tenemos en el entorno de Qt Creator, ya en marcha y con otro proyecto abierto, lo debemos cerrar previamente con: “**File → Close All Projects and Editors**”.

2. A continuación, pulsamos en el menú de QT: “**File**”, y luego en el cuadro de diálogo que aparece, elegimos la opción: “**New File or Project**”.

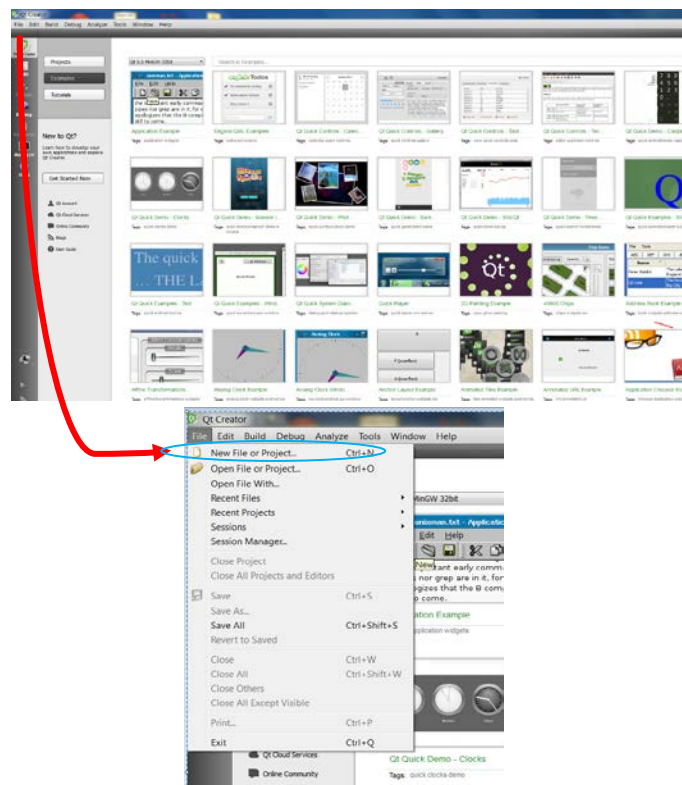


Figura 2: Menú principal del entorno Qt.

Aparecerá la siguiente ventana, con diferentes plantillas o patrones. Arriba a la izquierda, la ventana de proyectos, que nos permite crear: Aplicaciones, biblio-

J. Albaladejo, H. Hassan, J.V. Busquets, C. Domínguez, A. Perles, J.V. Capella, J.M. Martínez

tecas, otros proyectos, etc. Debajo del cuadro de proyectos aparecen los tipos de ficheros y clases: C++, Qt, BlackBerry, etc,

Si tenemos seleccionado una aplicación, la plantilla que nos aparece en medio, permite realizar aplicaciones visuales de Qt con ventanas tipo “windows”, denominadas “widgets”, para ejecutarse en el escritorio de nuestro Pc, o también aplicaciones QT de consola, etc.

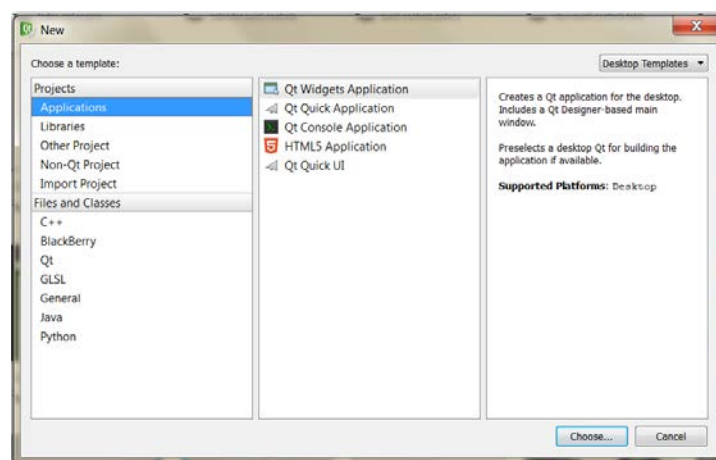
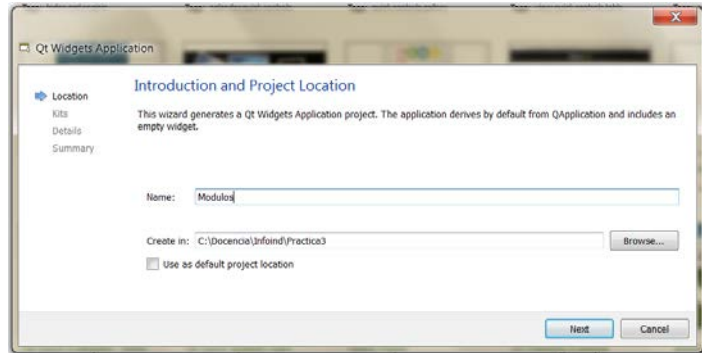


Figura 3: Ventana de patrones de Qt.

- 3.** Crearemos una aplicación con componentes gráficos. Para ello, elegimos la opción de “Qt Widgets Application”. Mediante el botón de seleccionar (“Choose...”) seleccionamos el directorio apropiado para guardar la práctica, por ejemplo, el de la asignatura “C:\Docencia\infoInd\”. Una vez elegido el directorio, crearemos y guardaremos la práctica en la nueva carpeta. A la carpeta de esta práctica le pondremos el nombre de: “Modulos”.

Figura 4: Localización de la aplicación: Directorio y nombre del proyecto.

Metodología Activa para el Desarrollo de Sistemas Informáticos Industriales Avanzados



Conclusiones

En este artículo se ha propuesto una metodología basada en la resolución de proyectos (PBL- Problem based Learning) en el área de la informática Industrial. Esta metodología se está aplicando en países del este de Europa para mejorar su currículo. Se ha detallado los aspectos más relevantes que componen la metodología. Asimismo, se ha descrito los contenidos de las diferentes actividades de Lección magistral, laboratorio, seminarios y mini-proyecto. Finalmente, se ha presentado un ejemplo de cómo se resuelve un problema de programación de aplicaciones de informática industrial.

Referencias

- Boud, D., & Feletti, G. (Eds.). (1998). The challenge of problem-based learning. Psychology Press.
- Dominguez, C.; Hassan, H.; Crespo, A., "Real-time robotic agent based on emotions," Automation Congress, 2004. Proceedings. World , vol.15, no., pp.377,382, June 28 2004-July 1 2004
- Hassan, H.; Martinez-Rubio, J.; Perles, A.; Capella, J.; Dominguez, C.; Albaladejo, J., "Smartphone-Based Industrial Informatics Projects and Laboratories," Industrial Informatics, IEEE Transactions on , vol.9, no.1, pp.557,566, Feb. 2013.
- Hassan, H., Soriano, J., Montagud, J., Domínguez, C. Instrucción en el Diseño de Sistemas Empotrados. Aplicación al Control de un Brazo Robot. XXIV Jornadas de Automática, León, 10-12 Septiembre, 2003.
- Norman, G.R. "Problem-solving skills, solving problems and problem based learning", Academic Medicine. Vol. 67, N° 9, 1992.
- Perles, A., C. Domínguez, J. M. Martínez, H. Hassan. Enseñanza de la Informática Industrial mediante Proyectos Reales Simplificados.. Actas V Jornadas Sobre La Enseñanza Universitaria En Informática (JENUI'99). 1.999.

TEMÁTICA 7

INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LAS ENSEÑANZAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS PREUNIVERSITARIAS

- Campus científico
- Experiencias educativas de las enseñanzas científico-técnicas preuniversitarias
- Innovación en las enseñanzas científico-técnicas preuniversitarias
- Programa Praktikum



El Aula de Física en las Colonias Científicas de la Universitat Jaume I de Castelló

Mercedes Fernández-Alonso^{a,b}, Lluís Martínez-León^{a,b}, Enrique Tajahuerce^{a,b}, Jesús Lancis^{a,b}, Gladys Mínguez-Vega^{a,b}, Vicent Climent^{a,b}, Noemí Sanchis-Ferriols^a, Jorge Pérez-Vizcaíno^{a,b}, Omel Mendoza-Yero^{a,b} y David Campos-Abad^c

^aGROC UJI, Departament de Física, Universitat Jaume I, E12071 Castelló, España, ^bInstitut de Noves Tecnologies de la Imatge, Universitat Jaume I, E12071 Castelló, España y ^cIES Ximén d'Urrea E12110, L'Alcora, Castelló, España.

Abstract

The outreach activities of Physics, within the framework of the Scientific Campus organized by the Universitat Jaume I of Castelló, aims to arouse interest in the degrees of scientific and technological field, as well as curiosity and vocation for scientific research, promoting at the same time the coexistence between students from different secondary schools, combining leisure and science.

Keywords: *Scientific outreach activities. Scientific campus.*

Resumen

El Aula de Física, dentro del marco de las Colonias Científicas organizadas por la Universitat Jaume I de Castelló pretende despertar el interés por las titulaciones del ámbito científico-tecnológico y también la curiosidad y la vocación por la investigación científica, a la vez que potenciar la convivencia entre compañeros de diferentes centros de enseñanza secundaria, compaginando ocio y ciencia.

Palabras clave: *Actividades de divulgación científica. Campus científico.*

Introducción

El Aula de Física se implantó en el año 2013 dentro del marco de las Colonias Científicas organizadas por la Universitat Jaume I de Castelló para estudiantes que hayan cursado primero de bachillerato científico-tecnológico o primer curso de un ciclo formativo de grado superior vinculado a las ramas de conocimiento de ciencias, ingeniería y arquitectura. El

El Aula de Física en las Colonias Científicas de la Universitat Jaume I de Castelló

objetivo de estas colonias es despertar el interés por las titulaciones de dicho ámbito científico-tecnológico y también la curiosidad y la vocación por la investigación, a la vez que se potencia la convivencia con compañeros de otros centros de enseñanza secundaria, compaginando ocio y ciencia. Todo ello también impulsado por la idea de promover actividades universitarias que propicien un trabajo cooperativo y transversal para formar a los futuros ciudadanos del mundo del conocimiento como personas más preparadas y completas.

La idea del Aula de Física surge de la experiencia del Grupo de Innovación Educativa en la Enseñanza y Divulgación de la Física de la Universitat Jaume I de Castelló, que, desde hace ya varios años, ha desarrollado diferentes iniciativas de divulgación científica dirigidas a estudiantes de secundaria y a otras diversas audiencias, como profesores de educación secundaria y público en general. Este proyecto del Aula de Física pretende conducir a los jóvenes participantes a través de un recorrido por fenómenos y experimentos de Física nuevos para ellos, con un planteamiento que busca resaltar su carácter fascinante, su importancia y actualidad, y en el que prevalece la experimentación y la cuantificación realizadas por los propios estudiantes. Todo ello siguiendo una metodología en la que se presta especial atención a la comprensión de aquello que se les presenta, incluyendo explicaciones adaptadas a su nivel académico y exponiendo las relaciones de la Física con otras disciplinas científicas y con la tecnología actual que nos rodea.

Figura 1 Cartel de las Colonias Científicas 2015 de la Universitat Jaume I de Castelló



Fuente: Servicio de Publicaciones de la Universitat Jaume I (2015)

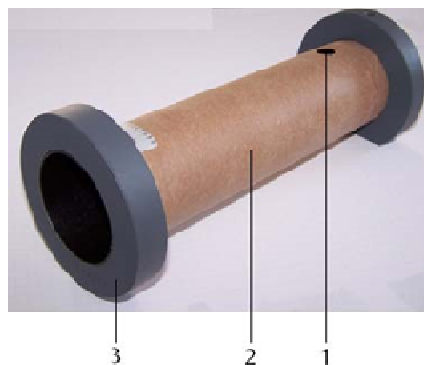
Mercedes Fernández-Alonso et ál.

Al comienzo de una de las mañanas de los cinco días que duran las Colonias Científicas se distribuyen los 35 estudiantes participantes en cinco grupos, cada uno de los cuales se ubica en una de las sesiones propuestas en el Aula de Física, para luego, a mitad de mañana, cambiar a una segunda sesión. Por tanto, cada grupo de estudiantes solo podrá realizar dos sesiones de las cinco propuestas. A continuación se describen las diferentes sesiones que conforman este proyecto.

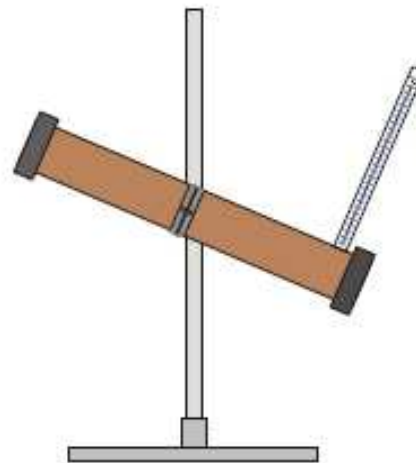
Sesión 1: Midiendo la radiación Solar

El bolómetro sirve para la medición de la radiación térmica del sol. El aparato se compone de un cilindro macizo de aluminio con superficie frontal ennegrecida dentro de un tubo de papel laminado de superficie interna ennegrecida llevando dos placas de plástico gris a los extremos. El tubo y el cilindro están dotados de un orificio para la colocación de un termómetro. El ennegrecimiento del cilindro de aluminio evita la reflexión de la radiación térmica, el tubo de papel laminado sirve como apantallamiento de la radiación de dispersión.

Figura 1.1 Bolómetro



- 1 Orificio para termómetro
- 2 Tubo de papel laminado
- 3 Placa extrema



La transmisión del calor del sol hacia la tierra tiene lugar por radiación solar. La cantidad de calor irradiada depende de la posición del sol sobre el horizonte y de la nitidez del aire. La atmósfera de la tierra se “traga” una parte de la radiación solar, siendo menor cuanto más claro esté el tiempo y la altura del sol sea mayor.

Se monta el bolómetro utilizando material de soporte, como muestra la Figura 1.1.

El Aula de Física en las Colonias Científicas de la Universitat Jaume I de Castelló

El bolómetro se orienta de tal forma que el sol brille en dirección de su eje central. La sombra de la placa extrema delantera cae exactamente sobre la placa extrema trasera.

Antes de insertar el termómetro en el orificio del cilindro de aluminio, se ponen unas gotas de agua en el mismo, para mejorar el paso del calor. Se inserta el termómetro en el orificio, se mide la temperatura inicial y se anota en una tabla de valores. En una serie de medidas, durante un intervalo de 10 minutos, se lee y se anota la temperatura cada 60 segundos. Se puede retirar la placa extrema trasera, se desatornilla el cilindro de aluminio y se determina su masa m con la balanza electrónica. Se puede medir el diámetro d de la superficie ennegrecida usando un pie de rey y calcular su superficie A . Se representa gráficamente, en un diagrama Temperatura frente a tiempo, $T - t$, el recalentamiento del cilindro de aluminio. Se traza una recta de regresión por medio de los puntos de medida. El aumento de la temperatura por minuto ΔT se obtiene de la pendiente de la recta anterior. La cantidad de calor Q que absorbe por minuto la superficie del cilindro de aluminio ennegrecida, se puede calcular a partir del aumento de temperatura por minuto ΔT , de la masa m del cilindro de aluminio y de la capacidad calorífica específica del aluminio c_{Al} .

$$Q = c_{Al} \cdot m \cdot \Delta T$$

La capacidad calorífica específica del aluminio es $c_{Al} = 896 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$.

Finalmente, se calcula la intensidad de radiación S —energía por unidad de superficie y tiempo (preferiblemente en $\text{J}/\text{s} \cdot \text{m}^2$)— por medio de la siguiente ecuación.

$$S = Q/A$$

Sesión 2: Física del movimiento

La experiencia consiste en grabar con un teléfono móvil el vídeo de un salto (o el movimiento que se desee). Para grabar la escena se coloca el teléfono de tal forma que se observe bien toda la trayectoria y que sea paralelo al plano del movimiento, de esta forma minimizaremos las distorsiones de la imagen.

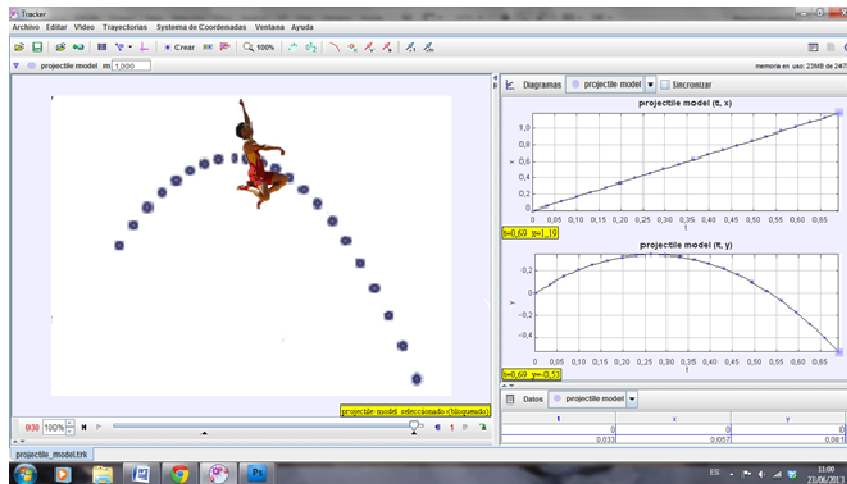
El vídeo es una sucesión de fotogramas a intervalos regulares de tiempo. Por tanto, su análisis nos permitirá trabajar con las variables espacio y tiempo. La calibración del tiempo viene proporcionada por el formato de vídeo que utilicemos, mientras que para poder calibrar la variable espacial es necesario que conozcamos el tamaño de algún objeto presente en la escena. De esta forma sabremos la relación entre píxeles en el espacio digital y metros en la realidad.

Una vez capturado el vídeo estudiaremos el movimiento con el programa *Tracker* donde podremos calcular distintos parámetros como el alcance, la altura máxima, la velocidad y aceleración en cada dirección, etc. La Figura 2.1 muestra una captura de pantalla con un

Mercedes Fernández-Alonso et ál.

ejemplo correspondiente a un tiro parabólico. El análisis de los datos obtenidos con el programa junto con el conocimiento de las fórmulas físicas que rigen el movimiento nos permitirá saber qué variables iniciales podemos cambiar (ángulo, velocidad inicial,..) para optimizar algún parámetro del movimiento (alcance, altura máxima,...).

Figura 2.1 Pantalla del programa Tracker



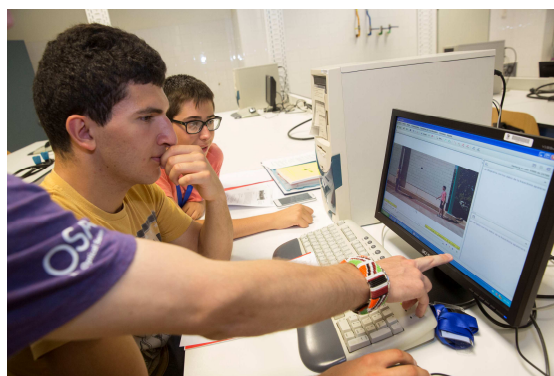
El programa *Tracker*, de libre acceso, se encuentra disponible en la página web:

<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>

Este programa forma parte de la OSP (acrónimo en inglés de *Open Source Physics*) cuya misión es difundir el uso de bibliotecas en código abierto para el cálculo de física y la física computacional. Podéis encontrar más información de esta plataforma y numerosas aplicaciones en:

<http://www.compadre.org/osp/>

Figura 2.2 Estudiantes utilizando el programa Tracker

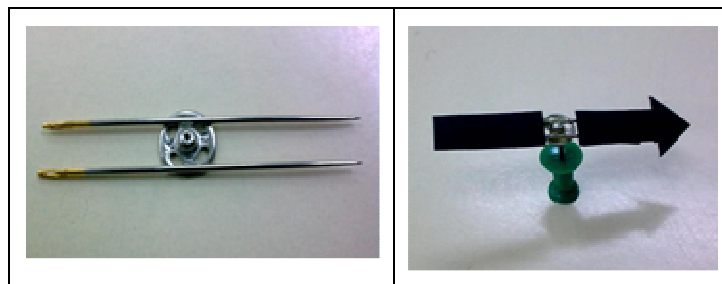


El Aula de Física en las Colonias Científicas de la Universitat Jaume I de Castelló

Sesión 3: Juguetes con imanes

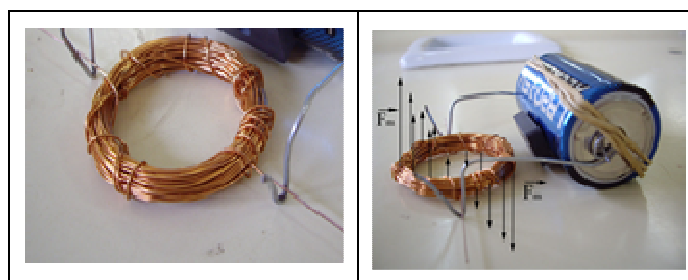
El objetivo de esta actividad es la construcción de una brújula y un motor caseros (al estilo de dos juguetes) con materiales muy sencillos y fáciles de encontrar (en ferretería, paquetería, etc.).

Figura 3.1 Construcción de una brújula



Se tiene un imán de laboratorio y se comprueba cuál es el polo norte y cuál el sur (por ejemplo, aproximándolo a una brújula comercial). Seguidamente, se ponen las dos agujas en vertical y se dan unos golpecitos con el imán (el polo sur ha de impactar con la punta afilada de la aguja). De esta manera, se rompen los dominios de la aguja y se colocan paralelos al campo magnético, consiguiendo dos imanes permanentes con el polo norte en la punta afilada de la aguja. Ta como muestra la Figura 3.1, se pegan las agujas con cola a la parte del botón con punta, dejándolo secar unos minutos. Después se recortan dos trocitos de cartulina, un para hacer la punta y el otro la cola. Seguidamente, se pegarán a las agujas y se encajará esta estructura sobre una chincheta. Si la parte móvil está desequilibrada, se recorta la punta o la cola de la flecha hasta que se consiga el equilibrio. Finalmente, se comprobará que marca el norte (ayudándose de una brújula comercial) y que tiene facilidad de giro y poco rozamiento.

Figura 3.2 Construcción de un motor magnético



Mercedes Fernández-Alonso et ál.

Con una bobina de hilo de cobre, se darán vueltas de hilo a la pila. Hay que ajustar el número de vueltas idóneas, ya que cuantas más vueltas más fuerza magnética, pero, si son muchas, se pueden doblar los extremos en los que se ha de apoyar. Se ha de dejar un trozo de hilo antes de enrollar y otro más largo al final. Con este último, se abrazarán todo el conjunto de espiras pegando unas vueltas, tal como se muestra en la Figura 3.2, hasta colocarlo en la posición inicial. Seguidamente, se insertarán los dos extremos sueltos por el medio de las espiras de la bobina para que quede equilibrada. Para finalizar, se han de pulir los extremos solamente por un lado. Con unos alicates se cortarán dos trozos de alambre y se les dará la forma de gancho que se ve también en la figura anterior. Utilizando una goma elástica se sujetarán a los extremos de pila. Finalmente, se coloca el imán (sujetándolo con cinta adhesiva) y las espiras sobre los ganchos, teniendo cuidado de que las espiras tengan los extremos bien alineados. Y, dando un pequeño impulso a las bobinas, a rodar!

Figura 3.3 Construyendo los juguetes con imanes



Sesión 4: Aprovechemos la energía que nos viene del Sol

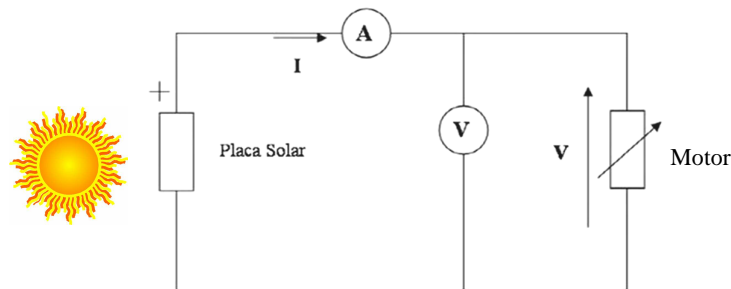
En la experiencia se utiliza un motor para elevar una masa y las placas fotovoltaicas que suministran la energía eléctrica para ello, todo ensamblado según muestra el esquema del circuito de la Figura 4.1, donde aparecen intercalados un voltímetro **V** y un amperímetro **A**. Hay que fijar el motor a una mesa de un metro de alto, aproximadamente, y atar un hilo al eje del motor, asegurándose que el hilo puede llegar al suelo.

1. Se ha de pesar la masa que se va a elevar (e.g., 100 g; y se pueden utilizar varias masas).

- Se engancha la masa en el extremo del hilo opuesto al que está atado al eje del motor.
- Hay que medir la distancia que la masa se eleva y calcular el trabajo que se realiza al elevarla esa distancia.

El Aula de Física en las Colonias Científicas de la Universitat Jaume I de Castelló

Figura 4.1 Montaje placa solar – motor



2. Se han de conectar los terminales del cableado del motor a la salida de los terminales de las placas fotovoltaicas.
3. También se han de conectar los terminales del voltímetro **V** a los terminales rojo y negro de las placas solares, respetando los colores.
4. En el amperímetro **A** se mide la intensidad de salida consumida por el motor mientras eleva la masa. Y también se controla la tensión o voltaje de salida al motor con el voltímetro **V**. Con la potencia de entrada al motor, multiplicada por el tiempo que tarda en elevar la masa se calcula la energía eléctrica utilizada por el motor (energía absorbida para levantar la masa).
5. Entonces ya se calcula el rendimiento del motor: $\kappa = \text{Trabajo realizado} / \text{Energía utilizada}$.
6. Se pueden elevar diferentes masas (e.g., 20, 40, 60, 80, 100, 120 y 140 g) para estudiar el comportamiento del motor a partir de la representación gráfica del rendimiento en función de la masa.

Sesión 5: Del ultravioleta al infrarrojo

En este experimento se describen algunas propiedades de la luz visible y de la luz no tan visible.

Se observará cómo con la luz ultravioleta (UV), que se sabe que nos hemos de proteger de ella cuando nos bronceamos al sol, se consiguen efectos inesperados sobre algunos objetos (minerales, líquidos, billetes de euro, etc.).

También, con la ayuda de una “webcam” que ha sido manipulada previamente, se describe cómo utilizar la luz infrarroja (IR) para ejercer de espías.

Mercedes Fernández-Alonso et ál.

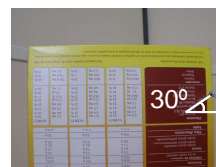
Se aprenderá como funciona un espectrómetro, un dispositivo para conocer las diferentes componentes espectrales (los diferentes colores) presentes en la luz. Se trabajará con un espectrómetro profesional y se construirá y se probará un espectrómetro casero.

Tabla 5.1. Cómo construir un espectrómetro casero

Se siguen las instrucciones de Andrew Steele, de la Universidad de Oxford: Se mira el vídeo, leyendo estas instrucciones, y se discute el procedimiento antes de comenzarlo.

<http://www2.physics.ox.ac.uk/lab-camera-action/make-your-own-cd-spectrometer>

1. Se coge una caja vacía de cereales y se realiza un pequeño corte con un ángulo de 30° respecto a la base de la caja. Se ha de razonar de qué manera se puede dibujar este ángulo. Ver cómo puede ayudar en este diseño alguna función trigonométrica.



2. Se recupera un CD viejo y, con la cara reflectante hacia arriba, se introduce en el corte que se ha hecho.



3. Se corta una rendija en la cara opuesta a aquella en la que se ha introducido el CD. Se puede conseguir una rendija de mejor calidad con la ayuda de papel de aluminio, o con dos cuchillas de afeitar (lo cual implica manipularlas con mucha precaución!)



4. Se recorta una ventana en la parte superior de la caja, para observar la luz que entra por la rendija, se refleja en el CD y se dispersa. Es decir, cada color (cada longitud de onda) seguirá un camino diferente a partir del CD, y se verán las diferentes componentes espectrales de la luz (cada color) separadas físicamente.



Ahora ya se pueden observar los espectros de las fuentes de luz que están alrededor (bombillas convencionales, tubos fluorescentes, halógenos). Hay que tener precaución con las fuentes de luz muy intensas porque son peligrosas! No se ha de probar el espectrómetro con un puntero láser!

El Aula de Física en las Colonias Científicas de la Universitat Jaume I de Castelló

Conclusiones

En el Aula de Física de las Colonias Científicas de la Universitat Jaume I de Castelló se han buscado nuevas sensaciones para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, aunque parezca que solamente están jugando y disfrutando, el aprendizaje también se produce. O sea, es destacable que la adquisición de conocimientos se produce de manera lúdica y divertida. Los estudiantes han encontrado las respuestas a preguntas sobre determinados fenómenos ocurridos en la vida cotidiana, aprendiendo los contenidos conceptuales relacionados con esos fenómenos. Esta experiencia la han valorado muy positivamente y les ha resultado enriquecedora, tanto en lo formativo como en lo personal. El Grupo de Innovación Educativa en la Enseñanza y Divulgación de la Física de la Universitat Jaume I de Castelló considera que se deberían plantear iniciativas similares para estudiantes de edades más tempranas y así intentar despertar más vocaciones hacia estudios de carácter científico y tecnológico.

Agradecimientos

Los autores, que forman parte del Grupo de Innovación Educativa en la Enseñanza y Divulgación de la Física, agradecen el apoyo recibido por la *Unitat de Suport Educatiu* de la Universitat Jaume I de Castelló. También agradecen al Vicerrectorado de Cultura e Igualdad de la Universitat de València su apoyo para la constitución de la *Red Valenciana de Innovación Educativa en Óptica*, constituida por tres grupos pertenecientes a la Universitat de València, la Universitat Jaume I de Castelló y la Universitat Politècnica de València, respectivamente.

Referencias

Ferrer-Roca C., Andrés M. V., Pons-Martí A. (2013). *El Aula de Física Experimenta de la Universidad de Valencia*. Revista Española de Física v. 27, n. 1, 68-71 pp.

Martínez-León L., Fernández-Alonso M., Lancis J., Tajahuerce E., Mínguez-Vega G., Alós-Valls H., Durán V., Climent V., Sanchis-Ferriols N., Pérez-Vizcaíno J., Clemente P., Mendoza-Yero O. (2013). *Focusing on people's curiosity: Science popularization through experiments and demonstrations on Optics for a variety of audiences*. INTED2013 Conference. Valencia. 678-683 pp.

Richard E. B. (2012). *Resource Letter PhD-2: Physics Demonstrations*. Am. J. Phys. v. 80, n. 3. AAPT. 181-191 pp.

<http://www.scienceinschool.org>.

<http://coloniascientificas.uji.es>.

TEMÁTICA 8

NUEVAS TECNOLOGÍAS

APLICADAS A LAS ENSEÑANZAS TÉCNICAS

- Experiencias educativas basadas en las TIC: blended learning, °ip -teaching, mobile learning, etc.
- Laboratorios virtuales
- Objetos y módulos de aprendizaje
- Plataformas educativas



Utilización de recursos software y mini-videos docentes como herramientas didácticas en asignaturas de ingeniería industrial

Susana Lucas Yagüe^a, M^a Teresa García Cubero^a, Mónica Coca Sanz^a, Gerardo González Benito^a, Asunción Garrido Casado^b, Ángel Cartón López^a, Miguel Ángel Urueña Alonso^a

^aC/ Doctor Mergelina s/n, 47011-Valladolid. Escuela de Ingeniería Industriales, Universidad de Valladolid, 983 18 40 74, susana@iq.uva.es, ^bInstituto de Enseñanza Secundaria Emilio Ferrari, Valladolid

Abstract

Educational software resources, among which include modular teaching mini-videos (MTM), have been used as tools for teaching and learning in bachelor and master courses in Industrial Engineering. They have been applied in Introduction to Chemical Engineering subject (Chemical Engineering Bachelor), Complementary Formation in Chemical Engineering and Thermofluids (Industrial Engineering Master) and Engineering Thermodynamics (Energy Master). The proposed educational innovation is based on the design and implementation of mini-videos in mentioned disciplines, using "Explain Everything" as software for creating and processing videos. Moreover, free online computing resources to support classroom teaching has been used: The Expert System for Thermodynamics <http://www.thermofluids.net/> and Educational Resources for Chemical Engineers (<http://www.learncheme.com>).

The study was completed with the assessment of learning outcomes by employing specific rubric created with the module EvalCOMIX with Moodle and opinion questionnaires. The MTMs, based on simple slides of short duration, and other computing resources (computing applications online, flash presentations, collections of solved problems, self-study questionnaires, etc.) have demonstrated to be effective learning strategies that facilitate the assimilation and understanding of theoretical contents and provide support to classical classroom teaching.

Keywords: Modular teaching mini-videos, educational computing resources, rubrics, EvalCOMIX, Moodle, Industrial Engineering.

Utilización de recursos software y mini-videos docentes como herramientas didácticas en asignaturas de ingeniería industrial

Resumen

Los recursos software educativos, entre los que se incluyen los mini-videos docentes modulares (MDM), se han empleado como herramientas de enseñanza-aprendizaje en asignaturas de grado y master en Ingenierías Industriales. Se han aplicado en Introducción a la Ingeniería Química (Grado en Ingeniería Química), Formación Complementaria en Ingeniería Química y Termodinámica (Máster Oficial en Ingeniería Industrial) e Ingeniería Termodinámica (Máster en Energía). La innovación educativa planteada se ha basado en el diseño y aplicación de mini-videos docentes en estas disciplinas, empleando como software para la elaboración y edición de los videos docentes "Explain Everything". Además se han utilizado recursos informáticos de libre distribución como apoyo a la docencia presencial: The Expert System for Thermodynamics (<http://www.thermofluids.net/>) y recursos educativos de interés en el ámbito de la Ingeniería Química (<http://www.learncheme.com/>).

El estudio se ha completado con la evaluación de los resultados de aprendizaje mediante el empleo de rúbricas de evaluación con EvalCOMIX de Moodle y cuestionarios de opinión. Los MDM, de corta duración y basados en transparencias minimalistas, así como otros recursos informáticos (aplicaciones de cálculo online, presentaciones flash, colecciones de problemas resueltos, cuestionarios de autoaprendizaje, etc.) han demostrado ser estrategias efectivas de aprendizaje que facilitan la asimilación y comprensión de contenidos y sirven de importante apoyo a la docencia presencial.

Palabras clave: *Mini-videos docentes, recursos software educativos, rúbricas de evaluación, EvalCOMIX, Moodle, Ingenierías industriales.*

Introducción

Los Objetos de Aprendizaje son recursos digitales y basados en la web que pueden ser empleados y reutilizados como apoyo a la docencia presencial (aprendizaje híbrido). El concepto de Objeto de Aprendizaje ha tenido varias denominaciones, que incluyen: Asset, objetos de contenido (content objects), objetos educativos (educational objects), objetos informativos (information objects), objetos de conocimiento (knowledge objects), recursos educativos (learning resource), objetos multimedia (media objects), contenido multimedia en bruto o crudo (Raw Media Element), objetos informativos reutilizables (reusable information objects), objetos de aprendizaje reutilizables (reusable learning objects), unidad de aprendizaje (unit of learning) y unidad de estudio (unit of study). Wiley (2002) describe los

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Urueña Alonso

Objetos de Aprendizaje como "cualquier recurso digital que puede ser reutilizado para facilitar el aprendizaje". Dentro de estos recursos digitales se pueden incluir imágenes, videos pregrabados, pequeñas porciones de texto, animaciones, aplicaciones web, o incluso páginas web completas que combinen texto, imágenes y otros medios de comunicación.

En los últimos años se ha potenciado la creación y uso de los minivideos docentes modulares (MDM) o píldoras de aprendizaje. Se definen como pequeñas unidades de formación accesibles en Internet para los alumnos, que sintetizan contenidos fundamentales de la asignatura. Ésta píldoras, que se caracterizan por su corta duración (5-10 minutos) y que están basadas en transparencias minimalistas, permiten comprender un concepto, un fenómeno, o una práctica. La ventaja de esta herramienta de aprendizaje es que los alumnos pueden disponer de ella siempre que lo necesiten y en cualquier lugar pudiéndose descargar de forma fácil y reproducirse desde cualquier dispositivo multimedia portátil.

Los ambientes de aprendizaje enriquecidos con Objetos de Aprendizaje cumplen un papel muy importante en la enseñanza de cualquier disciplina y en especial en aquellas de carácter aplicado entre las que se incluyen las ingenierías del ámbito industrial. Estos ambientes interactivos permiten complementar otras formas de aprendizaje utilizadas en el aula de clase, mejorar la comprensión de conceptos difíciles de entender a simple vista, simplificar la resolución de problemas complejos, calcular de forma sencilla propiedades, simular el comportamiento de diferentes procesos, etc.

En este sentido, y centrándonos en el caso concreto de la Ingeniería Química, existe una gran cantidad de recursos educativos relacionados con esta rama de la ingeniería (transferencia de materia, transmisión de calor, termodinámica, flujo de fluidos, operaciones de separación, cinética, reactores, modelado y simulación de procesos, etc.). Dentro de estos recursos software existen algunos disponibles para todo el mundo de forma libre y gratuita a través de Internet, y otros son proporcionados por casas comerciales exigiendo un coste para su adquisición y pago de licencias de uso. El desembolso que suponen estos últimos en muchas ocasiones es difícilmente justificable para su utilización en el ámbito académico, aunque a veces suministran versiones de evaluación que pueden emplearse de forma parcial y con restricciones en cuanto a las funcionalidades que proporcionan, pero que pueden ser suficientes para su utilización a nivel académico.

En este trabajo se presentan los resultados de la utilización de algunos recursos software empleados en asignaturas de grado y máster en ingenierías industriales, en el área de conocimiento de Ingeniería Química. Algunos de estos recursos informáticos corresponden a software libre proporcionado por diferentes universidades de referencia en el ámbito de la Ingeniería Química (LearnChemE, www.learncheme.com; TEST, www.thermofluids.net) y otros recursos, como son los mini-videos docentes modulares (MDM), creados por los propios docentes de la asignatura en función de sus necesidades académicas.

Utilización de recursos software y mini-videos docentes como herramientas didácticas en asignaturas de ingeniería industrial

En la actualidad son varios los autores que investigan la aplicación de software educativo para mejorar el proceso de aprendizaje (Kimovski et al., 2003, Letón et al., 2007, Selmer et al., 2007, García y Gracia, 2008, Letón et al., 2009, Letón et al., 2012); sin embargo, no hay muchos estudios sobre la utilización de recursos software de conocimiento en el área de Ingeniería Química (Valderrama et al., 2009, Maceiras et al., 2010), de ahí el interés del presente trabajo.

Objetivos

Los mini-videos docentes modulares (MDM) y otros recursos de libre distribución propios del área de conocimiento de Ingeniería Química (calculadoras on-line, presentaciones flash, problemas resueltos, cuestionarios de autoaprendizaje) se han empleado como herramientas de enseñanza-aprendizaje de conceptos teóricos fundamentales y de determinadas competencias de tipo transversal en diferentes asignaturas de grado y master en Ingenierías Industriales.

En este primer cuatrimestre se han aplicado en las asignaturas Introducción a la Ingeniería Química (IIQ, 3^{er} curso de Grado en Ingeniería Química) y Formación Complementaria en Ingeniería Química y Termofluidos (FCIQTF, Máster Oficial en Ingeniería Industrial) e Ingeniería Termodinámica (IT, Máster en Energía).

La innovación educativa planteada se ha desarrollado en tres etapas:

1. Selección de asignaturas que presenten un bloque de contenidos común. En el caso planteado las disciplinas planteadas presentan módulos comunes de conocimiento. Los contenidos propios de Ingeniería de la Reacción Química se abordan en IIQ y FCIQTF y los de Ingeniería Termodinámica en FCIQTF e IT
2. Diseño y aplicación de los mini-videos docentes modulares y otros recursos informáticos educativos en las asignaturas seleccionadas. Se ha utilizado el software Explain Everything para la elaboración y edición de los videos docentes de propia elaboración
3. Evaluación de los resultados de aprendizaje. Se ha elaborado una rúbrica de evaluación con EvalCOMIX de Moodle para la evaluación de minivideos docentes y un cuestionario de opinión para valorar de forma global el uso de recursos software educativos como apoyo a la docencia presencial

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Urueña Alonso

Descripción de la Experiencia

En este trabajo se describe la experiencia y los resultados de utilización de recursos software educativos, entre los que se incluyen los minivideos docentes de propia elaboración, en diferentes asignaturas de grado y máster en ingenierías del ámbito industrial.

Contextualización de las asignaturas

Se han seleccionado tres asignaturas del ámbito de las Ingenierías Industriales para aplicar determinados recursos software educativos, entre los que se incluyen las píldoras de aprendizaje, como nueva estrategia de innovación docente. Las asignaturas seleccionadas han sido: Introducción a la Ingeniería Química (IIQ, Grado en Ingeniería Química, obligatoria de tercer curso de 6 ECTS, 42 alumnos matriculados) y Formación Complementaria en Ingeniería Química y Termofluidos (FCIQTF, Máster Oficial en Ingeniería Industrial, 6 ECTS, 20 alumnos matriculados) e Ingeniería Termodinámica (IT, Máster en Energía, 6 ECTS, 8 alumnos matriculados).

Minivideos docentes

Las asignaturas IIQ y FCIQTF presentan como competencia específica común la adquisición de conocimientos propios de Ingeniería de la Reacción Química.

Dentro de los contenidos del bloque de Ingeniería de la Reacción Química se incluye como parte destacada el estudio de los reactores continuos. Por ello se ha diseñado un minivideo docente para explicar los fundamentos de un Reactor Continuo de Tanque Agitado (RCTA): definición, aplicaciones y resolución del balance de materia que permite obtener la ecuación de diseño del reactor. Además el video incluye un ejemplo corto de aplicación de la ecuación de diseño para el cálculo del volumen del reactor. La duración del video es de aproximadamente 7 minutos (3 minutos de fundamento teórico del reactor + 4 minutos de resolución de ejemplo práctico).

Para el diseño y la edición del minivideo docente del “Reactor Continuo de Tanque Agitado” se ha utilizado la aplicación para iPad “Explain Everything”. Explain Everything es una herramienta de grabación de pantalla y pizarra electrónica e interactiva con un diseño fácil de usar, que permite al usuario hacer notas, crear animaciones, narraciones, así como importar y exportar casi cualquier cosa desde y hacia casi cualquier lugar. En este caso el minivideo docente ha sido creado a partir de transparencias minimalistas preparadas con Power Point y completado y grabado durante la propia sesión presencial. Posteriormente el minivideo elaborado ha sido exportado y colgado en el curso virtual Moodle de ambas asignaturas.

En la Figura 1 se muestran dos pantallas del minivideo diseñado con el software Explain Everything.

Utilización de recursos software y mini-videos docentes como herramientas didácticas en asignaturas de ingeniería industrial

Figura 1. Minivideo docente de un Reactor Continuo de Tanque Agitado.
(a) Fundamentos (b) Ejemplo aplicado

Reactor Continuo de Tanque Agitado (RCTA/CSTR)

- **Muy empleado** en los procesos industriales (reacciones en fase líquida o con sólidos en suspensión; r. lentas con τ elevados; r sensibles a T)
- **Reactor agitado** que opera de forma **continua** (flujo de entrada de reactivos y salida de productos)
- Se asume que está **perfectamente mezclado (MP)** por lo que no existen variaciones espaciales de C, T, ... y éstas variables tienen el mismo valor en cualquier punto del interior que a la salida
- Normalmente opera en **régimen estacionario**
- Sencillo control de la temperatura (mezcla rápida)
- Mayor uniformidad de los productos de reacción
- Si X completa → No etapas de separación

Ejemplo RCTA

En un reactor continuo de tanque agitado se produce la reacción en fase líquida $A + B \rightarrow C$, para la cual la constante cinética es $k = 10^{11} \cdot \exp(-7000/T)$ L/mol·h. Si el reactor se alimenta con 100 L/h de una mezcla de ambos reactivos ($C_{A0} = 2.5$ mol/L; $C_{B0} = 3.5$ mol/L), opera en condiciones isotérmicas a 60°C y se desea alcanzar una conversión del reactivo limitante del 95%, determinar el volumen de reactor necesario.

Ecuación diseño RCTA

$$\tau = \frac{V}{\dot{V}} = \frac{C_{A0} - C_A}{-r_A}$$

DATOS

$C_{A0} = 2.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$X_A = 0.95$
$C_{B0} = 3.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$	$k = 10^{11} \exp(-7000/T) \text{ L/mol}\cdot\text{h} \rightarrow \text{ORDEN } 2$
$\dot{V} = 100 \text{ L/h}$	$r = k \cdot C_A \cdot C_B$

Slide 3 de 4 00:02:47

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Urueña Alonso

Otros recursos software

Las asignaturas FCIQTF e IT presentan como competencia específica común la adquisición de conocimientos propios de Ingeniería Termodinámica.

Dentro de los contenidos del bloque de Ingeniería Termodinámica se incluye como parte destacada el estudio de los ciclos termodinámicos de potencia y refrigeración.

En Internet existen multitud de recursos software gratuitos en el ámbito de la Ingeniería Química y en concreto en algunas de sus áreas de estudio como la Termodinámica Aplicada. Entre ellos destacan LearnChem: Educational Resources for Chemical Engineers de la Universidad de Colorado (<http://www.learncheme.com/>). Esta web se organiza en tres apartados básicos:

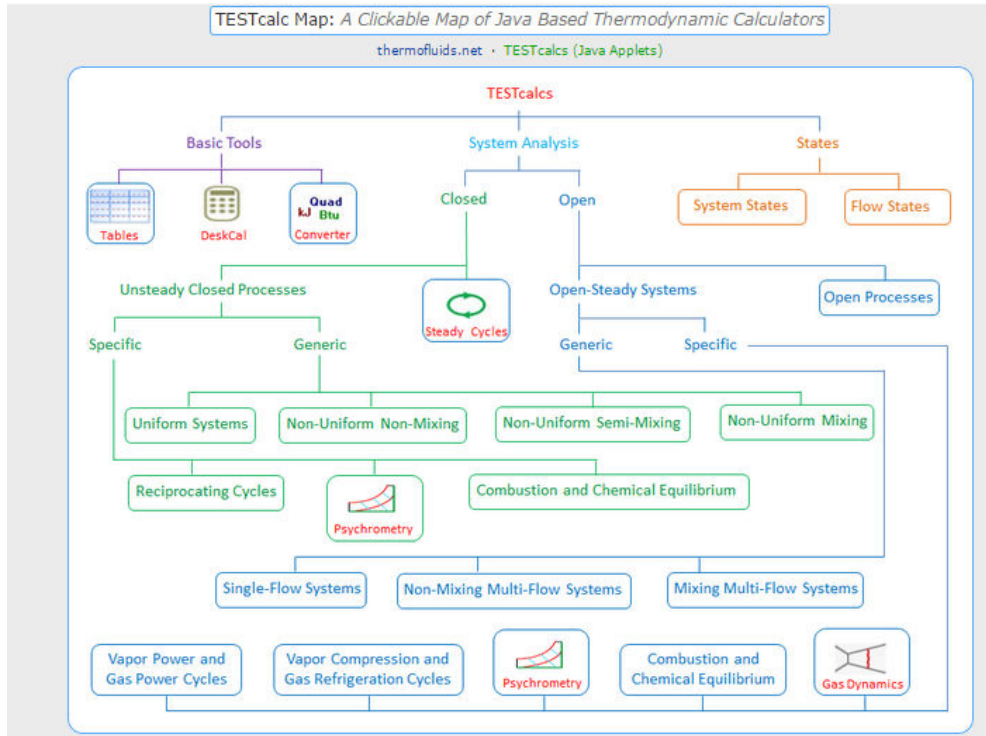
1. Capturas de pantalla “Sreencasts”: Se trata de minivideos de corta duración organizados por temas que recogen ejemplos de problemas resueltos, explicaciones breves de conceptos clave, descripciones de diagramas, etc.
2. Simulaciones interactivas “Interactive simulations”: Son simulaciones dinámicas basadas en el software Wolfram Mathematica que permiten analizar de forma instantánea el efecto de determinadas variables de entrada sobre una variable de salida deseada
3. Recursos de aprendizaje “Instructor resources”: Son cuestionarios elaborados con preguntas cualitativas para que los alumnos afiancen determinados contenidos teórico-aplicados

Otra herramienta web destacada en el campo de la Termodinámica Aplicada es T.E.S.T, cuya utilización se considera muy adecuada para las asignaturas propuestas. The Expert System for Thermodynamics (T.E.S.T.) es un software puesto a disposición para fines académicos por el profesor S. Bhattacharjee (Universidad de San Diego) a través de Internet (<http://www.thermofluids.net/>), basado en la tecnología applets de Java y únicamente requiere tener instalada la máquina virtual de Java para utilizarlo a través de un navegador.

T.E.S.T. está basado en “calculadoras termodinámicas” que automatizan los cálculos relativos a diferentes contenidos abordados en la asignatura (ver Figura 2): Evaluación de propiedades, análisis termodinámico de sistemas cerrados y abiertos, ciclos de potencia de gas y vapor, refrigeración, o psicometría, entre otros.

Utilización de recursos software y mini-videos docentes como herramientas didácticas en asignaturas de ingeniería industrial

Figura 2. Calculadoras termodinámicas ofrecidas por T.E.S.T.



Estas “calculadoras” especializadas resuelven un modelo o proceso termodinámico concreto y devuelven un buen número de propiedades de las sustancias que intervienen en el sistema; proporcionan una gran flexibilidad en cuanto a los parámetros suministrados y las incógnitas a resolver, y presentan los resultados de forma tabular y/o gráfica. En la Figura 3 se muestra como ejemplo la calculadora “Refrigeración basada en Ciclo de Gas”.

La aplicación tiene un carácter fuertemente didáctico y éste se pone de manifiesto en el gran número de ejemplos y animaciones flash que proporciona (ver Figura 4 como ejemplo), y que aclaran los principales conceptos de la Termodinámica Aplicada.

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Urueña Alonso

Figura 3. Calculadora T.E.S.T. para la Refrigeración basada en Ciclo Gas

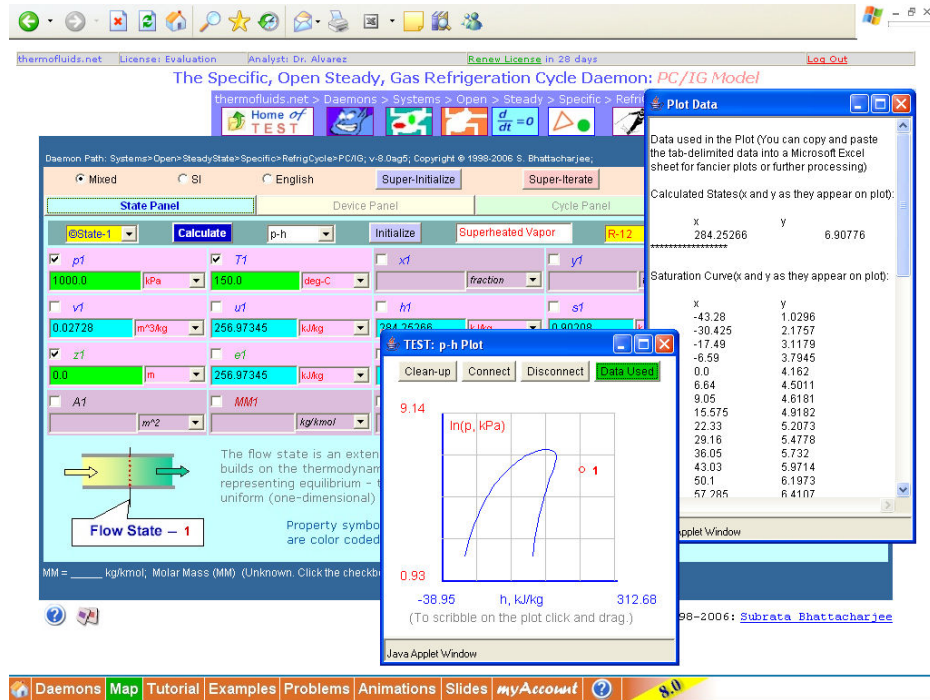
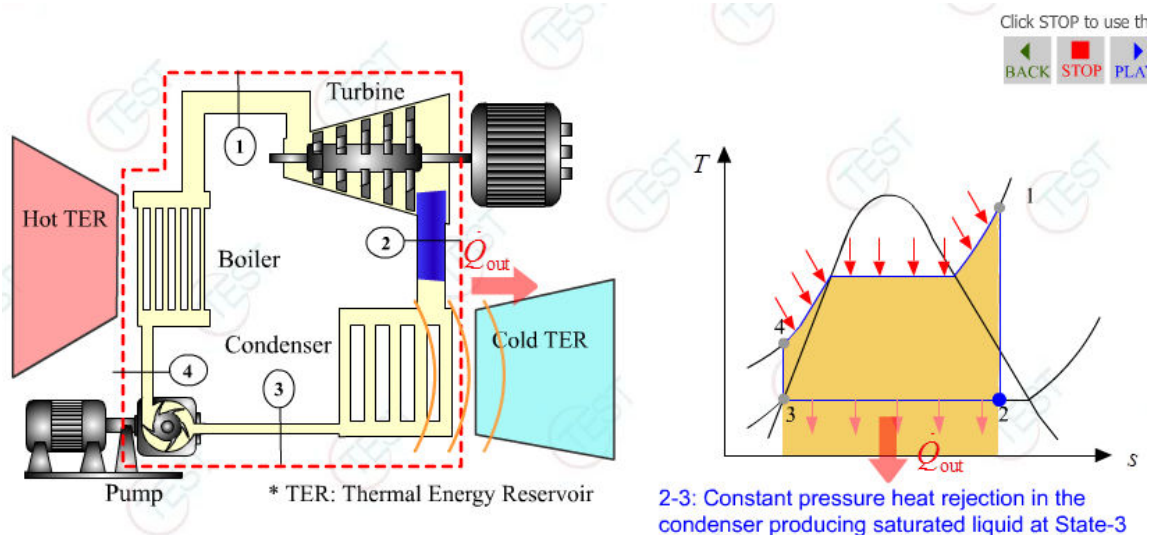


Figura 4. Animación relativa a un ciclo de Rankine de potencia de vapor



Utilización de recursos software y mini-videos docentes como herramientas didácticas en asignaturas de ingeniería industrial

Resultados

Evaluación de minivideos docentes con EvalCOMIX de Moodle

Con la finalidad de evaluar la utilidad de los minivideos docentes se ha diseñado una rúbrica de evaluación con el servicio web EvalCOMIX de Moodle.

La herramienta EvalCOMIX permite la realización de dos grupos de actividades. En primer lugar, el diseño y gestión de instrumentos de evaluación. Los posibles tipos de instrumentos son: Escala de valoración, Escala de valoración + Lista de control, Lista de control, Rúbrica, Diferencial semántico y Herramienta mixta (Ibarra et al., 2010). En segundo lugar, y de forma integrada con un entorno e-learning (en este caso Moodle), EvalCOMIX permite que dichos instrumentos puedan ser utilizados en el momento de proceder a la evaluación. Las modalidades de evaluación que contempla EvalCOMIX son: evaluación del profesorado, evaluación del alumnado, autoevaluación del estudiante y evaluación entre iguales.

En la Figura 5 se muestra la rúbrica de evaluación construida por el profesor con el módulo EvalCOMIX de Moodle. Esta herramienta de evaluación ha sido diseñada para que los alumnos evalúen diferentes aspectos de los mini-videos docentes entre los que se incluyen el grado de definición de los objetivos didácticos, la organización del contenido, el diseño, la duración, la utilidad y la motivación. La escala de valoración se ha establecido en cuatro niveles: excelente (9-10), muy bien (7-8), bien (5-6) y mejorable (0-4).

A partir del análisis de los resultados obtenidos de las rúbricas de evaluación de los minivideos docentes (50 respuestas de 62 alumnos que formaron parte de la experiencia) se puede concluir que un 77% del alumnado considera que los objetivos didácticos que se pretenden lograr con el minivideo docente están bien definidos, son concretos y se ajustan bien al programa de la asignatura (calificación 7-10). El 83% considera que la organización del contenido ha sido adecuada, los contenidos expuestos se ajustan al programa de la asignatura y al nivel del alumnado y están bien estructurados y son claros (calificación 7-10). Los estudiantes valoran positivamente la duración del video y la utilidad del mismo. Un 90% del alumnado considera que la duración del video se ajusta a la densidad de la información mostrada y permite mantener el nivel de atención de los estudiantes (calificación 7-10). Por otro lado el 90% también opinan que el material presentado en el video simplifica el aprendizaje significativo de los contenidos en él expuestos y que sirve de material útil de apoyo a la docencia presencial.

Por otro lado los estudiantes son más críticos en lo referido al diseño y la motivación. El 29% considera que el video no resulta demasiado atractivo y que las imágenes, textos y gráficos podrían mejorarse (calificación de 0-6). El 38% considera el video como poco motivador ya que facilita en cierta medida el conocimiento de un contenido nuevo y no ayuda en exceso a establecer relaciones con otros temas (calificación de 0-6).

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Urueña Alonso

Cuestionario de opinión

Con la finalidad de valorar los resultados de la aplicación de todos los recursos software educativos empleados se elaboró un cuestionario de opinión que cumplimentaron los alumnos al finalizar la experiencia.

Los resultados, obtenidos a partir de las encuestas de opinión, reflejan que todos los estudiantes valoran la experiencia de utilización de minivideos docentes de forma positiva. Consideran que los MDM son útiles porque permiten simplificar el aprendizaje de un contenido nuevo y valoran la integración en un mismo video de la componente teórica (fundamentos de un reactor continuo de tanque agitado) con el ejemplo práctico de resolución de problemas. También consideran muy útil tener disponible la información del minivideo en cualquier lugar y en cualquier momento. Reconocen que los minivideos de elaboración propia se ajustan mejor a las necesidades docentes, son videos hechos a la carta, pero reconocen que los proporcionados en las webs de universidades de reconocido prestigio en el ámbito de Ingeniería están muy bien elaborados en fondo y forma.

En lo referido a los otros recursos software empleados (presentaciones flash, cuestionarios de autoevaluación, calculadoras termodinámicas, etc.), los consideran muy útiles y didácticos. Les resultan de utilidad para afianzar determinados contenidos teóricos de las asignaturas y les facilitan en algunos casos la resolución de los problemas (p.e. cálculo de propiedades). Valoran especialmente la utilidad de las presentaciones flash y las colecciones de problemas resueltos.

Por su parte el profesor considera que los minivideos docentes son una herramienta de aprendizaje muy útil como apoyo a la docencia presencial. Permiten que el alumno conozca de forma simplificada los fundamentos y a la vez la vertiente aplicada de los mismos. Además la creación de los minivideos resulta positiva para el propio docente puesto que le exige una importante labor previa de organización y selección de contenidos y síntesis de los mismos. Coincide con los estudiantes en que uno de los aspectos a mejorar es el diseño del minivideo. En lo referente a los otros recursos web empleados considera que son muy útiles para afianzar determinados contenidos teóricos. Además las colecciones de problemas resueltos y los cuestionarios de autoaprendizaje les permiten realizar un entrenamiento previo de cara a la preparación del examen final.

Utilización de recursos software y mini-videos docentes como herramientas didácticas en asignaturas de ingeniería industrial

Conclusiones

En este trabajo se muestran los resultados de la aplicación de los minivideos docentes y otros recursos software educativos como objetos innovadores de aprendizaje y apoyo a la docencia presencial. Se han aplicado de forma exitosa en asignaturas del ámbito de la ingeniería industrial en la Universidad de Valladolid.

Se ha creado un minivideo docente modular, con el software Explain Everything”, en el que se explica el fundamento y la aplicación de un reactor continuo de tanque agitado. El contenido abordado en el minivideo, que se incluye en la competencia específica “Adquisición de conocimientos en Ingeniería de la Reacción Química”, se ha aplicado en las asignaturas: Introducción a la Ingeniería Química (Grado en Ingeniería Química) y Formación Complementaria en Ingeniería Química y Termofluidos (Máster en Ingeniero Industrial).

Por otro lado, se han utilizado otros recursos informáticos de libre distribución como apoyo a la docencia presencial: The Expert System for Thermodynamics (<http://www.thermofluids.net/>) y recursos educativos de interés en el ámbito de la Ingeniería Química (<http://www.learncheme.com/>). Éstos últimos se han aplicado en las asignaturas Formación Complementaria en Ingeniería Química y Termofluidos (Máster en Ingeniero Industrial) e Ingeniería Termodinámica (Máster en Energía), que presentan como competencia específica común la adquisición de conocimientos propios de Ingeniería Termodinámica.

Con la finalidad de evaluar la utilidad de estas nuevas herramientas de aprendizaje se ha diseñado una rúbrica de evaluación de minivideos docente construida con EvalCOMIX de Moodle que ha sido cumplimentada por los estudiantes junto con un encuesta de opinión. A partir del análisis de los resultados obtenidos con estos dos instrumentos de evaluación se puede señalar que los estudiantes valoran de forma muy positiva la experiencia de utilización de minivideos docentes y otros recursos software, reconocen que éstos son útiles porque permiten simplificar el aprendizaje de un contenido nuevo, valoran la integración de las componentes teórico y aplicadas y destacan el carácter reutilizable de la información. Por su parte el profesor considera que estas nuevas herramientas de aprendizaje son muy útiles como apoyo a la docencia presencial ya que facilitan la comprensión y asimilación de un contenido nuevo, promueven el aprendizaje autónomo y motivan al estudiante en su proceso de aprendizaje.

S. Lucas Yagüe, M.T. García Cubero, M. Coca Sanz, G. González Benito, A. Garrido Casado, Á. Cartón López, M.Á. Urueña Alonso

Referencias

- García, I., Gracia, J.A. (2008). Methodology Based on Effective Practices to Develop Educational Software. *Computación y Sistemas*, 11 (4) 313-322
- Ibarra, M.S., Cabeza, D., León, A.R., Rodríguez, G., Gómez, M.A., Gallego, B., Quesada, V., Cubero, J. (2010). RED, Revista de Educación a Distancia. EvalCOMIX en Moodle: Un medio para favorecer la participación de los estudiantes en la e-Evaluación. Número especial dedicado a SPDECE. Disponible on-line: <http://www.um.es/ead/red/24/>
- Kimovski, G., Trajkovic, V., Davcev, D. (2003). Negotiation-based Multi-agent Resource Management in Distance Education. Proceedings of the IASTED International Conference, Computers and Advanced Technology in Education, Rhodes, Greece
- LearnChemE: Educational Resources for Chemical Engineers de la Universidad de Colorado (<http://www.learncheme.com/>).
- Letón, E., Durbán, M., Cascos, I., Torrente, A. (2007). Vídeos docentes como estímulo a la evaluación continua. *Mathematical e-learning. Universitat Oberta Catalunya*, 2007, 356-359. Disponible on-line: http://www.ia.uned.es/minivideos/publicaciones/2007_mel_videos.pdf
- Letón, E., Durbán, M., D'Auria, B., Lee, D.J. (2009). Self learning minivideos through Internet and mobile telephones: a help to the student in the Bologna process. *EDULEARN 2009*. Disponible on-line: http://www.ia.uned.es/minivideos/publicaciones/2009_edulearn_698.pdf
- Letón, E., García Saiz, T., Gómez del Río, M.I., Jordano, M., Luque, M., Rodríguez Ascaso, A., Molanes López, E.M., Prieto Mazaira, A., Quintana Frías, I., de Santos Sierra, D. (2012). Semi-presencialidad real mediante mini-videos docentes modulares. I Jornadas Internacionales de Innovación Docente Universitaria en entornos de aprendizaje enriquecidos. Disponible on-line: http://www.ia.uned.es/minivideos/publicaciones/2012_V_RID_corto_el_etat.pdf
- Maceiras, R., Cancela, A., Goyanes, V. (2010). Aplicación de Nuevas Tecnologías en la Docencia Universitaria. *Formación Universitaria* Vol. 3(1), 21-26
- Selmer, A., Kraft, M., Moros, R., Colton, C.K. (2007). Weblabs in chemical engineering education. *Trans IChemE, Part D, Education for Chemical Engineers*, 2, 38-45
- TEST: The Expert System for Thermodynamics (T.E.S.T.). Universidad de San Diego. (<http://www.thermofluids.net/>)
- Valderrama, J.O., Sánchez, A., Urrejola, S. (2009). Colaboración Académica Internacional en Tecnologías de la Información y Docencia Virtual. *Formación Universitaria*, 2(6), 3-13
- Wiley, D.A. (2009). Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy In *The instructional use of learning objects*, D.A. Wiley (Ed.)

Metodología “Flipped classroom” para el aprendizaje de software de diseño en las asignaturas de grado en ingeniería mecánica

Rubén Lostado Lorza^a, Marina Corral Bobadilla^b, Fátima Somovilla Gomez^c y Maria Ángeles Martínez Calvo^d

^aDepartamento de ingeniería Mecánica, Universidad de La Rioja, Logroño, Spain (ruben.lostado@unirioja.es). ^bDepartamento de ingeniería Mecánica, Universidad de La Rioja, Spain (marina.corral@unirioja.es). ^cDepartamento de ingeniería Mecánica, Universidad de La Rioja, Spain (fatima.somovilla@alum.unirioja.es). ^dDepartamento de ingeniería Mecánica, Universidad de La Rioja, Spain (marian.martinez@unirioja.es).

Abstract

This paper shows an educational experience based on the use of Flipped classroom methodology for the learning of several design software (Abaqus and Simapro) used in some of the subjects taught in mechanical engineering degree. Based on several tutorials and the support of several subjects related to these software, it is intended that the students can acquire a series of general and specific skills in a more efficient and dynamic way. As a practical case, this methodology has been applied to the design of a hub of a gearbox.

Resumen

Este artículo muestra una experiencia docente basada en la utilización de la metodología Flipped classroom para el aprendizaje de varios software de diseño (Abaqus y Simapro) utilizado en algunas de las asignaturas impartidas en grado en ingeniería mecánica. En base a varios tutoriales y al apoyo de varias asignaturas relacionadas con estos software, se pretende que los alumnos puedan adquirir una serie de competencias generales y específicas de un modo más eficiente y dinámico. Como caso práctico, esta metodología ha sido aplicada al diseño de un eje de transmisión de una caja reductora-multiplicadora.

Palabras clave: *Flipped classroom; Abaqus; Simapro; Competencias generales y específicas; Diseño.*

Metodología “Flipped classron” para el aprendizaje de software de diseño avanzado en las asignaturas de grado en ingeniería mecánica

1. Introducción

Flipped Classroom es una metodología educativa novedosa, la cual consiste en proporcionar a los alumnos material audiovisual con el fin de que éstos puedan trabajar fuera del aula de una forma más autónoma sobre conocimientos teóricos [Bergman y Sams, 2012; Figueroa y Santiago, 2015]. Con esta metodología, el alumno utiliza las clases presenciales del profesor únicamente para profundizar y trabajar sobre los contenidos teóricos vistos previamente de forma audiovisual, de manera que éstos puedan adquirir las competencias generales y específicas de cada titulación de un modo más dinámico y eficiente. En este artículo se muestra una experiencia docente basada en aplicación de la metodología “Flipped Classroom” con el fin de que los alumnos adquieran conocimiento sobre el manejo de diferentes software de diseño avanzado utilizados en algunas de las asignaturas de grado en ingeniería mecánica. El objetivo final del “Flipped Classroom” consistió en que los alumnos adquiriesen una serie de competencias generales y específicas de éstas asignaturas de grado en ingeniería mecánica de un modo más eficiente y dinámico. Los software de diseño avanzado en los que se aplicó esta metodología (Abaqus 6.11© [Simulia, 2011] y Simapro 7.1© [Consultants, 2008] estaban basados el Método de los Elementos Finitos (MEF) y en el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) respectivamente. Como caso práctico, la metodología se aplicó al estudio de un eje de transmisión de una caja reductora-multiplicadora.

2. Metodología

Hoy en día, la mayoría de las empresas de cierto contenido tecnológico y prestigio, consideran que una formación multidisciplinar basada en las diferentes áreas de conocimiento de la ingeniería industrial es el perfil profesional más idóneo para sus empleados ya que les permitirá alcanzar un mayor desempeño de su labor profesional. Así mismo, debido a la implantación de normas de calidad y de gestión medio ambiental por parte de las administraciones ((ISO 9001[Cortés *et al.*, 2005] e ISO 14001[Cascio *et al.*, 1997])), obliga a que las empresas relacionadas con el diseño y fabricación de máquinas y prototipos basen el diseño de sus productos no solo en la fiabilidad, la resistencia y la durabilidad, sino también en aspectos medioambientales como son la selección de los materiales más apropiados o el proceso de fabricación más eficiente. En este sentido, conseguir que los estudiantes de grado en ingeniería mecánica adquieran tanto las competencias generales y específicas más apropiadas para su correcto desempeño en su futura vida profesional, es una tarea ciertamente compleja debido sobre todo al número de horas lectivas presenciales que las asignaturas disponen. Así mismo, el proceso de convergencia europea educativa recogido en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) supone un cambio sustancial en la forma de enseñanza tradicional y permite asignar a los alumnos de manera individual, un número específico de horas de aprendizaje autónomo adicionales de las horas asignadas a las clases presenciales magistrales, clases prácticas y prácticas de laboratorio. En este trabajo, se ha utilizado la metodología “Flipped

Rubén Lostado Lorza, Marina Corral Bobadilla, Fátima Somovilla Gomez y Maria Ángeles Martínez Calvo

Classroom” con el propósito de que el aprendizaje de los software de diseño avanzado por parte del alumno sea de una forma más dinámica y eficiente. Los alumnos dispondrán de una serie de tutoriales, los cuales les irán guiando paso a paso la forma de proceder con cada uno de los software de diseño utilizados. Debido a que el manejo de estos software de diseño están basados en teorías muy avanzadas y extensas (Método de los Elementos Finitos (MEF) [Zienkiewicz, 1981] y análisis del ciclo de vida del producto (ACV) [Rizo y Navarro, 2002] respectivamente) y requieren además de unos conocimientos teóricos de Diseño de Máquinas, Producción y Fabricación, Materiales y Gestión Ambiental, las clases presenciales de los profesores implicados sobre varias de las asignaturas de diseño son utilizadas para profundizar y aclarar los contenidos vistos previamente de forma audiovisual para el manejo de estos software.

2.1. Objetivos de la metodología “Flipped classroom” y Asignaturas implicadas

El objetivo principal de este trabajo consiste en que los alumnos adquieran una serie de competencias específicas y generales para varias asignaturas mediante el aprendizaje y manejo de varios software de diseño. Algunas de estas competencias generales y específicas esperadas tras el aprendizaje y manejo de los respectivos software son:

- ✓ Capacidad de análisis y síntesis.
- ✓ Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica.
- ✓ Habilidades informáticas básicas.
- ✓ Capacidad de aprendizaje.
- ✓ Habilidad para trabajar de forma autónoma.
- ✓ Conocimientos aplicados de técnicas avanzadas de cálculo y diseño de máquinas
- ✓ Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos.
- ✓ Conocimientos y capacidades para la aplicación de la ingeniería de materiales.
- ✓ Conocimientos y capacidades para el cálculo, diseño y ensayo de máquinas
- ✓ Conocimientos aplicados de producción integrada

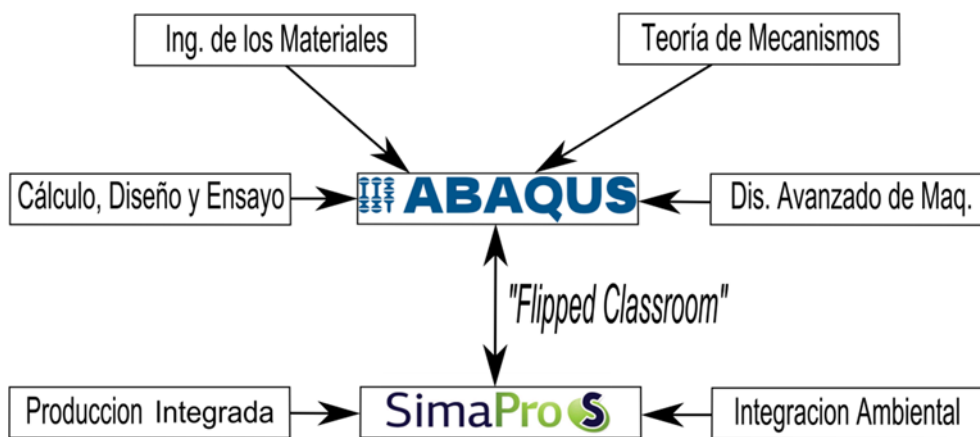
Además, las bases teóricas de éstos software, están basados a su vez sobre varias de las asignaturas de grado en ingeniería mecánica, las cuales son:

- ✓ Abaqus 6.11©: Cálculo, diseño y ensayo de máquinas; Diseño avanzado de máquinas; Teoría de mecanismos e Ingeniería de los materiales.
- ✓ Simapro 7.1©: Producción integrada e Integración ambiental de proyectos de ingeniería.

Metodología “Flipped classron” para el aprendizaje de software de diseño avanzado en las asignaturas de grado en ingeniería mecánica

La metodología “Flipped classron” en este caso fue utilizada con el propósito de que los alumnos aprendiesen el manejo de los software de diseño de una forma más dinámica y más eficiente de una forma autónoma en base a una serie de tutoriales. La Figura 1 muestra un esquema en el cual son mostradas las diferentes asignaturas implicadas en el proyecto así como la aplicación de la metodología “Flipped classroom” sobre el manejo y aprendizaje de los software de diseño.

Figura 1 Esquema general de la aplicación de la metodoogía Flipped classroom y asignaturas implicadas

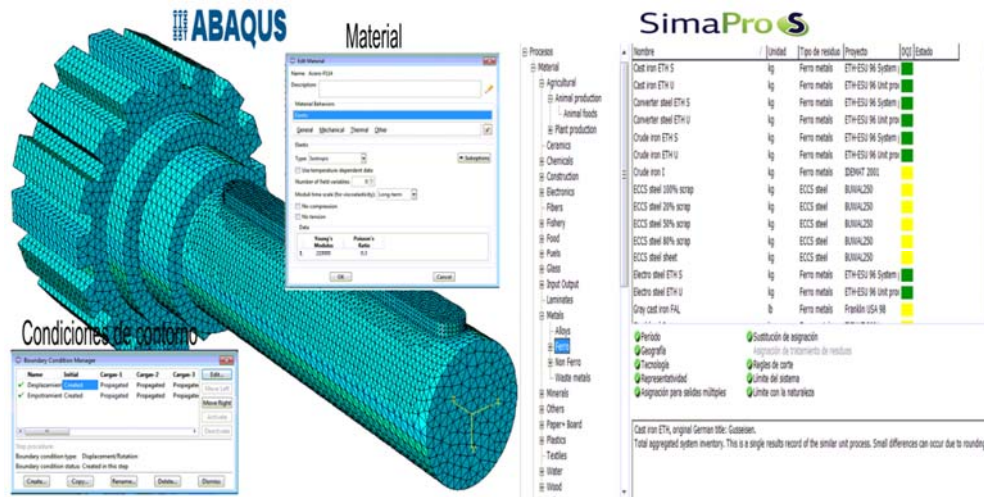


Así mismo, el caso práctico estudiado en este caso, corresponde con el diseño de un eje de transmisión de una caja reductora-multiplicadora ya que corresponde con un dispositivo mecánico muy habitual presente en cualquier máquina. Por otro lado, cada una de las asignaturas implicadas en este trabajo aportan una serie de conocimientos específicos a cada uno de los software de simulación utilizados. Así por ejemplo, la asignatura “ingeniería de los materiales” aporta al software Abaqus 6.11© los conocimientos necesarios para definir las propiedades elásticas y elastoplásticas más apropiadas para el material del eje de transmisión. De la misma forma, la asignatura “integración ambiental” aporta al software Simapro7.1© los conocimientos necesarios relativos a los diferentes índices de calidad ambiental obtenidos como resultado del ACV sobre el eje de transmisión estudiado. La Figura 2 muestra en su lado izquierdo una imagen con varios de los aspectos mas importantes a ser tenidos en consideración el pre-procesado del modelo de elementos finitos de Abaqus los cuales están basados en las condiciones de contorno (fuerzas y restricciones) así como en los modelos de material utilizados para el modelo de elementos finitos. Así mismo, esta misma figura muestra al lado derecho la búsqueda en la base de datos del software Simapro, los materiales necesarios para

Rubén Lostado Lorza, Marina Corral Bobadilla, Fátima Somovilla Gomez y Maria Ángeles Martínez Calvo

la fabricación de cada uno de los componentes del eje de transmisión y para su posterior análisis del ciclo de vida.

Figura 2 Utilización del software Abaqus® (lado izquierdo de la imagen) y del software Simapro® (lado derecho de la imagen)



2.2. Descripción de la experiencia docente

La experiencia docente presentada en este trabajo se llevó a cabo con los alumnos matriculados en las asignaturas anteriormente mencionadas. Así mismo, para que la experiencia tuviese éxito, los estudiantes fueron informados previamente de la metodología “Flipped Classroom” y de la necesaria implicación en la misma a través de su trabajo autónomo e individual con horas no presenciales. Varios días antes de la realizar las actividades teóricas presenciales en el aula, se dispuso el material audiovisual para los alumnos en una plataforma Moodle [Mariño, 2006]. En este material audiovisual fueron recogidos varios ejemplos de análisis por el método de los elementos finitos utilizando el software Abaqus 6.11© así como varios ejemplos de análisis del ciclo de vida utilizando el software Simapro7.1©. El material audiovisual fue seleccionado de manera rigurosa, y varios de los ejemplos seleccionados (videos) fueron obtenidos de la plataforma “youtube” [Burgess y Green, 2013] mientras que otros (sobre todo tutoriales de texto) fueron obtenidos de las propias ayudas de los software.

La actividad presencial en el aula consistió básicamente en la resolución de las dudas planteadas por los alumnos en el manejo y en el entendimiento de los software de simulación utilizados así como en los resultados que los alumnos pudieron obtener de las respectivas simulaciones. En una primera clase presencial, el docente explicó las dudas que a los alumnos

Metodología “Flipped classron” para el aprendizaje de software de diseño avanzado en las asignaturas de grado en ingeniería mecánica

les han podido surgir en el modelado del eje y su desarrollo en 3D en un software de dibujo (Solid-Edge [Grueso y Herrera, 2014]). Así mismo, en esta misma clase presencial, el docente explica la forma en la cual, los alumnos han de calcular las condiciones de contorno de manera teórica para poder aplicarlas posteriormente sobre el modelo de elementos finitos (principalmente el par, empotramiento en el eje y los contactos mecánicos entre las diferentes piezas).

En una segunda clase presencial, el docente explicó la manera en la cual, los alumnos han de modelar el comportamiento elástico y elasto-plástico del material del eje y de sus principales partes que lo componen. Así mismo, el docente explicó como estos parámetros son obtenidos experimentalmente acorde a ensayos de laboratorio normalizados [UNE-EN ISO 6892, 2010].

En una tercera clase presencia, el docente explicó las dudas más importantes que a los alumnos les surgieron al realizar el Inventario de ciclo de vida (ICV), el Alcance del Análisis del ciclo de vida (ACV), las categorías o indicadores de impacto ambiental estudiadas y las Metodologías de Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV) utilizadas en análisis del ciclo de vida del eje estudiado [Lamana, 2010].

Finalmente, la última sesión presencial consistió en una puesta en común por parte de los alumnos de los resultados obtenidos de la aplicación de esta metodología “Flipped Classroom” aplicada a conocimiento y manejo de los software citados.

3. Resultados esperados

La metodología mostrada en este trabajo está todavía desarrollándose por lo que no existen resultados concluyentes finales. No obstante, una primera toma de contacto por parte de los docentes implicados en esta experiencia muestra que los alumnos presentan una mayor implicación y entusiasmo. Así mismo, para conocer el grado de implicación de los alumnos y las competencias generales y específica esperadas, han sido propuestas una serie de test de evaluación o rúbricas por parte de los docentes. La **Tabla 1** muestra alguna de estas rúbricas para evaluar la capacidad de aprendizaje de los alumnos [Lostado *et al.*, 2015].

Rubén Lostado Lorza, Marina Corral Bobadilla, Fátima Somovilla Gomez y Maria Ángeles Martínez Calvo

Tabla 1. Rúbricas para la evaluación de la capacidad de aprendizaje de los alumnos

Item	Deficiente (0)	Suficiente (1)	Bien (2)	Muy Bien (3)
Capacidad de aprendizaje				
Capacidad de asimilar el conocimiento del profesor	Los estudiantes no han asumido nada de las sugerencias del profesor	Los estudiantes muestran un ligero asimilación de los conocimientos	Los estudiantes muestran una clara asimilación de los conocimientos	Los estudiantes muestran una total asimilación de los conocimientos
Capacidad para integrar, procesar y ampliar conocimientos	Los estudiantes no muestran la capacidad de integrar, procesar y ampliar el conocimiento	Los estudiantes muestran una ligera posibilidad de integrar, procesar y ampliar el conocimiento	Los estudiantes muestran una importante capacidad de integrar, procesar y ampliar el conocimiento	Los estudiantes demuestran una capacidad total para integrar, procesar y ampliar el conocimiento
Capacidad para utilizar estratégicamente los conocimientos adquiridos, con la toma de decisiones complejas	Los estudiantes no tienen la capacidad de utilizar estratégicamente los conocimientos adquiridos	Los estudiantes muestran una ligera posibilidad de utilizar estratégicamente los conocimientos adquiridos	Los estudiantes muestran una capacidad significativa para utilizar estratégicamente los conocimientos adquiridos	Los estudiantes muestran una capacidad total de utilizar estratégicamente los conocimientos adquiridos
Capacidad para responder a las dudas o preguntas	Los estudiantes no muestran capacidad para responder a las dudas o preguntas	Los estudiantes pueden responder a un número limitado de dudas o preguntas	Los estudiantes pueden responder a un número considerable de dudas o preguntas	Los estudiantes pueden responder a todas las dudas o preguntas propuestas

Además, para conocer el grado de aceptación de esta metodología así como para evaluar el desarrollo de las clases, una serie de cuestiones han sido propuestas con el objetivo de que los alumnos puedan evaluar la actividad docente de los profesores. La **Tabla 2** muestra alguna de estas cuestiones.

Metodología “Flipped classron” para el aprendizaje de software de diseño avanzado en las asignaturas de grado en ingeniería mecánica

Tabla 2. Rúbricas para la evaluación del desarrollo de las clases por parte de los docentes

Item	Suficiente (1)	Bien (2)	Muy Bien (3)
Desarrollo de las clases			
Conocimiento de la asignatura	La información proporcionada se basa en una sola fuente de información	La información proporcionada por el profesor se basa en las fuentes y la experiencia personal.	La información proporcionada se basa en diversas fuentes de información.
Conceptos básicos de la asignatura impartida	El profesor utiliza conceptos, leyes o procedimientos con poca claridad o nivel lógico bajo	El profesor se ocupa de conceptos, leyes y procedimientos con lógica que no se ajusten al nivel de entendimiento si los estudiantes.	El profesor maneja y explica conceptos, leyes o procedimientos con lógica y claridad a nivel de comprensión de los estudiantes
Relación de un tema a otros temas o asignaturas	La información adicional proporcionada por el profesor se basa en la intuición	La información adicional proporcionada por el profesor se basa en la intuición y el conocimiento	La información adicional proporcionada por el profesor es consistente con las fuentes de conocimiento
Uso de materiales didácticos	El profesor utiliza, en la mayoría de sus clases, sólo la pizarra en el apoyo de su explicación	El profesor utiliza ciertos métodos de apoyo además de la pizarra para apoyar su explicación	El profesor utiliza diversos métodos para alentar a los estudiantes a participar en la adquisición de conocimientos
Fomenta la participación	El profesor exige a los estudiantes a participar de manera voluntaria e involuntaria	El profesor generalmente promueve la participación estudiantil	El profesor promueve la participación estudiantil pidiendo sus opiniones sobre las respuestas de otros estudiantes

Así mismo, está previsto que los alumnos respondan a un cuestionario relativo a la utilización de esta metodología. Algunas de estas cuestiones son mostradas en la **Tabla 3**.

Rubén Lostado Lorza, Marina Corral Bobadilla, Fátima Somovilla Gomez y Maria Ángeles Martínez Calvo

Tabla 3. Cuestionario relativo a la utilización de la metodología Flipped Classroom: encuestas de satisfacción para los alumnos

Item	Suficiente (1)	Bien (2)	Muy Bien (3)
Desarrollo de las clases			
¿La metodología Flipped Classroom le parece interesante?	No me parece interesante y francamente, prefiero la metodología tradicional.	Flipped Classroom me parece interesante pero se puede mejorar con otros tutoriales.	Me ha parecido una metodología interesante y me ha sido mas sencillo de entender las clases teórico-prácticas posteriores.
¿Los tutoriales le han servido de ayuda a los alumnos?	Me han servido de muy poco y he aprendido muchas en las clases teóricas aclaratorias.	Me han servido bastante, aunque he necesitado de la ayuda de las clases teórico-prácticas.	Apenas he necesitado las clases teórico-prácticas para aprender a manejar los software.
Las clases teórico-prácticas tienen relación con los tutoriales?	No tienen ninguna relación.	Tienen bastante relación con los tutoriales, pero algunos de los parámetros de entrada a los software no han sido vistos en las clases teórico-prácticas a lo largo del curso.	Todos los parámetros de entrada a ambos software han sido vistos a lo largo del curso en las clases teórico-prácticas.
Cuántas horas ha realizado de trabajo autónomo realizando los tutoriales?	Menos de 2 horas	Entre 2 y 5 horas	Más de 5 horas

4. Conclusiones

Dado que la totalidad de los resultados finales de esta actividad no están disponibles, al menos ya se dispone de unas opiniones por parte de los alumnos los cuales, muestran un cierto interés. Así mismo, se prevé implantar de forma gradual para próximos cursos la aplicación de esta metodología al menos en los contenidos más extensos de las asignaturas que requieren de un desarrollo teórico-práctico. De esta forma se pretende en cierto modo avanzar de una forma menos forzada y más dinámica en los contenidos de las asignaturas. La aplicación de la metodología para los próximos cursos requerirá por tanto la preparación de nuevo material audiovisual específico así como el diseño y el desarrollo de nuevas actividades con contenidos significativos. Así mismo, es interesante para los próximos cursos en los que se pretenda implantar esta metodología, realizar una sesión introductoria de lo que es esta metodología “Flipped Classroom” y mostrar de este modo a los futuros alumnos las evidencias obtenidas

Metodología “Flipped classron” para el aprendizaje de software de diseño avanzado en las asignaturas de grado en ingeniería mecánica

con otros grupos. De este modo se podría motivar a los alumnos que más se oponen a la utilización de esta metodología.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Vicerrectorado de Profesorado, Planificación e Innovación Docente, a través de Dirección Académica de Formación e Innovación Docente de la Universidad de La Rioja (APIDUR 2014).

Referencias

- Bergmann J., Sams A. (2012). Flip your classroom: reach every student in every class every day. Eugene, OR. International Society for Technology in Education.
- Figueroa, J.T., Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela= Flilpped Learning model and the development of talent at school. Revista de educación, (368), 174-195.
- Simulia D. (2011). ABAQUS 6.11 analysis user's manual.
- Consultants P. (2008). SimaPro 7.1.
- Cortés E.C., Azorín J.F.M., Guilló J.J.T. (2005). Gestión de la calidad y gestión medioambiental: fundamentos, herramientas, normas ISO y relaciones.
- Cascio J., Woodside G., Mitchell P. (1997). Guía ISO 14000: las nuevas normas internacionales para la administración ambiental. McGraw-Hill.
- Zienkiewicz O.C. (1981). El método de los elementos finitos. Reverté.
- Rizo S.C., Navarro T.G. (2002). Ecodiseño: ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. Ed. Univ. Politéc. Valencia.
- Mariño J.C.G. (2006). B-Learning utilizando software libre, una alternativa viable en Educación Superior. Revista complutense de Educación, 17(1), 121-133.
- Burgess J., Green, J. (2013). YouTube: Online video and participatory culture. John Wiley & Sons.
- Grueso J.M., Herrera D.F. (2014) Diseño de piezas y ensamble. Software Solid-Edge académico, 14.
- UNE-EN ISO 6892-1. (2010). Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente.
- Lamana N.R., Aja A. H. (2010). Análisis del ciclo de vida.
- Lostado R., Corral M., Somovilla F., Martínez M.A. (2015) New challenges for higher education: collaboration between lecturers-students-company. 9th International Technology, Education and Development Conference. INTED2015 Proceedings.

Experimenta la Física con tu Smartphone: medida de la constante elástica de un muelle

V. Cuenca-Gotor, F. J. Manjón, I. Salinas, M. H. Giménez-Valentín, J. A. Sans, J. A. Monsoriu, J. A. Gómez-Tejedor*

Departamento de Física Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022 València (España)

*jogomez@fis.upv.es

Abstract

This paper describes an innovation in the physics laboratory, in which the accelerometer of mobile phones is used as a device for measuring and data recording for subsequent mathematical processing.

The main objective is to introduce the mobile phone in the physics laboratory as a motivating element for students. Students are accustomed to use the mobile phone mainly for entertainment and in a much smaller proportion in their studies (email, web pages, news, etc.). We have introduced now the mobile phone as a measuring device in the laboratory of Physics.

This is a multidisciplinary experience that combines technology, physics and mathematics to the development of generic skills (ICT usage, teamwork, analytical skills, innovation ...)

Keywords: *smartphone, accelerometer, physics laboratory, force constant of a spring*

Resumen

En este trabajo se describe una innovación en la realización de prácticas de laboratorio de Física, en la que se utiliza el acelerómetro de los teléfonos móviles como dispositivo de medida y toma de datos para su posterior procesamiento matemático.

El objetivo principal de esta iniciativa es introducir el teléfono móvil en el laboratorio de Física como un elemento motivador para el alumno. Los alumnos están acostumbrados a utilizar el teléfono móvil principalmente como un objeto de ocio, y en una proporción mucho menor en sus estudios

Experimenta la Física con tu Smartphone: medida de la constante elástica de un muelle

(fundamentalmente como elemento de consulta de correo electrónico, páginas webs, noticias, etc.). Pretendemos ahora que utilicen también el teléfono móvil como aparato de medida en el laboratorio de Física.

Se trata de una experiencia multidisciplinar que aúna la Tecnología, la Física y las Matemáticas para el desarrollo de competencias transversales (utilización de las TIC, trabajo en equipo, capacidad de análisis, innovación, ...).

Palabras clave: *teléfono móvil inteligente, acelerómetro, prácticas de física, constante elástica de un muelle.*

Introducción

Tradicionalmente, en el laboratorio de Física se realizan prácticas de laboratorio en las cuales los alumnos estudian desde el punto de vista experimental leyes Físicas que han trabajado previamente en las clases de teoría. El objetivo de las prácticas de laboratorio es doble: por un lado reforzar los conocimientos teóricos adquiridos en las clases de teoría, y por otro lado habituarse a las técnicas experimentales propias de laboratorio: manejo de aparatos de medida, toma de datos experimentales, análisis de datos experimentales, cálculos de errores, etc.

En el laboratorio de Física se utilizan multitud de aparatos de medida. Algunos son muy sencillos (cronómetro, regla) y otros son mucho más complejos (multímetro, osciloscopio, ordenador). Resulta muy importante para la correcta formación del alumno, que adquiera habilidades en la utilización de dichos aparatos de medida así como en el análisis matemático de los datos obtenidos.

A través de nuestra experiencia, hemos podido comprobar que en ocasiones las prácticas de las asignaturas relacionadas con la Física, los alumnos las encuentran rutinarias y poco enriquecedoras lo que conlleva que no se muestren interesados en las mismas y traten de realizar las mínimas medidas exigidas por el profesor.

Con el objetivo de aumentar la motivación e interés de los alumnos, en los últimos años se han introducido diferentes dispositivos y métodos de medida alternativos a los tradicionales en todos los niveles de enseñanza de la física. Entre estos dispositivos se puede citar a modo de ejemplo cámaras digitales (Monsoriu 2005), webcams (Shamim 2010), ratones ópticos de ordenador (Romulo 1997, Ng 2005), mandos de la consola Wii (Tomarken 2012), sensor Kinect de la consola Xbox (Ballester 2013), así como otros mandos de videojuegos (Vannoni 2007). A este respecto, el sensor de Wiimote y el Xbox Kinetic son los controladores más destacados ya que su versatilidad les permite ser aplicados a diferentes experimentos de Física (Skeffington 2012). El mando Wiimote permite el seguimiento del movimiento en tres dimensiones (3D) gracias a la utilización de tres acelerómetros, uno por cada eje espacial, y la información puede ser enviada a cualquier ordenador mediante la cone-

*V. Cuenca-Gotor, F. J. Manjón, I. Salinas, M. H. Giménez-Valentín,
J. A. Sans, J. A. Monsoriu, J. A. Gómez-Tejedor*

xión Bluetooth. Además, el sensor de Xbox Kinect permite el seguimiento de varios objetos a la vez. El principal inconveniente de estos dispositivos es que requieren un software específico y habitualmente no están disponibles en el laboratorio de física.

En esta misma línea, desde hace algún tiempo, algunos profesores de Física y Matemáticas de la ETS de Ingeniería del Diseño, estamos trabajando en la utilización del teléfono móvil inteligente (smartphone) como un nuevo elemento motivador, tratando de integrarlo en las prácticas como dispositivo de medida y toma de datos a través de los sensores que incorpora (Castro-Palacio J.C. 2013a; Castro-Palacio J.C. 2013b; Castro-Palacio J.C. 2014; Gómez-Tejedor J.A. 2014; Sans J.A. 2013). La ventaja del teléfono móvil es que su uso está muy extendido entre los jóvenes, y la constante evolución de la tecnología, así como la disponibilidad de las aplicaciones gratuitas, los convierte en una herramienta atractiva para realizar medidas experimentales y demostraciones científicas.

De esta forma, el objetivo fundamental de la propuesta descrita en este trabajo es introducir el teléfono móvil como dispositivo de medida en el laboratorio de Física, de tal forma que los alumnos descubran que este dispositivo tecnológico puede tener muchas más aplicaciones de las que ellos conoce. Los alumnos pueden utilizar un teléfono móvil de gama media (no es necesario un teléfono de gama alta) para la medida de determinadas magnitudes físicas. Las prestaciones de los teléfonos móviles actuales permiten, además, que dichas magnitudes se puedan registrar y exportar a un ordenador para su posterior análisis matemático, tal como se hace habitualmente en el laboratorio de Física.

En concreto, planteamos el desarrollo de una práctica de laboratorio de física para la medida de la constante elástica del muelle, mediante la utilización del teléfono móvil. Además, para este caso concreto proponemos dos metodologías que se describirán con más detalle más adelante. De esta forma, hemos dividido nuestros alumnos en tres grupos de trabajo: un grupo que realiza la práctica de manera tradicional, y dos grupos que realizan la práctica mediante el teléfono móvil, cada uno siguiendo un procedimiento. El impacto de esta innovación lo medimos mediante una encuesta de satisfacción que hemos realizado a los tres grupos de alumnos.

En la literatura científica del área de docencia de la Física se pueden encontrar propuestas de experimentos con smartphones: Vogt 2012, Chevrier 2013, Kuhn 2013, Monteiro 2014, Maciel 2015, etc. Sin embargo, ninguna de estas propuestas hace referencia a la implementación de estos experimentos en grupos de alumnos, y por tanto, no existe hasta la fecha ningún estudio real que analice el grado de satisfacción de este tipo de innovación en los alumnos. En este sentido, el presente trabajo es pionero ya que evalúa la puesta en práctica de esta metodología en la docencia universitaria.

Nuestra intención es que la introducción del Smartphone en el laboratorio de Física resulte sorprendente y motivadora para los alumnos. Los alumnos están acostumbrados a utilizar el

Experimenta la Física con tu Smartphone: medida de la constante elástica de un muelle

teléfono móvil en su vida social, y que vean que puede ser útil también como dispositivo de medida, creemos que va a despertar su curiosidad e interés. En definitiva, el Smartphone es un dispositivo que reúne las características de sencillez de operatividad y alto grado de sofisticación que permiten su uso en el laboratorio de Física de primeros cursos de universidad.

En este aspecto, nos gustaría recalcar que en ningún momento planteamos sustituir los aparatos clásicos de medida por el teléfono móvil ya que los sensores de los teléfonos móviles presentan ciertas limitaciones en cuanto a sensibilidad, error de cero y calibración de escala que dependen de las diferentes marcas y modelos de teléfono. Nuestra idea es complementar las medidas que realizan los alumnos con los aparatos clásicos con la información que pueda aportar en esas medidas el propio teléfono móvil del alumno. De esta forma los alumnos pueden realizar un análisis de los datos mucho más elaborado, porque les permite calcular una misma magnitud Física con métodos diferentes, comparar los resultados, analizar los errores de cada método, discutir las diferencias y tratar de concluir cuál es el método más adecuado. Por otro lado, dotamos al alumno de una herramienta que le permita realizar sus propias experiencias científicas en casa, en contra posición a los aparatos clásicos de medida que normalmente están fuera de su alcance.

De esta forma, conseguimos también el desarrollo de competencias transversales en nuestros alumnos (utilización de las TIC, trabajo en equipo, capacidad de análisis, formación de mentalidad crítica, etc.).

Desarrollo de la experiencia

En este apartado se describe la experiencia realizada con los alumnos para la determinación de la constante elástica de un muelle. En primer lugar se explica el fundamento teórico en que se basa, para luego detallar el procedimiento experimental de medida. Dentro del procedimiento experimental, vamos a diferenciar tres métodos diferentes, que se enumeran a continuación, y se explican con más detalle más adelante:

1. Método **tradicional**, en el que los alumnos no utilizan el teléfono móvil, sino que miden las oscilaciones del sistema mediante un cronómetro, tal y como se viene haciendo tradicionalmente en los cursos de física.
2. **Smartphone 1**: en este caso, los alumnos realizan la medida con el teléfono móvil, y obtienen los datos necesarios a partir de la lectura directa en la pantalla del teléfono de los resultados obtenidos.
3. **Smartphone 2**: en este último caso, los alumnos realizan también la medida mediante el teléfono móvil, pero analizan los resultados mediante una hoja de cálculo.

V. Cuenca-Gotor, F. J. Manjón, I. Salinas, M. H. Giménez-Valentín,
J. A. Sans, J. A. Monsoriu, J. A. Gómez-Tejedor

Fundamento teórico

De acuerdo con la Ley de Hooke, válida mientras los materiales se encuentran en el dominio de la proporcionalidad, la deformación de un muelle es proporcional a la acción deformante. Esto resulta en la conocida expresión:

$$F = k(L - L_0)$$

En esta relación, F es la fuerza que actúa sobre el muelle, k su constante de proporcionalidad, L la longitud adquirida por el muelle, y L_0 su longitud inicial. Si se suspende del muelle una masa m y se deja el sistema en equilibrio, resulta:

$$F = mg$$

$$L = \frac{g}{k}m + L_0$$

Si se estudia el movimiento de dicha masa a lo largo del eje vertical (x), al separarla de su posición de equilibrio inicial y posteriormente liberarla, podemos observar que el movimiento producido se corresponde con un movimiento oscilatorio con amortiguación débil que, debido a la fricción con el aire, disminuirá lentamente su amplitud.

Este movimiento, si consideramos despreciable la amortiguación débil, se puede describir mediante las ecuaciones del movimiento armónico simple:

$$x(t) = A \operatorname{sen} \omega_0 t + \varphi$$

$$\omega_0 = 2\pi f$$

$$a(t) = -A\omega_0^2 \operatorname{sen} \omega_0 t + \varphi \quad (1)$$

De forma que su período se puede considerar idéntico al que corresponde con dicho movimiento, esto es:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0}, \text{ siendo } \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T^2 = 2\pi^2 \frac{m}{k} = \frac{4\pi^2 m}{k} \rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{k} m \quad (2)$$

Método experimental tradicional

En este método, los alumnos cuelgan una o varias pesas del muelle, hacen oscilar el sistema, y cronometran el tiempo que tarda en realizar 10 oscilaciones. A partir de este valor, los alumnos obtienen el período. El experimento se repite para 6 masas diferentes, de modo que obtienen el período como función de la masa. A partir de estos datos, los alumnos realizan una representación gráfica del cuadrado del período como función de la masa, cuya

Experimenta la Física con tu Smartphone: medida de la constante elástica de un muelle

pendiente está relacionada con la constante elástica del muelle mediante la ecuación (2), y de esta forma se determina la constante elástica del muelle con su correspondiente error.

Utilización del teléfono móvil: toma de datos

Los pasos que deben de seguir los alumnos para la toma de datos son los siguientes:

1. Descargar e instalar en el *smartphone* la aplicación (app) gratuita necesaria para realizar el experimento: “*Physics Toolbox Accelerometer*”. Deben de familiarizarse con la aplicación antes de proceder a las mediciones. Los ficheros que genera esta app tienen extensión *.csv* (ficheros Excel delimitados por comas), por lo que es conveniente desactivar la opción de la delimitación por comas en la configuración de la app antes de realizar las medidas.

Figura 1 Aplicación Physics Toolbox Accelerometer



2. Pegar el *smartphone* sobre una chapa de aluminio mediante la cinta adhesiva de doble cara, y medir la masa del conjunto en una báscula. Esta chapa se puede colgar fácil-

V. Cuenca-Gotor, F. J. Manjón, I. Salinas, M. H. Giménez-Valentín,
J. A. Sans, J. A. Monsoriu, J. A. Gómez-Tejedor

mente del muelle, y dispone de un agujero en su extremo para poder colgar las diferentes masas requeridas en la realización de la experiencia.

Figura 2 Colocación del teléfono sobre la chapa, y medida de su masa



3. Colgar el conjunto smartphone-chapa de la parte inferior del muelle. Enganchar una pesa, o un tren de ellas, en la parte inferior de la chapa.

Figura 3 Colocación del teléfono en el muelle

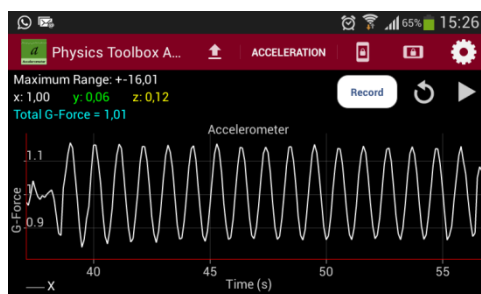


4. Iniciar la grabación de la aplicación (pulsando *Record*), tirar ligeramente de la chapa y liberarla para que el sistema oscile. Dejar transcurrir el tiempo suficiente de grabación para poder reportar alrededor de $N = 4$ a 6 oscilaciones del conjunto smartphone-chapa.

Experimenta la Física con tu Smartphone: medida de la constante elástica de un muelle

5. Detener la grabación, nombrar el archivo resultante y enviarlo por correo electrónico a la dirección de uno de los alumnos integrantes del grupo para su posterior análisis.
6. Repetir los pasos anteriores incluyendo una o varias pesas, hasta completar un total de seis medidas.

7. Figura 4 Ejemplo de medida en el teléfono móvil



Una vez realizadas las medidas, se propone a los alumnos dos métodos diferentes para el análisis de los resultados.

En el primer método, que vamos a denominar *Smartphone 1*, los alumnos deben de medir directamente en la pantalla del teléfono el tiempo transcurrido en la realización de una serie de oscilaciones, para calcular así el período.

En el segundo método, que hemos llamado *Smartphone 2*, los alumnos deben de realizar un ajuste de los datos obtenidos en la medida a la ecuación (2), para obtener así el valor de la pulsación angular, y por tanto del periodo. Los alumnos disponen de dichos datos en un fichero para cada medida realizada, dado que durante el transcurso de la experiencia ha ido enviando por correo electrónico los resultados. El ajuste de una serie de datos experimentales a una función sinusoidal queda fuera de los objetivos para los alumnos de primer curso, por lo que el profesor proporciona a los estudiantes un fichero que contiene una macro que realiza dicho ajuste de forma rápida y sencilla. Antes de realizar el ajuste, los alumnos deben de realizar una serie de manipulaciones con los datos obtenidos.

En primer lugar, como el acelerómetro registra la aceleración, más la aceleración de la gravedad en unidades de g , es necesario sustraer el valor de la aceleración de la gravedad, es decir restar 1 a la columna de la aceleración en el eje x . En dicha columna, teniendo en cuenta la disposición propuesta a los alumnos, y que se muestra en las imágenes de la figura 3, es donde se registra la aceleración en la dirección vertical.

V. Cuenca-Gotor, F. J. Manjón, I. Salinas, M. H. Giménez-Valentín,
J. A. Sans, J. A. Monsoriu, J. A. Gómez-Tejedor

De los datos obtenidos, los alumnos deben de seleccionar una región donde el movimiento sea armónico simple, cubriendo varias oscilaciones completas, y copiar esos datos a la plantilla suministrada. Automáticamente, la macro de Excel realiza un ajuste a una función sinusoidal, y calcula los valores de la amplitud, la pulsación y la fase, con sus respectivos errores. En este caso, lo que los alumnos necesitan es la pulsación, para calcular así el periodo con su error.

Aunque este es el método propuesto a los alumnos, es interesante mencionar que este método proporciona diferentes alternativas para complementar la práctica.

En primer lugar, como el ajuste proporciona también la amplitud, alargando el tiempo de medida, se puede realizar un estudio de como evoluciona la amplitud con el tiempo, lo que permitiría calcular también la constante de amortiguamiento del sistema.

Además, en algunas ocasiones, dependiendo de como los alumnos realizan el impulso inicial, o de la colocación del móvil, se observan en el movimiento pequeñas oscilaciones en las direcciones perpendiculares a la vertical. Este método, como registra la aceleración del sistema en los tres ejes, puede permitir analizar también el movimiento en las direcciones horizontales.

Resultados.

Para analizar el grado de satisfacción de los alumnos y poder compara las tres metodologías utilizadas, hemos realizado una encuesta de satisfacción, a diferentes grupos de alumnos, cada uno de los cuales ha realizado la práctica siguiendo una de las metodologías descritas anteriormente. En la tabla se muestran las preguntas realizadas a los alumnos, así como la valoración realizada en cada grupo de alumnos, en una escala de 0 a 10. La encuesta se ha realizado a un total de 245 alumnos, 137 de los cuales han realizado la práctica de manera tradicional, 87 utilizando el teléfono móvil con el método 1, y 21 con el teléfono móvil siguiendo el segundo método.

Tabla 1. Encuesta realizada a los alumnos, con sus correspondientes resultados para cada uno de los grupos objeto de estudio

Pregunta	Tradicional	Smartphone 1	Smartphone 2
La práctica se adecua a la temática general de la asignatura	7.57	8.91	9.17
Los objetivos a conseguir se han indicado claramente al inicio de la práctica	7.06	7.99	8.81
El tiempo disponible para realizar la práctica es adecuado	6.30	5.20	4.64
La metodología empleada y las actividades realizadas	6.65	7.99	8.69

Experimenta la Física con tu Smartphone: medida de la constante elástica de un muelle

son adecuadas			
El material utilizado me ha resultado motivador	5.78	8.10	9.29
Me ha sorprendido el procedimiento de medida	4.85	8.25	8.45
El profesor ha resuelto las dudas con claridad y precisión	6.49	7.96	9.64
Esta práctica me ha resultado más interesante que las anteriores	5.73	7.73	9.40
Mi valoración general de la práctica es buena	6.81	8.19	9.29

A la vista de los resultados, claramente se puede observar una calificación mucho más alta en todos los apartados de la encuesta para los grupos que han realizado la práctica con el teléfono móvil, a excepción de la pregunta relacionada con el tiempo disponible para la realización de la práctica. Además, comparando los dos grupos que han realizado la práctica con el teléfono móvil, los que han utilizado el segundo método muestran un grado de satisfacción todavía mayor que los que han utilizado el primer método, aunque la pregunta relacionada con el tiempo disponible tiene una nota todavía menor, no llegando siquiera al cinco.

Desde nuestro punto de vista, el problema del tiempo tiene una fácil explicación. La utilización del teléfono móvil necesita la instalación de la aplicación, que los alumnos se familiaricen con su utilización. Además, en el segundo método con el teléfono móvil, los alumnos también necesitan más tiempo para el tratamiento de los datos: tienen que hacer una serie de operaciones con los datos, para luego utilizar la plantilla suministrada para el cálculo de la pulsación. Todo ello requiere más tiempo que en el método tradicional, donde los alumnos tan solo tienen que cronometrar el tiempo necesario en realizar una serie de oscilaciones.

No obstante, los profesores de la asignatura consideramos que este método permite entender mejor el fenómeno físico estudiado, porque los alumnos pueden visualizar el movimiento armónico simple estudiado, y no se limitan tan solo a cronometrar oscilaciones.

Para solucionar el problema del tiempo en futuros cursos, tenemos varias propuestas. En primer lugar, pedir a los alumnos que se instalen la aplicación, se familiaricen con ella, y la configuren antes de venir al laboratorio. En segundo lugar, y referido al segundo método con el teléfono, pretendemos mejorar y simplificar la macro de Excel que se utiliza en los cálculos, para que estos sean más rápidos y sencillos para los alumnos.

V. Cuenca-Gotor, F. J. Manjón, I. Salinas, M. H. Giménez-Valentín,
J. A. Sans, J. A. Monsoriu, J. A. Gómez-Tejedor

Conclusiones

Como conclusiones más relevantes, podemos afirmar que los alumnos se sienten motivados e interesados por la innovación metodológica introducida que supone la utilización del teléfono móvil como dispositivo de medida en el laboratorio de física.

De las dos propuestas de utilización del teléfono móvil, podemos afirmar también, que la segunda ha resultado más interesante y motivadora para los alumnos. Este resultado nos ha sorprendido gratamente. Desde nuestro punto de vista como profesores, consideramos que es un método más completo, y del que se puede obtener mayor información. Sin embargo, dado que es un método más complejo y que requiere más trabajo por parte del alumno, no esperábamos que obtuviera mejor valoración que el primer método con el teléfono móvil.

Finalmente, nos gustaría recalcar que tenemos también la idea de comparar las notas obtenidas por los alumnos en esta práctica, siguiendo las diferentes metodologías propuestas, para conocer si los objetivos de aprendizaje se alcanzan mejor mediante esta metodología de utilización del teléfono móvil.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de Valencia por su apoyo en los grupos de innovación docente MoMA y e-MACAFI y por subvencionar el proyecto PIME/2014/A/031/B que ha dado lugar a este trabajo.

Referencias

- Ballester J., Pheatt, Ch. (2013). *Using the Xbox Kinect sensor for positional data acquisition*. American Journal of Physics 81, 71-77.
- Castro-Palacio J.C., Velázquez-Abad L., Gimenez M.H., Monsoriu J.A. (2013a). *Using a mobile, phone acceleration sensor in physics experiments on free and damped harmonic oscillations*, American Journal of Physics 81, 472-475.
- Castro-Palacio J.C., Velázquez-Abad L., Gimenez F., Monsoriu J.A. (2013b). *A quantitative analysis, of coupled oscillations using mobile accelerometer sensors*, European Journal of Physics 34, 737-744.
- Castro-Palacio J.C., Velázquez-Abad L., Gómez-Tejedor J.A., Manjón F.J., Monsoriu J.A. (2014). *Using a smartphone acceleration sensor to study uniform and uniformly accelerated circular motions*, Revista Brasileira de Ensino de Física 36 (2), 2315.

Experimenta la Física con tu Smartphone: medida de la constante elástica de un muelle

- Chevrier J., Madani L., Ledenmat S., Bsiesy, A. (2013). *Teaching classical mechanics using smartphones*. The Physics Teacher, 51(6), 376-377.
- Gómez-Tejedor J.A., Castro-Palacio J.C., Monsoriu J. A. (2014). *The acoustic Doppler effect applied to the study of linear motions*, European Journal of Physics, 35, 025006.
- Kuhn J., Vogt, P. (2013). *Smartphones as experimental tools: Different methods to determine the gravitational acceleration in classroom physics by using everyday devices*. European J of Physics Education, 4(1), 16.
- Monsoriu J. A., Giménez M. H., Riera J., Vidaurre A. (2005). *Measuring coupled oscillations using an automated video analysis technique based on image recognition*. European Journal of Physics, 26, 1149-1155.
- Monteiro M., Cabeza C., Martí A.C. (2014) *Exploring phase space using smartphone acceleration and rotation sensors simultaneously*. European Journal of Physics, 35 (4), 045013
- Ng T. W., Ang, K. T. (2005). *The optical mouse for harmonic oscillator experimentation*. American Journal of Physics 73, 793-795.
- Maciel T. (2015). *Smartphones in the classroom help students see inside the black box*. APS News, 24 (3).
- Romulo O. O., Franklin, K. N. (1997). *The computer mouse as a data acquisition interface: Application to harmonic oscillators*. American Journal of Physics 65, 1115-1118.
- Sans J.A., Manjón F.J., Pereira A.L.J., Gomez-Tejedor J.A., Monsoriu J. A. (2013). *Oscillations studied with the smartphone ambient light sensor*, European Journal of Physics 34, 1349-1354.
- Shamim S., Zia W., Anwar M. S. (2010). *Investigating viscous damping using a webcam*. American Journal of Physics 78, 433-436.
- Skeffington A., Scully K. (2012). *Simultaneous Tracking of Multiple Points Using a Wiimote*. The Physics Teacher 50, 482-484.
- Tomarken S. L., Simons D. R., Helms R. W., Johns W. E., Schriver K. E., Webster, M. S. (2012). *Motion tracking in undergraduate physics laboratories with the Wii remote*. American Journal of Physics 80, 351-354.
- Vannoni M., Straulino, S. (2007). *Low-cost accelerometers for physics experiments*. European Journal of Physics 28, 781-787.
- Vogt P., Kuhn J. (2012). *Analyzing free fall with a smartphone acceleration sensor*. The Physics Teacher, 50, 182-183.

Simulación de vuelo en entornos multiusuario, experiencia del Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de RPAS

**Pedro Yuste Pérez^a, Daniel Sáez Bo^b, Hector Usach Molina^c,
Israel Quintanilla García^d y Juan Antonio Vila Carbó^e**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Universitat Politècnica de València

^a pyuste@disca.upv.es, ^b dasaebo@etsid.upv.es, ^c hecusmo@doctor.upv.es, ^d iquinta@cgf.upv.es,
^e jvila@upvnet.upv.es.

Abstract

Flight simulator based training has traditionally been carried out in single-simulator environments, in which student and teacher work together. In this work, a new approach extending the work to multi user simulator classrooms in which students share the same airspace is presented. With the interactions introduced, a richer environment is achieved in which some skills are more deeply reached. This approach is applied to simulator training in the Diploma in Remotely Piloted Aircraft Systems taught in the School of Design Engineering at the Universitat Politècnica de València and obtained results are explained.

Keywords: RPAS, flight simulator, skills, multiuser.

Resumen

El aprendizaje con simuladores de vuelo se ha hecho tradicionalmente en entornos monosimulador. En este tipo de entornos cada alumno trabaja individualmente con un instructor. En este trabajo se plantea la posibilidad de ampliar el trabajo a aulas de simulación multiusuario, en las que varios alumnos comparten un mismo espacio aéreo. Con las interacciones que aparecen, se comprueba que se consigue un entorno más rico en el que se puede mejorar la adquisición de ciertas competencias. Se aplica al trabajo en simulador del Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de aeronaves tripuladas por control remoto (RPAS), que se imparte en la ETSID de la UPV, y se comentan los resultados obtenidos.

Palabras clave: RPAS, Simulador de vuelo, competencias, multiusuario.

Simulación de vuelo en entornos multiusuario, experiencia del Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de RPAS

Introducción

La simulación de vuelo se ha utilizado tanto para entrenamiento de pilotos como para la enseñanza de la ingeniería (Vila et al., 2013). Los objetivos son diferentes, en el segundo caso no es tan importante la reproducción del entorno como la simulación del modelo de vuelo y los sistemas de la aeronave. En el caso del entrenamiento de pilotos las exigencias tanto del simulador como de los objetivos a trabajar con él vienen dadas por las recomendaciones de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Hasta ahora, la instrucción en simulador de vuelo se ha basado en disponer de un sistema, tan fiel a la realidad como sea posible, en el que trabaja un alumno con un instructor. En esta aproximación las características más avanzadas de la simulación, como las funciones de Control de Tráfico Aéreo (ATC), sólo están disponibles en los sistemas de simulación más complejos con escenarios realistas. En estos escenarios el tráfico se debería comportar como lo haría en la realidad, contemplando todas las particularidades, e incluso respondiendo a los mensajes hablados. OACI reconoce que este objetivo es difícil de conseguir de manera automática y no obliga a que se cumplan los requisitos asociados.

En este trabajo se plantea la posibilidad de utilizar un aula de simulación de vuelo en la que varios alumnos trabajen de manera conjunta compartiendo un mismo escenario. De esta manera el tráfico generado por los propios alumnos y las comunicaciones de radio asociadas contribuyen a enriquecer el escenario. Esto, a su vez, enriquece el aprendizaje del alumno al enfrentarse a situaciones reales. Además, en estas situaciones se interactúa con alumnos de su mismo nivel, por lo que las comunicaciones adicionales que se reciben en la radio tienen un nivel de calidad más representativo de un entorno real. En conjunto, se consigue un incremento notable del número de comunicaciones y una variabilidad también mayor de la calidad de las mismas. Este planteamiento es un cambio importante respecto al entrenamiento en simulador que se realiza actualmente.

Por otro lado, con la propuesta planteada, se comprueba que se está creando un escenario en el que se cumplen los requisitos demandados por OACI en una simulación de vuelo con entorno ATC.

El artículo se estructura de la siguiente manera: En primer lugar se estudia en qué tipos de simuladores OACI recomienda que se implementen servicios ATC y qué requisitos deben cumplir las implementaciones. Posteriormente se analiza el software de simulación de vuelo disponible comercialmente y se estudia si el aula de simulación disponible en la escuela (Vila et al., 2013), (Yuste et al., 2014) se puede utilizar para nuestro objetivo. La siguiente sección enumera las competencias requeridas por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea para la formación de pilotos de RPAS y se comenta cómo un entorno como el planteado puede ayudar a adquirirlas. En las últimas secciones se muestran los resultados obtenidos y se finaliza con las conclusiones obtenidas y el trabajo futuro.

P. Yuste, D. Sáez, H. Usach, I. Quintanilla y J. Vila

Simulación de entorno ATC

La OACI tiene especificados cuáles son los criterios para la certificación de simuladores de vuelo (ICAO, 2009). Estos criterios se basan en el objetivo pedagógico del simulador y en el nivel de realismo requerido.

En cuanto al objetivo pedagógico la OACI define siete tipos de simulador. Los orientados al adiestramiento de pilotos para las licencias más básicas tienen requisitos menores. Los simuladores de tipo I, por ejemplo, son adecuados para el adiestramiento de pilotos para las licencias PPL, MPL1 y CPL (Private Pilot License, Multi-crew Pilot License-Phase 1, Commercial Pilot License). Para trabajar los procedimientos que deben dominar los candidatos a las licencias más complejas es necesario un simulador de tipo VI o VII.

Si nos centramos en el nivel de realismo requerido, para cada una de las características que se pueden reproducir en el simulador se establecen cuatro niveles básicos de realismo. Luego, en cada tipo de simulador se establece cuál es el nivel de realismo requerido para cada característica. Si nos centramos en la característica denominada “reproducción del entorno”, estos niveles son:

- S: Específico.- Replica el entorno real tanto como sea posible
- R: Representativo.- Representativo del entorno real
- G: Genérico.- Modelado simple de las características clave básicas del entorno
- N: Ninguno.- La característica no es necesaria para el tipo de simulador

Hay una serie de requisitos, los relativos a la simulación del entorno ATC, que OACI trata de manera especial haciendo recomendaciones pero no obligando a su cumplimiento. Esto es debido a que se reconoce que la tecnología no está lo suficientemente desarrollada. Concretamente, las características que debería tener el sistema para cada uno de los niveles de realismo respecto a la simulación del entorno ATC son las siguientes:

- S, Específico:
 - Entorno dinámico automatizado en Área Terminal, incluyendo respuestas de ATC a las transmisiones de voz propias y transmisiones iniciadas por ATC.
 - Contenido y frecuencia de los mensajes, tanto propios como ajenos específicos del contexto aeroportuario concreto. Son necesarios tanto mensajes ordinarios como aleatorios.

Simulación de vuelo en entornos multiusuario, experiencia del Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de RPAS

- Los mensajes deben ser representativos del tráfico que se esté simulando en el entorno, tanto en tierra como salidas, llegadas y tráfico dentro del área terminal.
- Estas características deberían implementarse en los simuladores de tipos VI y VII
- R: Representativo.
 - Mensajes ATC con contenido específico de la fase de vuelo en Área Terminal, incluyendo respuestas adecuadas a transmisiones de voz propias.
 - Mensajes aleatorios representativos de un contexto ATC.
- G: Genérico
 - Mensajes ATC con contenido específico de la fase de vuelo, incluyendo respuestas adecuadas a transmisiones de voz propias.
 - Se puede conseguir con el instructor haciendo las funciones de ATC.
 - Estas características deberían implementarse en los simuladores de tipos II y IV y V
- N: Ninguno
 - Simulación de ATC no necesaria
 - En los simuladores de tipos I y III

Estas características descritas son genéricas de todas las posibles en la simulación del Control de Tráfico Aéreo. OACI también especifica todas las sub-funciones que se deben cumplir, aunque para nuestros intereses nos centraremos en las siguientes:

- Informes meteorológicos automáticos: Generación de información ATIS (Automated Terminal Information Service) para uno o varios de los aeropuertos simulados, incluyendo aeropuerto, pistas en servicio, temperaturas, viento, QNH, nubes, visibilidad y otra información relevante. El instructor debe poder modificar esta información.
- Conversaciones de fondo: Que sean representativas del tipo de tráfico que se esté simulando, con información correcta de acuerdo con la frecuencia que se esté simulando y con las actividades del tráfico que esté a la vista.

P. Yuste, D. Sáez, H. Usach, I. Quintanilla y J. Vila

- Fraseología: Se requiere que la simulación refuerce el uso correcto de la fraseología. El objetivo final es buscar el realismo máximo para conseguir una adecuada conciencia situacional.
- Control del instructor sobre otros tráficos: Con el fin de poder adecuar el tráfico a los objetivos específicos que se estén trabajando en la sesión de simulación.

En la próxima sección se estudia el software disponible comercialmente para conseguir implementar estas funciones.

Software para simulación de vuelo

Se considera un simulador de vuelo todo aquel sistema que trate de reproducir las características de un vuelo real. Está formado por dos componentes fundamentales: Software y hardware, que tienen que trabajar en conjunto para proporcionar las funciones enumeradas anteriormente. El hardware de simulación de vuelo es todo aquel mecanismo físico que tenga como objetivo reproducir o imitar los principales mandos e instrumentos reales que se pueden encontrar en la cabina de una aeronave. Son, por tanto, las herramientas que utiliza el piloto para interactuar con el software de simulación. Puede comprender desde un simple teclado, hasta reproducciones de cabinas completas.

Generalmente el software y el hardware que hay disponibles comercialmente para simulación de vuelo son compatibles, por ello, nos centraremos únicamente en el software de simulación, fijándonos especialmente en las características concretas que nos interesan en el presente trabajo: la posibilidad de vuelo en red, comunicación por voz en tiempo real y la facilidad a la hora de interactuar con software externo al programa, tanto transmitiendo como recibiendo datos de éstos.

Por su popularidad, destacan Microsoft Flight Simulator, Prepar3d y X-Plane.

Microsoft Flight Simulator comenzó a desarrollarse en el año 1976. En sus inicios, fue concebido como un videojuego con el objetivo de demostrar la superioridad gráfica de las computadoras personales basadas en software de Microsoft frente a las de la competencia. La última versión fue lanzada en 2012 bajo el nombre “Microsoft Flight” aunque no tuvo un gran éxito comercial. En su versión más popular incluye un modo multijugador en el que se puede actuar como host o bien unirse a la sesión creada por otro usuario. El “host” es el que controla los parámetros principales en cuanto a meteorología, tipo de sesión e invitar a usuarios a la sesión. El simulador incluye tanto chat de texto como de voz. Permite crear canales con los que se pueden simular las comunicaciones entre pilotos, con el ATC, etc. La disponibilidad de los datos de la simulación se puede realizar mediante el uso de las librerías “Simconnect” desarrolladas por el propio Microsoft. No se dispone de herramien-

Simulación de vuelo en entornos multiusuario, experiencia del Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de RPAS

tas de desarrollo de aplicaciones para terceros. A grandes rasgos, se considera que este software está más enfocado a obtener un buen resultado gráfico que a la simulación del modelo de vuelo.

Prepar3d es un software de simulación desarrollado por Lockheed Martin. Se le considera heredero de Microsoft Flight Simulator ya que conserva una gran compatibilidad con el software desarrollado para él, incluidas las librerías “Simconnect”. Se mantiene en desarrollo, apareciendo nuevas versiones frecuentemente. El programa dispone también de un modo multiusuario a través de conexión a internet o bien mediante conexión LAN, en el que se pueden realizar sesiones con varios usuarios compartiendo los datos de vuelo. En cuanto al sistema de comunicación, dispone tanto de comunicación por chat escrito como por voz. El sistema por voz implementado en este simulador trata de ser lo más realista posible ya que entre sus opciones incluye una de “comunicación sólo activada para radio”, con la que los usuarios que quieran comunicarse entre sí habrán de utilizar la misma frecuencia. Esto es especialmente interesante para nuestros propósitos. El único inconveniente es que la obtención de información interna del simulador tiene algunas limitaciones técnicas respecto a la implementada en X-Plane.

X-Plane es un software desarrollado por Laminar Research. Actualmente en versión 10.36 y en desarrollo. Afirma ser el simulador de vuelo para PC más potente y con el modelo de vuelo más realista disponible. Se ofrece también como herramienta de ingeniería debido a la gran facilidad que ofrece para integrarlo con aplicaciones externas. Actualmente no dispone de tantos modelos de aeronaves como Microsoft Flight Simulator o Prepar3d pero permite que el usuario cree los suyos propios. El modelo meteorológico y su influencia sobre el comportamiento de la aeronave también están bastante desarrollados. X-Plane permite el vuelo en red tanto por internet como por conexión LAN, aunque el sistema propio transmite un gran volumen de datos lo que puede ocasionar problemas a la hora de realizar sesiones de simulación multiusuario a través de internet. Existen plugins de terceros que utilizan menos cantidad de información y sí permiten la simulación a través de internet, aunque están obsoletos y ofrecen resultados más bien pobres gráficamente y con errores en la determinación de la altitud de las aeronaves. En cuanto a la comunicación por voz, el software no incluye esta característica, sin embargo, existen programas adicionales que permiten la comunicación a través de internet.

Con esta información se concluye que para los objetivos que nos hemos planteado, se puede utilizar parte del sistema con el que ya se trabaja en la escuela (Yuste et al., 2014) al que se han hecho las siguientes modificaciones:

En primer lugar, buscando la máxima fidelidad gráfica se ha pasado a utilizar la última versión del software de simulación que permite aprovechar al máximo los computadores utilizados con procesadores de 64 bits. Experimentalmente se comprueba que el sistema multi-

P. Yuste, D. Sáez, H. Usach, I. Quintanilla y J. Vila

usuario de esta versión es suficiente para representar correctamente todo el tráfico que planeamos generar en un entorno de red local. El único inconveniente que aparece con el cambio de versión es la pérdida de la conexión entre el software de simulación de vuelo y el de simulación de control de tráfico. Por otro lado, se dispone de una consola de instructor que permite modificar todos los parámetros de la simulación a nivel global. Además se incorpora al sistema un generador de ATIS. De esta manera se inyecta en uno de los canales de comunicaciones una grabación de voz que contiene toda la información relevante para el tráfico cercano al aeródromo simulado (meteorológica, pistas en servicio, procedimientos especiales, etc.).

Con estas dos simples modificaciones, el sistema queda preparado para hacer una simulación que cumple los requisitos de simulación de entorno ATC demandados por OACI ya enumerados: Informes meteorológicos automáticos, conversaciones de fondo representativas, refuerzo del uso correcto de la fraseología y control del instructor sobre otros tráficos del entorno.

Requisitos para los pilotos de RPAS

El Real Decreto-ley 8/2014, de 4 de Julio regula provisionalmente la utilización profesional de las aeronaves tripuladas por control remoto (RPAS) en España. Entre otras cosas define cuáles son los requisitos que tienen que cumplir los candidatos a pilotos de estas aeronaves. Este Real Decreto se complementa posteriormente con una resolución de la Directora de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea en la que se publican los medios para conseguir estos requisitos. En concreto se definen dos cursos específicos de formación, que se denominan Básico y Avanzado, y se especifica que sus contenidos mínimos tienen que ser los siguientes:

- Reglamentación
- Conocimiento de la aeronave (genérico)
- Performance de la aeronave
- Meteorología
- Navegación e interpretación de mapas
- Procedimientos operacionales
- Comunicaciones
- Fraseología aeronáutica aplicable.
- Factores humanos para RPA

Simulación de vuelo en entornos multiusuario, experiencia del Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de RPAS

- Conocimientos ATC
- Comunicaciones avanzadas

Este temario está pensado para garantizar que el alumno adquiere unas competencias mínimas para desenvolverse en un entorno aeronáutico con seguridad. En concreto, las materias sobre Fraseología aeronáutica, Conocimientos ATC y Comunicaciones avanzadas están muy relacionadas, ya que las tareas de comunicaciones que tiene que realizar el piloto implican: Conocer con qué dependencia de control (ATC) debe comunicarse en cada momento, utilizar la fraseología correcta en cada caso de manera que se maximice la seguridad de la operación y realizar la misma garantizando la recepción del mensaje. Si además tenemos en cuenta que esto se debe hacer mientras se atiende a otras tareas relacionadas con el guiado de la aeronave, vemos la relación de estas materias con la de Factores Humanos. En esta materia el temario aprobado por Fomento ya incluye un apartado específico de gestión de la carga de trabajo.

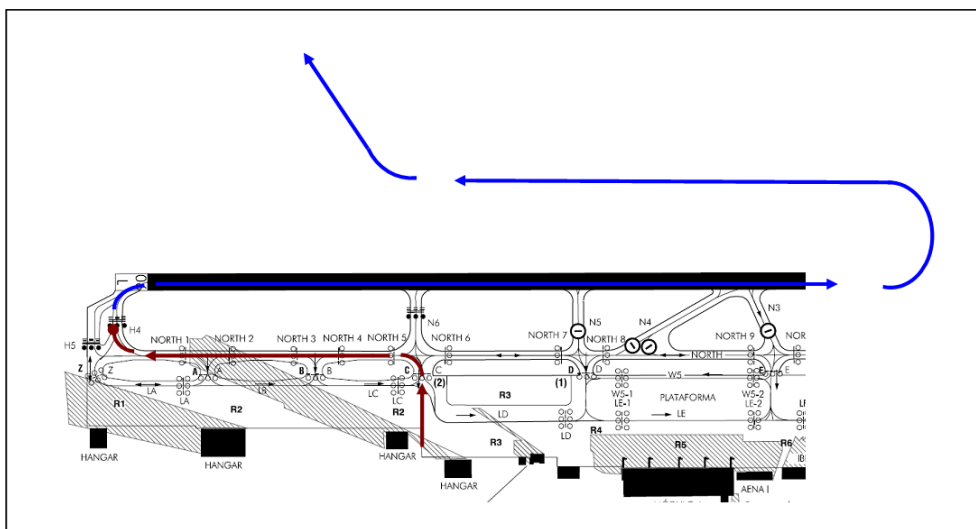
Para trabajar de manera conjunta estos contenidos, en el Diploma de Extensión Universitaria en Pilotaje de RPAS se ha planteado realizar una serie de sesiones en aula de simulación de vuelo, en las que cada piloto tiene que responsabilizarse de todas las tareas que su trabajo implica, incluyendo las relacionadas con las comunicaciones. En cada sesión, tras la explicación inicial del objetivo, el alumno debe comenzar preparando la información previa al vuelo que necesita. Para ello, lo primero es localizar la frecuencia del ATIS del aeródromo desde el que va a trabajar y escuchar e interpretar esta información. A continuación prepara la aeronave para la salida y va solicitando las autorizaciones necesarias. Esto lo hace comunicándose, en la frecuencia correcta, con el servicio ATC correspondiente a la fase de vuelo en que se encuentre. Durante toda la sesión, el alumno debe permanecer atento a la radio para escuchar la información que pueda ser relevante para su vuelo derivada del resto de conversaciones. También debe respetar la prioridad y esperar su turno para hablar cuando le corresponda. El trabajo en un sistema multiusuario, además, aumenta la riqueza del entorno que el alumno se va a encontrar, no teniendo que interactuar con sistemas automáticos sino con otros pilotos que, por otro lado, tienen su mismo nivel de formación. Como suelen cometer los mismos tipos de errores, esta forma de trabajo aumenta la cantidad y calidad de la realimentación que obtienen.

Un ejemplo de secuencia de comunicaciones puede ser la que aparece en la figura 1. Todos los alumnos seguirían simultáneamente variaciones de esta secuencia coordinándose entre sí. En primer lugar, tras escuchar la información ATIS, el piloto llama en la frecuencia de rodadura y solicita autorización para puesta en marcha. El controlador le autoriza y le asigna un código de transpondedor. Posteriormente, vuelve a llamar para solicitar autorización para rodar y el controlador le autoriza y le indica la ruta a seguir. Al llegar al punto de espe-

P. Yuste, D. Sáez, H. Usach, I. Quintanilla y J. Vila

ra de la pista se produce una nueva comunicación y el controlador de rodadura le indica la frecuencia en la que se debe comunicar con la torre de control. Cuando proceda, el controlador de torre le autoriza a entrar en pista y despegar y el piloto comunicará su posición cuando esté en el aire, al entrar en el circuito de tránsito de aeródromo y al abandonarlo. Además, en todos los casos, el piloto debe colacionar las autorizaciones, es decir, repetirlas para confirmar que se han recibido correctamente.

Figura 1. Secuencia de comunicaciones en salida. En rojo la comunicación es con el controlador de rodadura, en azul con el de torre.



En la figura 2 se puede ver un momento de esta secuencia, varios de ellos hacen cola en un punto de espera para poder entrar a la pista y despegar.

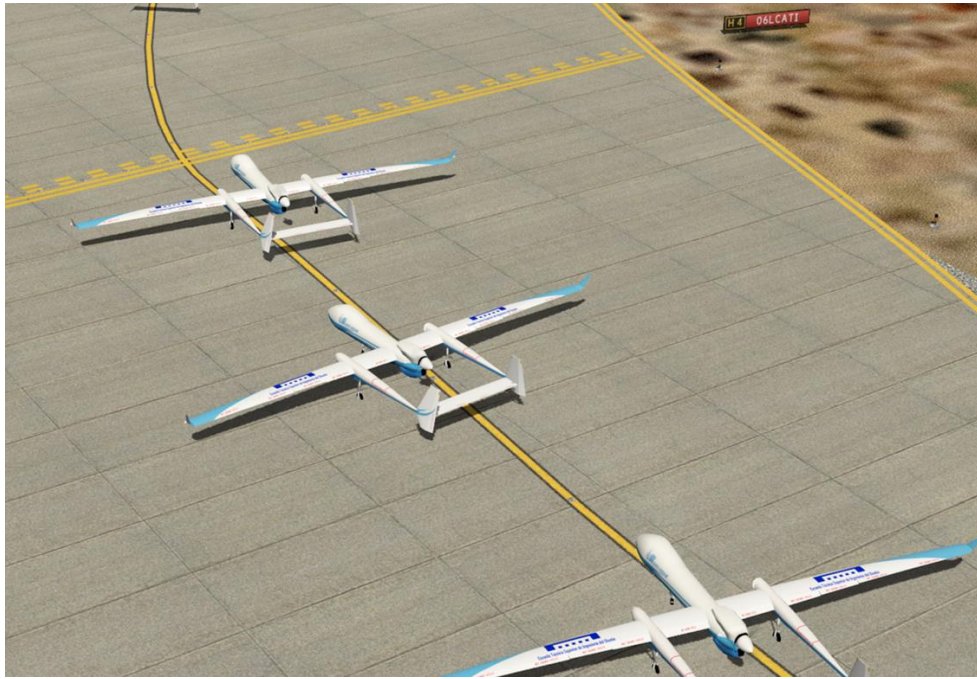
Con este planteamiento se consigue ir trabajando una serie de competencias específicas de varias de las materias. Si las desglosamos por materia podemos identificar las siguientes:

Comunicaciones (Incluyendo las materias *Comunicaciones avanzadas* y *Fraseología*):

El alumno utiliza los equipos que intervienen en la comunicación radioeléctrica, para ello necesita seleccionar correctamente las frecuencias correspondientes. En cada llamada aplica los procedimientos de llamada estandarizados entre piloto y ATC utilizando la fraseología adecuada a la situación. Se trabaja la fraseología a utilizar tanto en operación normal, como anormal y de emergencia. Estando en un entorno multiusuario, el alumno aprende a reconocer el instante en que puede iniciar la comunicación para evitar conflictos con el resto de usuarios.

Simulación de vuelo en entornos multiusuario, experiencia del Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de RPAS

Figura 2. Escenario típico en una simulación de vuelo multiusuario



Conocimientos ATC:

El alumno trabaja los conceptos de espacio aéreo estudiados en clase de teoría. En cada volumen de espacio aéreo por el que circula debe respetar las limitaciones que aparecen en las cartas correspondientes. En este caso, al utilizar el mismo espacio aéreo, los errores que puede cometer un alumno se hacen evidentes al resto de los pilotos. Un ejemplo de error relativo a la utilización de procedimientos ATC es el siguiente: Una aeronave que no ha recibido la autorización del controlador entra en el CTR por un corredor VFR. En principio el lugar por el que entra es correcto, pero al no haber recibido autorización puede entrar en conflicto con otro tráfico que esté dentro. En este caso el piloto que se ha visto afectado por la maniobra incorrecta tendrá que reaccionar frente a un imprevisto. El caso se analizará posteriormente con todos los alumnos.

Factores Humanos:

La carga de trabajo en el puesto de pilotaje es puntualmente muy alta cuando hace falta efectuar alguna comunicación por voz de manera simultánea con otras tareas. Si bien esto se puede trabajar en un entorno de simulación monopuesto junto con un instructor, el hecho

P. Yuste, D. Sáez, H. Usach, I. Quintanilla y J. Vila

de tener otras comunicaciones en el mismo canal complica el escenario, haciéndolo más real. Un ejemplo que se da frecuentemente es el caso de que un piloto que está en aproximación final tiene que configurar la aeronave para aterrizar, solicitar la autorización, esperar a recibirla y colacionarla. Si hay más comunicaciones en marcha, los tiempos se alargan más aún y el alumno comprueba la necesidad de prever este tipo de situaciones. Esto beneficia al alumno entrenándolo para tener una mejor conciencia situacional cuando esté en vuelo real.

Meteorología:

El alumno escucha la transmisión ATIS e interpreta el contenido. En este paso también se trabaja la competencia lingüística ya que el contenido se transmite en inglés. Posteriormente debe identificar qué componentes de esta información afectan a la seguridad del vuelo que se va a realizar y cómo preparar los instrumentos de acuerdo con esta información.

Procedimientos Operacionales:

Como se ha visto en el ejemplo de conocimientos ATC, la simulación en un entorno multiusuario pone de manifiesto de manera explícita cómo los errores e infracciones de un piloto afectan a la seguridad del resto de operaciones en su mismo espacio aéreo. Un error muy habitual es no hacer una lista de comprobación, o saltarse algún elemento al hacerla. La consecuencia de estos errores, cuando se trabaja en un entorno monousuario es una corrección por parte del instructor. En un entorno multiusuario las consecuencias son mucho más evidentes para el resto de pilotos. Por ejemplo: Un piloto no lee la lista de comprobación de entrada en pista y no enciende las luces estroboscópicas que le hacen visible al resto de tráficos en el aire. En el momento que despegue, el resto de pilotos lo pierden de vista y se dan cuenta de la importancia del paso que se ha saltado. Otros ejemplos incluyen: el uso de palabras y/o expresiones no estandarizadas que puedan dar lugar a confusión, el uso incorrecto del altímetro y los niveles de vuelo, etc. En general cualquier desviación del procedimiento normalizado. El número de situaciones totales que se dan se multiplica por el número de alumnos.

Utilización del sistema de comunicaciones por voz

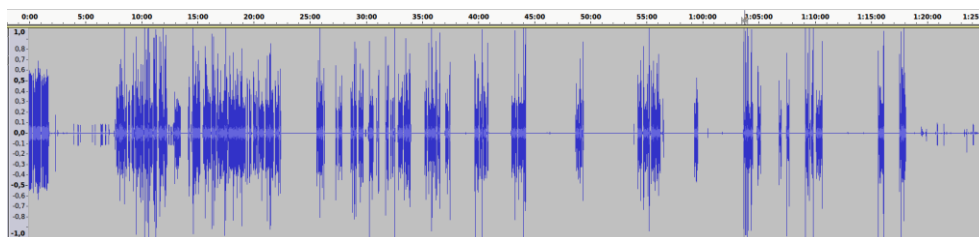
Se han grabado las sesiones de trabajo en el entorno de simulación y se ha procedido a analizar los datos obtenidos con el fin de cuantificar la mejora pedagógica obtenida con la innovación. En la figura 3 se puede ver la señal de audio de una sesión grabada directamente del sistema.

En la imagen se pueden apreciar los periodos de silencio y los periodos en los que el canal de audio está más activo. En los momentos en los que hay una mayor actividad en la radio el alumno debe esperar su turno para poder comunicarse con el controlador, lo cual en oca-

Simulación de vuelo en entornos multiusuario, experiencia del Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de RPAS

siones supone un número de intervenciones considerable. Tomando como ejemplo la sesión grabada, si analizamos la señal se pueden observar los siguientes resultados.

Figura 3. Grabación del canal de comunicaciones en una sesión de trabajo.



En primer lugar definimos la duración de la sesión desde el instante en que el primer alumno comienza la primera comunicación hasta que el último acaba su última intervención. La sesión así definida dura 70 minutos y 24 segundos, de los cuales la radio está en silencio 49 minutos y 51 segundos. Esto nos da una utilización de la radio del 29,2% del tiempo de la sesión.

Del tiempo en que se está utilizando la radio diferenciamos las comunicaciones simples y las comunicaciones encadenadas. Llamamos comunicación simple a la comunicación en la que cuando un interlocutor (piloto o controlador) acaba, la radio queda en silencio; y comunicaciones encadenadas a aquellas en las que inmediatamente el mismo u otro actor toma el canal. Hacemos esta distinción para evaluar la carga de trabajo que tiene el alumno, ya que cuando esto sucede es porque la persona que comienza a hablar estaba esperando para poder hacerlo. Según (Porterfield, 1997) la saturación en el canal de comunicaciones tiene una correlación muy alta con la carga de trabajo subjetiva. Si tenemos esto en cuenta en la comparación anterior, nos podemos hacer una idea de la carga de trabajo de los alumnos. En la figura 4 se muestran los tiempos dedicados a las diferentes comunicaciones, siendo: 480 segundos para las simples y 753 segundos para las encadenadas.

Por otro lado, si no consideramos la duración total sino el número de comunicaciones, la proporción se invierte. Se producen 197 comunicaciones, de las cuales 130 son simples y 67 encadenadas. El resultado es que el número de comunicaciones encadenadas es aproximadamente la mitad que el de las simples, aunque utilizan mucho más tiempo.

Podemos asumir que estos 67 eventos son momentos de congestión de la radio, en los que uno o varios usuarios de la misma están esperando para poder utilizarla. Si las analizamos podemos ver que las comunicaciones simples tienen una duración media de 3,7 segundos y las encadenadas de 11,2, como se aprecia en la figura 5. Este resultado refleja que cuando un usuario no puede acceder inmediatamente al canal el retraso acumulado se suma e influye en las siguientes comunicaciones, como es habitual en un entorno en el que múltiples clientes compiten por un único recurso.

P. Yuste, D. Sáez, H. Usach, I. Quintanilla y J. Vila

Figura 4. Utilización del canal de comunicaciones

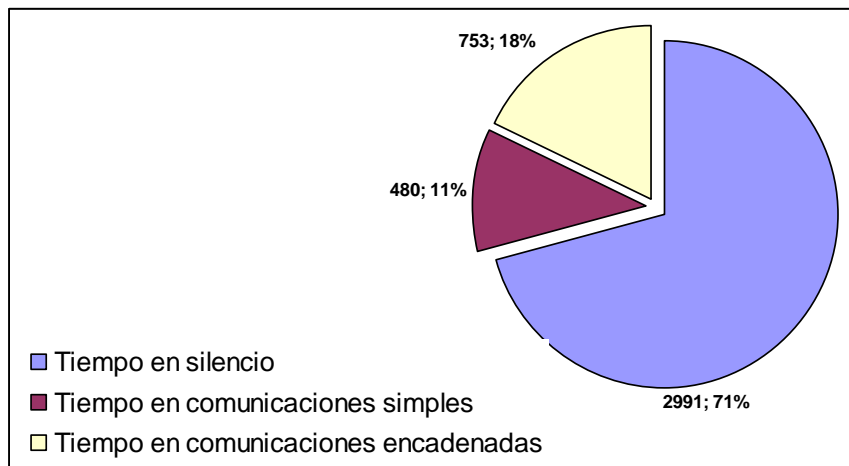
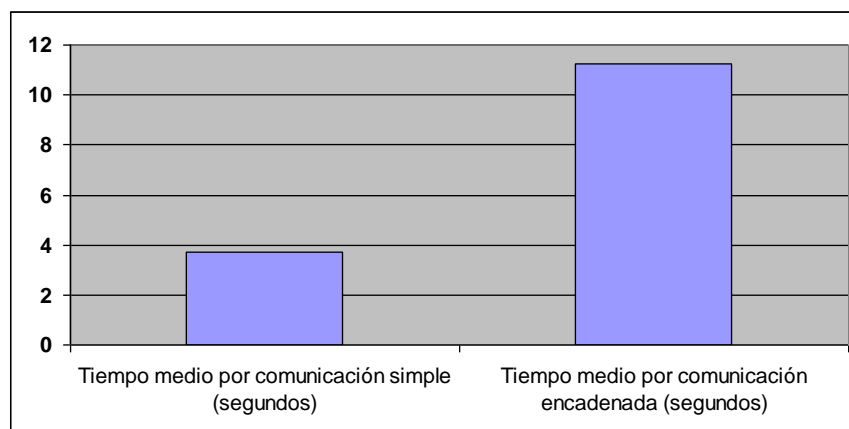


Figura 5. Tiempos medios de las comunicaciones



Conclusiones y trabajo futuro

La utilización de la radio por varios usuarios a la vez, con niveles de calidad de sonido diferentes representa un entorno muy real para la enseñanza de los procedimientos de comunicaciones. Los alumnos asumen una carga de trabajo más realista que trabajando con un instructor en un simulador. El alumno debe, simultáneamente, gestionar el vuelo, utilizar la fraseología correcta para cada situación, interpretar toda la información recibida y esperar al momento adecuado para iniciar las comunicaciones propias. Los resultados de utiliza-

Simulación de vuelo en entornos multiusuario, experiencia del Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de RPAS

ción del sistema de comunicaciones que se han obtenido se asemejan más a lo que ocurre en la realidad (Wang et al., 2011) que si el aprendizaje se hiciera en un simulador monopuesto, en el que el instructor hace las funciones de controlador y no se introducen factores adicionales ajenos al propio vuelo.

El aumento en realismo, cantidad y variedad de las comunicaciones y de la carga de trabajo, favorecen la adquisición de las competencias que se demandan para la operación de aeronaves pilotadas por control remoto.

Respecto a las líneas de trabajo futuro, en la experiencia se ha podido comprobar que, con una simulación multiusuario, el número de aeronaves simultáneamente en el aire es elevado y el tráfico que se genera es muy complejo. Esto hace que la información que proporciona la consola de instructor que se ha implantado no sea suficiente para ejercer correctamente la función de controlador aéreo. Si bien en el laboratorio se dispone de un software de simulación de control de tráfico aéreo, las versiones de los simuladores de vuelo y el de ATC no son compatibles. Para el futuro se plantea crear el software necesario para que el instructor pueda tener toda la información necesaria y para mejorar algunos aspectos técnicos de la integración de todos los sistemas. Esto, además, se podrá utilizar para que los alumnos conozcan de primera mano cuál es la visión que tiene el controlador del tráfico aéreo del trabajo que están realizando.

Referencias

- España. *Real Decreto-ley 8/2014, de 4 de Julio, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia*. Boletín Oficial del Estado, 5 de Julio de 2014, núm. 163, pp. 52544-52685.
- España, *Ministerio de Fomento. Resolución de la Directora de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea por la que se adoptan medios aceptables de cumplimiento y material guía para la aplicación del artículo 50 del Real Decreto-Ley 8/2014, de 4 de Julio, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia*. Madrid, 7 de Julio de 2014.
- ICAO, (2009) *Doc. 9625: Manual of criteria for the qualification of flight simulators. Ed.3*. Montreal
- Porterfield, D.H. (1997), *Evaluating controller communication time as a measure of workload*. International Journal of Aviation Psychology, 7(2), pp. 171.182
- Vila Carbó, J., Yuste Pérez, P., Fons Albert, B., Usach Molina, H. (2013). *Entorno de Simulación para la Docencia de la Navegación Aérea*. XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (CUIEET) pp. 110-122
- Wang, Y., Hu, M., Bellot, P., (2011). *Spatial, Temporal, and Grouping Behaviors in Controller Communication Activities*. 9th USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar (ATM2011).
- Yuste Pérez, P., Vila Carbó, J.A., Usach Molina, H. (2014). *Educational Framework for the Teaching of ATM at the Universitat Politècnica de València (UPV)*. The Fourth SESAR Innovation Days, Madrid.

¿Qué opinan de la metodología “flip teaching” los alumnos de nuevo ingreso?

Rosa M^a Alcover^a, Cristina Jordán^b, Esther Sanabria-Codesal^c y Elena Vázquez^a

^aDepartamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, UPV

^bInstituto de Matemática Multidisciplinar, UPV

^cDepartamento de Matemática Aplicada, UPV

ralcover@eio.upv.es, cjordan@mat.upv.es, esanabri@mat.upv.es, evazquez@eio.upv.es

Abstract

In recent times, methodological evolution in education has led to perform teaching and learning experiences focused on the outside class-time student's workload, posing as a primary objective the development of generic competences.

This paper provides information on the experience and results derived from the implementation of flip teaching methodology experience in "Matemática Discreta" (Discrete Mathematics) subject included in the E.T.S. de Ingeniería Informática curricula (Informatics Engineering Degree) at the Universitat Politècnica de València.

Keywords: *Flip teaching, Flip education, OCW, MOOC, Teaching and Learning, Competences.*

Resumen

La evolución metodológica de los últimos tiempos ha conducido a realizar experiencias docentes que ponen en valor el trabajo no presencial del alumno, planteándose como un objetivo primordial el desarrollo de competencias transversales. En este trabajo presentamos los resultados de la experiencia de implementar la metodología conocida como “flip teaching” en la asignatura Matemática Discreta del Grado de Ingeniería Informática de la E.T.S. Ingeniería Informática de la Universitat Politècnica de València.

Palabras clave: *Flip teaching, Flip education, OCW, MOOC, Enseñanza-aprendizaje, Competencias.*

¿Qué opinan de la metodología “flip teaching” los alumnos de nuevo ingreso?

Introducción

Los recientes desarrollos de los sistemas de gestión de la calidad en la Educación Superior y la demanda de formación en competencias transversales que surge del proceso de convergencia al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) han convertido el aprendizaje por competencias y el desarrollo e implantación de nuevas metodologías en aspectos fundamentales del diseño curricular de los programas de Grado y Máster, así como de los sistemas de evaluación interna de la propia universidad (Conchado, Vázquez, & Alcover, 2012).

En este contexto, el paradigma educativo se ha visto afectado tanto por la gran cantidad de contenidos digitales que actualmente inundan internet, como por las numerosas corrientes de innovación metodológica.

Por una parte, términos como asignatura OCW y MOOC se van volviendo cada vez más habituales en los ámbitos docentes, aún sin ser todavía muy conocidos por el gran público (Despujol, Turro, Busqueis, & Canero, 2014). La diferencia entre la ingente cantidad de material online existente y estas nuevas modalidades de formación institucional estriba en que, en estas, los contenidos se encuentran perfectamente estructurados y, en el caso particular de los MOOC, se cuenta con la presencia de un profesor y diversos foros de discusión profesor-alumno, alumno-alumno para dinamizar su seguimiento. Inicialmente, algunas voces auguraban que estos cursos iban a suponer una gran revolución educativa. Sus detractores alertaban del peligro de una potencial desaparición de la universidad presencial tal y como la conocemos hoy día. Sin embargo, su puesta en marcha ha revelado, a través del análisis de estadísticas referentes a las matrículas, los abandonos, etc., que su implementación de forma generalizada tiene importantes puntos débiles, difíciles de salvar. Podemos citar por ejemplo: la falta de acceso a internet en lugares del mundo poco desarrollados, la diversidad de idiomas, la dificultad para certificar los conocimientos adquiridos, la falta de tiempo del alumnado (trabajo, obligaciones,...), etc. (Cordero, Jordán, Sanabria-Codesal & Torregrosa, Preprint).

Paralelamente, las corrientes que animan a la innovación docente en las aulas han cobrado fuerza siendo cada vez mayor el número de profesores que se involucran en este tipo de experiencias. Una de las tendencias metodológicas que está en auge en los últimos años es la conocida como educación inversa o “flip teaching”. En esta, el estudio previo a la sesión en aula del alumno tiene mucho peso, por lo que las asignaturas OCW y los cursos MOOC resultan de gran apoyo, pues presentan el material online estructurado como una asignatura.

Flip Teaching

La evolución metodológica de los últimos tiempos ha conducido a realizar experiencias docentes que ponen en valor el trabajo no presencial del alumno, planteándose como un objetivo primordial el desarrollo de competencias transversales como: comprensión e

Rosa M^a Alcover, Cristina Jordán, Esther Sanabria-Codesal y Elena Vázquez

integración de contenidos, análisis y resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo en grupo, aprendizaje permanente, etc.

En concreto, la metodología “flip teaching” se caracteriza por intercambiar el rol del alumno dentro y fuera del aula. La diferencia más destacada con metodologías de tipo tradicional es que, en este caso, el alumno adquiere de forma autónoma y previa a la clase la información relevante a tratar en ella, trabajando con los materiales docentes propuestos por el profesor. En consecuencia, el papel de este también se modifica. Además de diseñar actividades y material docente, una de las principales facetas de su labor es facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la interacción con los alumnos en el aula (Jordán, Sanabria-Codesal, & Pérez-Peñalver, 2014).

La existencia de los materiales “online” mencionados (OCW y MOOC) facilita el estudio previo a la clase presencial, permitiendo en esta un intercambio de ideas que resulta más fructífero que una clase de tipo expositivo. Siguiendo esta filosofía, hemos utilizado este tipo de materiales para implementar la metodología “flip teaching” en nuestras asignaturas.

Finalmente, hay que tener en cuenta que actualmente se tiende a que la evaluación sea por competencias en lugar de exclusivamente por contenidos. En este sentido, cabe destacar, como parte del proceso de adaptación al EEES, la relevancia de la definición y evaluación de las competencias en los planes de estudio (Conchado, Bas & Carot, *in press*)

Valorar la adquisición de estas adecuadamente implica dificultades, tales como la existencia de múltiples componentes lo que imposibilita medirla mediante los procedimientos tradicionalmente utilizados en la evaluación del conocimiento (Heijke, Meng, & Ramaekers, 2003). Algo similar ocurre con la evaluación de la efectividad de los distintos métodos de aprendizaje.

En este sentido, la auto-evaluación emerge como un procedimiento apropiado para obtener información sobre la percepción que los estudiantes tienen sobre su propia adquisición de competencias, así como de la calidad de la enseñanza (Van der Velden & Allen, 2011). Ello nos conduce a la realización de encuestas, que nos proporcionarán información directa de la opinión de nuestros alumnos sobre el éxito de nuestra metodología en su aprendizaje.

Objetivo

En este trabajo presentamos una experiencia llevada a cabo en algunos grupos de la asignatura Matemática Discreta de primer curso de grado de Ingeniería Informática de la ETS Ingeniería Informática (ETSINF) de la Universitat Politècnica de València (UPV).

¿Qué opinan de la metodología “flip teaching” los alumnos de nuevo ingreso?

Método

Instrumento

Dentro de la línea de investigación conocida como “*Student’s Approaches to Learning*” (Biggs & Tang, 2011; Entwistle, 2007; Prosser & Trigwell, 1999), y con el fin de disponer de información cuantitativa sobre las experiencias de enseñanza-aprendizaje que faciliten la evaluación de su efectividad, se pueden utilizar diversos tipos de instrumentos. Estos instrumentos tienen como objetivo identificar y definir las múltiples dimensiones o características que determinan el proceso de enseñanza-aprendizaje para poder cuantificarlo y evaluarlo. Esta caracterización del citado proceso se ha abordado históricamente desde dos perspectivas. La primera trata de cuantificarlo mediante un constructo multidimensional (Greene & Saridakis, 2007; Marsh, 1987), y poder recolectar datos con los que obtener un indicador de calidad de la docencia denominado *buena docencia* (“*good teaching*”). Las dimensiones de mayor relevancia de este constructo fueron desarrolladas inicialmente por Feldman (1976, 1996). La segunda perspectiva pretende cuantificar el proceso enseñanza-aprendizaje a partir de las características del aprendizaje obtenidas de la percepción que el estudiante tiene de la tarea académica influida por sus propias cualidades personales y entorno (Marton, Hounsdell, & Entwistle, 1997), dentro de lo que se conoce como *enfoques del aprendizaje* (“*approaches to learning*”).

A grandes rasgos se puede decir que, dependiendo del enfoque (enseñanza, aprendizaje o ambos) o ámbito de aplicación (nivel individual), existen diferentes tipos generales de cuestionarios.

En la experiencia que presentamos, relativa a la implementación de la metodología “flip teaching”, el instrumento utilizado para la evaluación de la enseñanza-aprendizaje está basado en el cuestionario “*Course Experience Questionnaire*” (CEQ) (Ramsden, 1991). Este tipo de cuestionario permite estudiar la percepción que tienen los estudiantes de los entornos de enseñanza-aprendizaje y la relación de los factores subyacentes a estos con los diferentes enfoques de aprendizaje (Biggs & Tang, 2011).

El cuestionario CEQ se ha usado habitualmente en procesos de control de calidad de titulaciones completas en instituciones de educación superior. Sin embargo, también se ha pasado a los alumnos, a nivel individual, con fines de investigación relacionados con experiencias de innovación relativas al proceso de enseñanza-aprendizaje (Ellis & Goodyear, 2013).

Adicionalmente, al disponer de una versión traducida al español y validada (González, López, & Montenegro, 2012), tenemos la confianza de que el cuestionario cumple con los mínimos necesarios (traducción, “back translation”, análisis de validez y fiabilidad) de un

Rosa M^a Alcover, Cristina Jordán, Esther Sanabria-Codesal y Elena Vázquez

instrumento construido originalmente en otro idioma y con otro contexto cultural, como es el asiático o el australiano.

El cuestionario CEQ fue diseñado y validado inicialmente por Ramsden (1991). En su versión original contiene 30 ítems agrupados en 5 escalas: *buena docencia*, *metas y objetivos claros*, *carga de trabajo apropiada*, *evaluación apropiada* y *énfasis en independencia*. Posteriormente fue revisado y se le añadieron otras escalas relacionadas con el papel de las instituciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje, los recursos, la motivación, etc. En concreto, en 2001, McInnis, Griffin, James & Coates diseñaron y validaron 6 escalas adicionales: *apoyo a los estudiantes*, *recursos de aprendizaje*, *organización del grado académico*, *comunidad de aprendizaje*, *cualidades del graduado* y *motivación intelectual*. Más recientemente, se han elaborado escalas que evalúan elementos adicionales en el aprendizaje de los estudiantes, como, por ejemplo, el progresivo uso de “e-learning” en instituciones de educación superior. En este sentido, Ginns & Ellis (2009) diseñaron y validaron la escala “e-learning”.

En la actualidad, las cualidades que posee un graduado se miden por el nivel alcanzado en las competencias asociadas al título. Por ello, hemos decidido añadir una escala que permita cuantificar la percepción por parte del alumnado de la adquisición de estas, ya sean competencias transversales o específicas.

El instrumento que hemos utilizado en esta investigación está basado en una versión corta (17 ítems) de la versión en español del cuestionario CEQ que incluye 7 escalas: *buena docencia*, *evaluación apropiada*, *carga de trabajo apropiada*, *metas y objetivos claros*, “*flip teaching*”, *competencias genéricas* y *competencias específicas* (**Tabla 1**).

Por último, con el fin de disponer tanto de un indicador global sobre la experiencia como de información adicional cuantitativa, hemos agregado, por un lado, la escala de *satisfacción general de los estudiantes* relativa a la asignatura y, por otro, una batería de preguntas sobre el tipo de acceso a los estudios universitarios, las calificaciones obtenidas previamente en matemáticas y si estas le resultaban atractivas. Este último ítem indica, en nuestra opinión, una mejor predisposición hacia esta materia.

Tabla 1. Descripción de las escalas e ítems del cuestionario

Escala “Buena docencia”		
Ítem	Variable	Descripción
1	Prof01	El profesor hace comentarios útiles para mi aprendizaje sobre las actividades que realizo
2	Prof02	El profesor me motiva a hacer mejor mi trabajo
3	Prof03	El profesor explica bien la materia
4	Prof04	El profesor se esfuerza en hacer interesante la materia
5	Prof05	El profesor se esfuerza en ayudarme con mis dificultades en la materia

¿Qué opinan de la metodología “flip teaching” los alumnos de nuevo ingreso?

Escala “Evaluación apropiada”		
Ítem	Variable	Descripción
6	Eval01	El profesor parece más interesado en evaluar lo que he memorizado que lo que he comprendido

Escala “Carga de trabajo apropiada”		
Ítem	Variable	Descripción
7	ASIG01	La carga de trabajo que supone la asignatura es elevada
8	ASIG02	El amplio temario de la asignatura impide que todo pueda ser comprendido con detalle

Escala “Metas y objetivos claros”		
Ítem	Variable	Descripción
9	MOC1	Desde el inicio del curso el profesor dejó claras las exigencias necesarias para superar la asignaturas

Escala “Flip teaching”		
Ítem	Variable	Descripción
10	GFLIP01	La metodología flip (visualizar vídeos en casa y utilizar el tiempo de clase para aclarar conceptos y resolver ejercicios) ayudó a mi aprendizaje
11	GFLIP02	La interacción profesor-alumno que genera la metodología flip ayudó a mi aprendizaje
12	GFLIP03	Los recursos en PoliformaT de la asignatura fueron de utilidad en mi aprendizaje

Escala “Competencias genéricas”		
Ítem	Variable	Descripción
13	COM01	Mi habilidad para trabajar en grupo ha mejorado

Escala “Competencias específicas”		
Ítem	Variable	Descripción
14	COM02	Mi capacidad de razonamiento y análisis ha mejorado
15	COM03	He avanzado en mi comprensión de las matemáticas
16	COM04	Mi capacidad de expresarme correctamente en lenguaje científico ha mejorado
17	COM05	Mi capacidad de comprender correctamente el lenguaje científico ha mejorado

Escala “Satisfacción general”		
Ítem	Variable	Descripción
18	SATG	Globalmente, estoy satisfecho con la calidad del curso

Datos personales		
Ítem	Variable	Descripción
19	PROC	Antes de entrar en la universidad cursé estudios de
20	NPREV	La nota media que obtuve en ellos fue
21	MOT1	Me gustaban las matemáticas antes de entrar a la universidad

Rosa M^a Alcover, Cristina Jordán, Esther Sanabria-Codesal y Elena Vázquez

Análisis de los datos de la encuesta

Hemos analizado los resultados de la encuesta empleando diferentes técnicas estadísticas descriptivas. Para el tratamiento estadístico de los datos usamos el software estadístico Statgraphics Centurión (Statgraphics®, 2009).

En primer lugar, llevamos a cabo un análisis descriptivo unidimensional de los ítems de la encuesta (variables, utilizando la terminología estadística) que pudieran resultar más relevantes. Dada la naturaleza de las variables manejadas, en el análisis unidimensional de los datos hemos utilizado tablas de frecuencias, diagramas de sectores y diagramas de barras.

Considerando que la mayoría de las variables manejadas en la encuesta son discretas de naturaleza cualitativa, a continuación realizamos un tratamiento descriptivo de las tablas de contingencia o tablas de frecuencias bidimensionales. Estas se han construido a partir de parejas de ítems de la encuesta que pudieran plantear a priori algún tipo de relación.

Además, para aquellas variables medidas sobre una escala Likert, la tabla de contingencia nos ha permitido estudiar la posible relación entre los ítems situados en filas y columnas de la tabla, así como el sentido o dirección de esta relación. De esta manera hemos conseguido información adicional en la interpretación de resultados.

Resultados

En general, los análisis unidimensionales realizados para las diferentes variables, generadas a partir de los ítems del cuestionario, pueden proporcionar una información muy útil al profesor con el fin de plantear su docencia para el siguiente curso. En nuestra opinión, estos análisis señalan tanto aspectos susceptibles de mejora como aspectos muy bien valorados por los alumnos, que siempre es interesante potenciar.

Aunque dispongamos de información de la asignatura proporcionada por el “feedback” diario, lo que permite adaptar algunos aspectos de la docencia, es muy interesante conocer la opinión del alumno de forma anónima, con el fin de tomar las medidas oportunas para el próximo curso. En esta línea, se pueden citar los análisis de ítems tales como “la carga de trabajo que supone la asignatura es elevada” o “la interacción profesor-alumno que genera la metodología “flip education” ayudó a mi aprendizaje”.

A continuación, mostramos los análisis realizados de algunas variables en relación a estos ítems del cuestionario.

En primer lugar, analizamos el diagrama de barras de las calificaciones de acceso a la universidad para los alumnos objeto de estudio, denotado como variable NPREV (**Figura**

¿Qué opinan de la metodología “flip teaching” los alumnos de nuevo ingreso?

1). Observamos que el 75% de los alumnos presenta notas de acceso inferiores a 8 puntos. De ellos, la mayor parte presenta notas de acceso entre 6 y 7,9 puntos. En cuanto a esta característica, podemos considerar que la muestra de alumnos analizada es representativa de la población de alumnos de grado matriculados actualmente en la ETSINF.

En relación con la metodología seguida en la asignatura presentamos, a modo de ejemplo, los diagramas de barras de los ítems “La metodología flip ayudó a mi aprendizaje (GFLIP01)” (**Figura 2**) y “La interacción profesor–alumno que genera la metodología flip ayudó a mi aprendizaje (GFLIP02)” (**Figura 3**).

La lectura del diagrama de la **Figura 2** nos indica que un 55% de los alumnos considera que el visualizar vídeos en casa y utilizar el tiempo de clase para aclarar conceptos y resolver ejercicios ayudó a su aprendizaje, mientras que un 30% del alumnado muestra una opinión desfavorable al respecto.

Figura 1 Calificaciones de acceso a la universidad

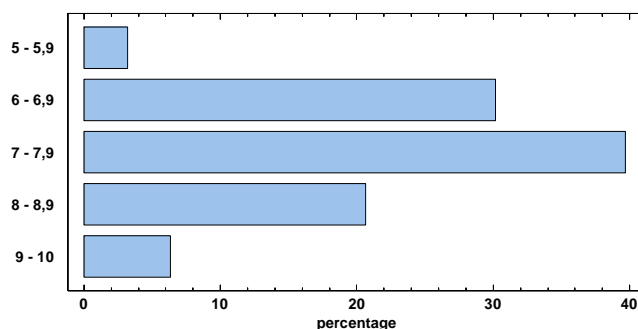
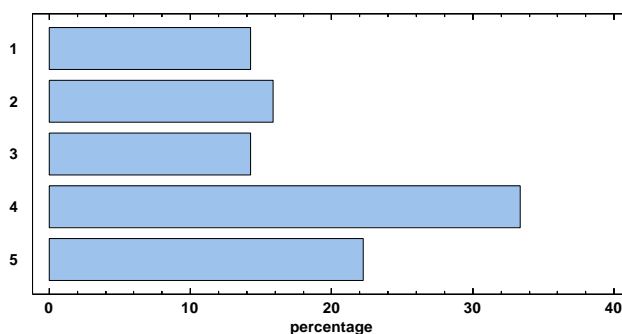


Figura 2 La metodología flip ayudó a mi aprendizaje



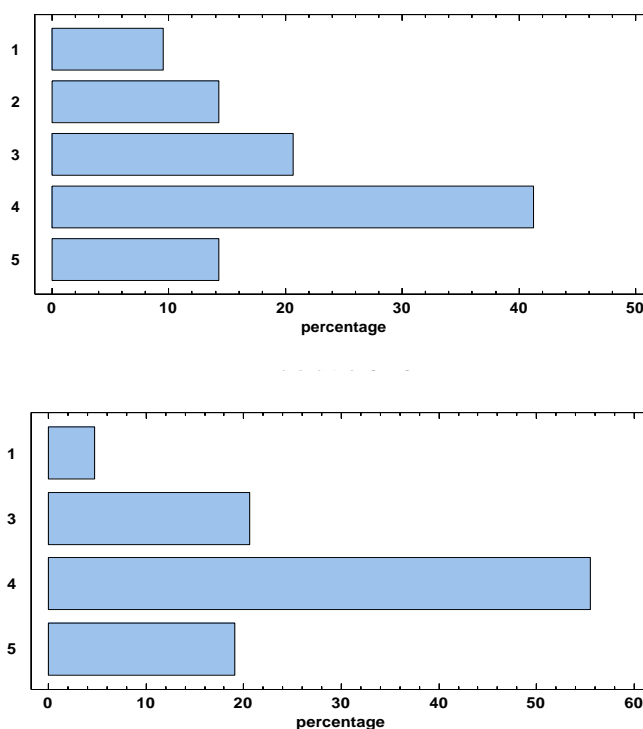
En la **Figura 3** se observa que aproximadamente el 56% de los alumnos considera que la interacción profesor-alumno que genera la metodología “flip education” ayudó a su

Rosa M^a Alcover, Cristina Jordán, Esther Sanabria-Codesal y Elena Vázquez

aprendizaje en la asignatura. Menos de un 24% de los alumnos opina que esta interacción no ha contribuido a su aprendizaje, mientras que un 20% se muestra indeciso.

Con el fin de no extender excesivamente la exposición del trabajo, mostramos finalmente y como resumen los resultados del análisis del ítem “estoy satisfecho con la calidad de la asignatura (SATG)” en la **Figura 4**. El concepto de calidad puede ser algo subjetivo y depender de lo que cada alumno considere bajo este nombre. Algunos pueden englobar en este término aspectos que quizá no hayamos considerado. Aun así, se trata de una característica deseable y que puede resumir la percepción global del alumno respecto a las diferentes dimensiones tenidas en cuenta en la encuesta: metodología, asignatura, profesor, evaluación y competencias.

Figura 3 La interacción profesor-alumno que genera la metodología flip ayudó a mi aprendizaje



Tal como muestra el diagrama de barras de la **Figura 4**, cabe destacar que en este caso ningún alumno se decantó por la valoración “poco satisfecho”, 2 en la escala Likert. Más del 74% de los alumnos afirma sentirse bastante satisfecho o muy satisfecho con la calidad

¿Qué opinan de la metodología “flip teaching” los alumnos de nuevo ingreso?

de la asignatura, mientras que solo un 4,76% afirmó no sentirse nada satisfecho con la calidad de esta.

Como ya se ha comentado en la sección anterior, otro de los análisis estadísticos realizados ha consistido en el tratamiento descriptivo de las tablas de contingencia. Estas tablas se han construido a partir de parejas de ítems de la encuesta que pudieran plantear a priori algún tipo de relación. Por ejemplo, la posible influencia del grupo al que asiste el alumno con una mayor aceptación de la metodología o la relación entre las características de la propia metodología y el logro de ciertas competencias de la asignatura, entre otras.

En total, hemos analizado 28 parejas de ítems mediante tablas de contingencia. Pensamos que incluir la totalidad de las tablas en este trabajo resultaría innecesario e incluso, dada su extensión, le quitaría legibilidad. Por este motivo, hemos decidido comentar los resultados de aquellas tablas que, bajo nuestro punto de vista, conducen a conclusiones más interesantes.

Con el fin de pulsar el nivel de motivación de los alumnos de los grupos encuestados en la materia (matemáticas), planteamos una tabla de contingencia relacionando los ítems: grupo y nivel de motivación (este último reflejado en la variable “me gustaban las matemáticas antes de entrar a la universidad (MOT1)”. No hemos detectado diferencias relevantes en los grupos analizados respecto a la distribución de frecuencias. Por tanto, la muestra de alumnos considerada se puede considerar homogénea respecto a su motivación en la materia.

Tampoco se han detectado diferencias importantes entre los grupos de matrícula de los alumnos en relación a la preferencia por la metodología flip seguida en la asignatura.

En cuanto a la influencia de la propia metodología “flip education” en las competencias de la asignatura (titulación), los alumnos consideran que el hecho de visualizar vídeos en casa y utilizar el tiempo de clase para aclarar conceptos y resolver ejercicios les ha ayudado a mejorar su capacidad de razonamiento y análisis. Sin embargo, no apreciamos en los datos analizados que la metodología ayude a incrementar la capacidad para comprender o expresarse correctamente en lenguaje científico, ni para mejorar la habilidad de trabajo en grupo.

En relación a la interacción profesor-alumno que genera esta metodología, los alumnos que mejor valoran esta interacción en su aprendizaje son también los que piensan que su capacidad de razonamiento y análisis ha mejorado. En la línea de lo que hemos comentado en el párrafo anterior, no detectamos en los datos analizados que esta interacción profesor-alumno conduzca a una clara mejora en la capacidad para comprender correctamente el lenguaje científico, ni a mejorar la capacidad para expresarse correctamente en lenguaje científico, ni a mejorar la habilidad para trabajar en grupo.

Rosa M^a Alcover, Cristina Jordán, Esther Sanabria-Codesal y Elena Vázquez

Respecto a los recursos utilizados por el profesor y disponibles en la plataforma educativa PoliformaT, en general, los alumnos valoran mejor la utilidad de estos en su aprendizaje conforme aumenta su percepción de que han avanzado en la comprensión de las matemáticas.

Por otra parte, no todos los profesores que siguen una misma metodología son igualmente valorados por los alumnos, lo que también es válido para esta metodología. Pero, ¿cuál es la opinión del alumno respecto a un profesor que realmente se implique en la metodología activa del “flip teaching”?

Por ejemplo, el análisis de los datos pone de manifiesto una relación positiva entre el esfuerzo del profesor en hacer interesante la materia y el avance de los alumnos en la comprensión de la materia.

Además, los comentarios del profesor respecto a las actividades que los alumnos realizan son mejor valorados por estos conforme su percepción en la mejora de la capacidad de razonamiento y análisis es más positiva. Lo mismo ocurre respecto a su capacidad para expresarse correctamente en lenguaje científico. Es importante resaltar que los alumnos valoran muy positivamente los comentarios personalizados que el profesor hace de su trabajo.

El análisis en los grupos de control confirma que cuanto más valoran los alumnos el ítem “el profesor explica bien la materia (PROF03)”, también muestran una mayor “satisfacción general con la asignatura (SATG)”. Esta posible relación entre las variables se muestra en la **Tabla 2**. La variable PROF03 se encuentra situada en las filas de la tabla de contingencia, mientras que la variable SATG ocupa las columnas.

Aunque las dos variables vienen medidas en la misma escala Likert de 1 a 5, señalaremos que no hay ninguna observación que involucre la opción 1 para PROF03, por tanto, no hay ningún alumno que esté en total desacuerdo con la cuestión planteada en la encuesta “el profesor explica bien la materia”. Esta sería una primera conclusión positiva. Probablemente, en este primer ítem los alumnos no consideran todos los factores que conducen a explicar bien la materia: interacción profesor-alumno, ritmo y estructura de las clases, material docente utilizado, evaluación adecuada, etc. Al haber aparecido estas cuestiones como preguntas de la encuesta, probablemente el alumno ha considerado que este ítem en particular se refiere a la claridad con la que el profesor transmite los conceptos o ideas a los estudiantes.

Además de presentar las frecuencias marginales para los diferentes valores de cada una de las dos variables (valores en la última fila y columna), la tabla también proporciona las frecuencias condicionales de la variable SATG respecto a PROF03. Los alumnos que

¿Qué opinan de la metodología “flip teaching” los alumnos de nuevo ingreso?

consideran que el profesor explica mejor la materia, son los que, en general, más satisfechos se encuentran con la asignatura.

Tabla 2. Tabla de frecuencias bidimensional de PROF03 frente a SATG

	1	3	4	5	Fila Total
2	2	1	0	0	3
	66,67%	33,33%	0,00%	0,00%	4,76%
3	0	3	4	0	7
	0,00%	42,86%	57,14%	0,00%	11,11%
4	0	5	16	2	23
	0,00%	21,74%	69,57%	8,70%	36,51%
5	1	4	15	10	30
	3,33%	13,33%	50,00%	33,33%	47,62%
Columna Total	3	13	35	12	63
	4,76%	20,63%	55,56%	19,05%	100,00%

Así, podemos observar que este porcentaje oscila entre el 0%, para los que no están muy de acuerdo con que el profesor explica bien la materia, al 57,14% (57,14% + 0%) para los que están medianamente de acuerdo, pasando al 78,27% (69,57% + 8,70%) y 83,33% (50% + 33,33%) para los que están bastante y muy de acuerdo con las explicaciones del profesor respectivamente.

Finalmente destacar otro resultado obtenido del análisis de la encuesta, los alumnos que mejor valoran al profesor como elemento motivador en su trabajo son también la mayoría de los que opinan que avanzan en la comprensión de la materia (86,67% frente a 52,94%).

Conclusiones

Del análisis realizado podemos concluir que, en opinión de los alumnos:

- El éxito de la implementación de la metodología “flip teaching” depende en gran medida de la implicación del profesor
- La metodología “flip teaching” favorece el aprendizaje dado que mejora la adquisición de la competencia análisis y resolución de problemas

Sin embargo, debemos señalar que no hemos detectado que los alumnos consideren que esta metodología mejore la competencia de trabajo en grupo.

Por otro lado, esta metodología no es del agrado de todos los alumnos, ya que el 4,76% afirmó no sentirse nada satisfecho con la calidad de la asignatura. Es conveniente por tanto tener presente este dato de cara al curso próximo y trabajar todo lo posible para reducir este porcentaje.

Rosa M^a Alcover, Cristina Jordán, Esther Sanabria-Codesal y Elena Vázquez

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por Universitat Politècnica de València, convocatoria PIMES 2014-2015, Ref. B011.

Referencias

- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University* (4th Ed.). Maidenhead: McGraw Hill Education & Open University Press.
- Conchado, A., Vázquez, E., & Alcover, R. (2012). Estudio sobre competencias en la materia de Estadística del Grado en Ingeniería Informática. In *V Jornada de Innovación Docente JIDINF'12* (pp. 23–23).
- Despujol, I. M., Turro, C., Busqueis, J., & Canero, A. (2014). Analysis of demographics and results of student's opinion survey of a large scale mooc deployment for the spanish speaking community. In *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings* (pp. 1–8). IEEE. doi: 10.1109/FIE.2014.7044102
- Ellis, R., & Goodyear, P. (2013). *Students' Experiences of e-Learning in Higher Education: The Ecology of Sustainable Innovation*. Routledge.
- Entwistle, N. (2007). Research into student learning and university teaching. *British Psychological Society, 1*(18), 1–18.
- Feldman, K. A. (1976). The superior college teacher from the students' view. *Research in Higher Education, 5*(3), 243–288. doi: 10.1007/BF00991967
- Feldman, K. A. (1996). Identifying exemplary teaching: Using data from course and teacher evaluations. *New Directions for Teaching and Learning, 1996* (65), 41–50. doi: 10.1002/tl.37219966509
- Ginns, P., & Ellis, R. A. (2009). Evaluating the quality of e-learning at the degree level in the student experience of blended learning. *British Journal of Educational Technology, 40* (4), 652–663. doi: 10.1111/j.1467-8535.2008.00861.x
- González, C., López, L., & Montenegro, H. (2012, May 3). Análisis de confiabilidad y de validez del instrumento "Course Experience Questionnaire" (CEQ). *Educación y Educadores*.
- Greene, F. J., & Saridakis, G. (2007). National Council for Graduate Entrepreneurship Understanding the Factors Influencing Graduate Entrepreneurship, (March), 1–69.
- Heijke, H., Meng, C., & Ramaekers, G. (2003). An investigation into the role of human capital competences and their pay - off. *International Journal of Manpower, 24*, 750–773.

¿Qué opinan de la metodología “flip teaching” los alumnos de nuevo ingreso?

- Jordán, C., Sanabria-Codesal, E., & Pérez-Peñalver, M. J. (2014). Investigación del impacto en un aula de matemáticas al utilizar flip education. *Pensamiento Matemático*, 4 (2).
- Marsh, H. W. (1987). Students' evaluations of University teaching: Research findings, methodological issues, and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, 11, 253–388.
- Marton, F., Hounsdell, D., & Entwistle, N. (1997). *The experience of learning: Implications for teaching and studying in higher education* (Internet.). Edinburgh: Centre for Teaching, Learning and Assessment.
- McInnis, C., Griffin, P., James, R., & Coates, H. (2001). *Development of the course experience questionnaire (CEQ)*.
- Prosser, M., & Trigwell, K. (1999). *Understanding learning and teaching: The experience in higher education*.
- Ramsden, P. (1991). A performance indicator of teaching quality in higher education: The Course Experience Questionnaire. *Studies in Higher Education*, 16(2), 129–150. doi:10.1080/03075079112331382944
- Statgraphics®. (2009). Statgraphics® Centurion XVI. *StatPoint Technologies Inc, Warrenton*.
- Van der Velden, R., & Allen, J. (2011). The flexible professional in the knowledge society: Required competences and the role of Higher Education. In J.Allen & R. Van der Velden (Eds.), *The flexible professional in the knowledge society: New challenges for Higher Education* (pp. 15–54). Dordrecht: Springer.

Aplicación de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza Universitaria.

Molines Cano, JM^b, Llinares Millán, J^a, Torner Feltre, ME^a, Navarro García, ML^a

^aDepartamento de Construcciones Arquitectónicas. marieutf@hotmail.com; mlnavarr@csa.upv.es; jllinares@csa.upv.es. ^bDepartamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras.

Abstract

The framework can be developed now learning is totally different from what we previous generations. This is due to the emergence of concepts like virtuality, new roles of teachers and students, new training materials, ect. Information Technologies and Communication, ICT commonly called, are a new challenge in the teaching-learning process, which is emerging under the Information Society with the new features of computers, telephony and especially the Internet, which provides access to all types of communication available everywhere, providing a new form of instant communication and omnipresent.

But these new methods of teaching and learning at the university level, the ICT itself does not guarantee a positive and simple compared to traditional methods. Represent a significant adaptation of educational programs, quality control of materials and virtual services, as well as teacher training, which will be the main driver towards its customers, the students. This paper proposes a study on the impact that the introduction of new technologies in the Spanish university and especially in various groups of the Polytechnic University of Valencia, as well as the diverse needs and awareness necessary for optimum performance in order to advance, obtain a leading, cutting-edge teaching techniques in the society in which we operate and in comparison with the European framework.

Keywords: *Nuevas tecnologías, TIC, sociedad de la información, el Campus Virtual, Curso Web.*

Resumen

El marco en el que ahora se pueden desarrollar los aprendizajes es totalmente distinto al que teníamos generaciones anteriores. Ello es debido a la

Aplicación de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza Universitaria.

aparición de conceptos como la virtualidad, nuevos roles del profesorado y de los estudiantes, nuevos materiales formativos, ect. Las tecnologías de la Información y la Comunicación, llamadas comúnmente TIC, suponen un nuevo reto en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje, el cual se va perfilando el marco de la sociedad de la información con las nuevas prestaciones de los ordenadores, la telefonía y sobre todo Internet, que proporciona el acceso a todo tipo de comunicación, disponible en todas partes, facilitando una nueva forma de comunicación inmediata y omnipresente. Pero estos nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje en el ámbito universitario, los TIC, no garantizan en sí mismo un cambio positivo y sencillo con respecto a los métodos tradicionales. Suponen una adaptación significativa de los programas docentes, control de calidad de materiales y servicios virtuales, así como una formación del profesorado, que será el principal impulsor frente a sus clientes, los alumnos.

Este artículo propone un estudio sobre el impacto que generara la implantación de nuevas tecnologías en la universidad española, así como las diversas necesidades y concienciación necesarias para su funcionamiento óptimo, con el fin de avanzar, obtener unas técnicas docentes punteras y vanguardistas dentro de la sociedad en la que nos movemos y en comparación con el marco europeo.

Palabras clave: *Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.*

Introducción

La Universidad, como ente promotor de la cultura y el desarrollo social, está inmersa en un proceso de cambio que requiere que sus sistemas tecnológicos se preparen y adapten a las nuevas necesidades que necesitan sus clientes, los alumnos. Actualmente dos son los puntos considerados dentro del contexto educativo superior; la primera tiene como objetivo garantizar que el sistema universitario español en su conjunto siga avanzando hacia la excelencia y se consolide en el contexto internacional, de tal modo, que podamos situar nuestras universidades entre las mejores de Europa. Pero este proceso supone un importante cambio en la concepción de la enseñanza, que supera la mera actividad transmisora del profesorado hacia un modelo que enfatiza en el aprendizaje del alumnado. Para implantarlo, se hace necesario el fomento de nuevas formas de comunicación y trabajo colaborativo, la innovación docente a todos los niveles y materias; la inclusión de la administración electrónica en el quehacer universitario y, en suma, aplicar nuevas herramientas de la información para poder funcionar en un nuevo mundo que exige a las universidades innovadoras formas de

Molines Cano, JM, Llinares Millán, J, Torner Feltrer, ME, Navarro García, ML

funcionamiento, tanto en docencia como en investigación y en transferencia de conocimiento.

La educación superior y la investigación son dos de los elementos más determinantes a largo plazo de la competitividad de un territorio, de su atractivo a la hora de generar y captar inversores y, en definitiva, de su desarrollo económico y social. La universidad es la institución en la que estas dos actividades (enseñanza e investigación), así como el intercambio, generación y difusión de conocimiento, han de encontrar el espacio idóneo en el que desarrollarse. La irrupción y universalización de las Tecnologías de la información y la Comunicación (TIC) en los últimos años ha propiciado nuevas fórmulas de generar, gestionar y transmitir el conocimiento y el saber; así como nuevas formas de administrar los recursos de una entidad y sus relaciones con sus usuarios directos y con la sociedad en general. La creciente introducción de las TIC en las instituciones universitarias de educación superior, es actualmente una evidencia (Fernández, 2003). Con ello, las universidades pretenden adaptarse a las necesidades de la sociedad actual, prepararse a los retos futuros, aprovechar las oportunidades y ventajas de las nuevas tecnologías (Salinas, 2004). En los últimos años los LMS (Learning Management System) han atraído especialmente la atención de las instituciones educativas por las posibilidades que ofrecen en la gestión de las actividades formativas, la creación de entornos virtuales de aprendizaje de forma sencilla (Zapata, 2003) y la posibilidad de ofertar cursos en modalidades semipresenciales o no presencial. Desde 2004, en España más de un 70 % de las universidades contaban con ofertas formativas basadas en algún tipo de entorno virtual, predominando su uso como apoyo a la enseñanza presencial (Fernández, 2003).

Este artículo expone la necesidad de implantar las nuevas tecnologías en los centros universitarios españoles, de tal forma que sean competentes con sus homónimos en Europa y a la vez se inicie la concienciación de la importancia de los nuevos sistemas de enseñanza aprendizaje adaptados a esta nueva era. Para ello se pretende mostrar el análisis de los distintos parámetros que influyen en el óptimo funcionamiento de estas nuevas formas de aprendizaje y que se han tenido en cuenta para la inmersión de este nuevo reto formativo.

La Universidad Virtual

La universidad está empezando a plantearse el cambio, no sólo de su formato y estructura clásicos sino de su propio enfoque de la educación. En realidad, es una necesidad inminente a los cambios actuales de la sociedad (Drucker, 1997), mayormente mediatizados por el impacto y la emergencia de uso de las tecnologías de la información y la comunicación en los distintos ámbitos de la vida cotidiana. Igualmente, a nuestro país se avecinan cambios que deberían de ser substanciales (Michavila, 2001). No obstante es complicado, todavía ofrecer una correcta definición de lo que es una universidad virtual. Esto es debido a diferentes motivos, puesto que hay muchas instituciones de educación superior que están pro-

Aplicación de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza Universitaria.

bando diferentes modalidades de formación en donde se utiliza diferentes grados virtuales de la organización. En los últimos tiempos, un nuevo término ha empezado a utilizarse, en un intento de abarcar una concepción más amplia, a pesar de que, como es habitual, existan lecturas interesadas que establezcan interpretaciones cuanto menos, dudosas. Se trata de la voz inglesa e-learning, que puede definirse como “el uso de tecnologías basadas en Internet para proporcionar un amplio abanico de soluciones que aúnen adquisición de conocimiento y habilidades o capacidades”. (Rosenberg, 2001).

Este autor establece que existen tres criterios que deben cumplirse para poder aplicar correctamente este término: a) que se realice en red, lo que permite una actualización inmediata, almacenaje y recuperación, distribución y poder compartir los contenidos y la información; b) que se haga llegar al usuario final a través de un ordenador utilizando estándares tecnológicos de Internet, y c) que esté centrado en la más amplia visión de soluciones al aprendizaje que vayan más allá de los paradigmas tradicionales de la formación (Rosenberg, 2001).

En definitiva, esto significa que no podemos incluir en este tipo de educación a las instituciones de enseñanza a distancia tradicionales y, inclusive, que el uso de determinadas tecnologías aplicadas a la educación no significa que estemos hablando de e-learning.

Cambios De La Universidad Virtual

El desarrollo de la modalidad virtual de educación a distancia genera procesos de transformación en el funcionamiento, organización y gestión de las universidades tradicionales. Estos cambios presentan aristas problemáticas y puntos críticos que es necesario identificar y analizar con el objeto de diseñar estrategias que posibiliten mejorar la calidad de esta oferta educativa. El uso de las nuevas tecnologías en la educación transforma el proceso de aprendizaje y, por tanto, los comportamientos de los que enseñan y de los que aprenden. Se modifican los roles tradicionales del docente y el alumno. La enseñanza bajo esta modalidad supone una disminución de la jerarquía, al tiempo que estimula el trabajo autónomo del alumno y exige que el profesor sea un animador y un tutor del proceso de aprendizaje del alumno. No obstante, en muchos casos se evidencia que las universidades al incorporar las nuevas tecnologías a la enseñanza permanecen sin alterar su modelo de enseñanza tradicionalmente centrado en el profesor como transmisor de contenidos.

La TICs ofrecen la posibilidad de acceder rápidamente a una gran cantidad de información, lo que hace necesario que el profesor complemente su tradicional actividad transmisora de conocimientos con un esfuerzo de “aprendizaje del aprendizaje”. Particularmente, en el nivel universitario debe desencadenar procesos de aprendizaje con la finalidad de orientar al estudiante hacia la creación de su propio conocimiento a partir del conjunto de recursos de información disponible. En los cambios del profesorado las TICs obligan a que el apren-

Molines Cano, JM, Llinares Millán, J, Torner Feltrer, ME, Navarro García, ML

dizaje sea concebido como un proceso continuo, lo cual cambiará el concepto de enseñanza, derivándose varias consecuencias de las que las cuales algunas se deben resaltar.

La enseñanza de las materias en los centros educativos se tiene que aproximar al mundo laboral y obligando a los contenidos sean prácticos e interrelacionados, primando, por un lado, el conocimiento, y, por otro, la creatividad frente a la formación.

De igual modo, el trabajo en grupo, la duda metódica, el conocimiento y manejo de las redes de información, el trabajo cooperativo y los valores relacionados con el civismo, la tolerancia y el conglomerado multiétnico deberán adquirir mayor relevancia, perdiendo espacio la producción mecánica de conceptos (Torre-Marín, 2000; Sánchez Asín, Buisan y Boix, 2006).

Por otro lado y en lo que respecta a los materiales basados en información impresa, como libros y diccionarios, se han ido sustituyendo por CD-R, DVD y pizarras digitales. Esto exige preparar los centros educativos para que puedan hacer frente a las nuevas demandas.

El formador deberá actuar como “transmisor” de información e impulsor de la ejercitación de conocimientos, procedimientos y actitudes. (Sánchez Asín, Buisan y Boix, 2009) Por ello, el papel del profesorado no debería tener por objeto ser un banco del saber, sino, en todo caso, un representante del mismo, que informa sobre su localización y uso más adecuado. Por ello, se centran en dar mayor protagonismo al profesorado como conductor del conocimiento, dentro de un nuevo contexto mediático, donde actuarían más como provocadores del aprendizaje, en el sentido de potenciar las habilidades cognitivas, que favorezcan el enseñar a pensar, analizar textos, buscar en redes de información, etc.

El profesor, como guía del aprendizaje autónomo, debe posibilitar los medios que sirvan para interaccionar con las TIC, haciendo sentir al alumnado como los artífices y mediadores de su propio aprendizaje, con una información que, al tener la posibilidad de fuentes muy dispares, le permita seleccionarla y formase una opinión crítica y personal de la misma. En resumen, es necesario un servicio de apoyo y asesoramiento de los docentes, además de una formación adecuada donde adquieran:

- Conocimiento y dominio del potencial de las tecnologías.
- Interacción con la comunidad educativa y social en relación con los desafíos que conlleva la sociedad del conocimiento.
- Conciencia de las necesidades formativas de la sociedad.
- Capacidad de planificar el desarrollo de su carrera profesional.

Papel Del Alumno

Con la incorporación de las TICs a la educación, y las posibilidades que ofrecen en la comunicación, se produce un cambio en el modelo pedagógico que comporta que los estu-

Aplicación de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza Universitaria.

diantes pasen de ser meros receptores a convertirse también ellos en emisores y, por tanto, forman parte activa del proceso de enseñanza y aprendizaje. De hecho, son los verdaderos protagonistas del acto educativo, al servicio de los cuales resto de variables determinantes en los procesos didácticos quedan pendientes: docentes, materiales de aprendizaje y medios tecnológicos. Al igual que el profesor, el alumno ya se encuentra en el contexto de la sociedad de la información, y su papel es diferente al que tradicionalmente se le ha adjudicado. Los modelos educativos se ajustan con dificultad a los procesos de aprendizaje que se desarrollan mediante la comunicación a través de un ordenador. Hasta ahora, el enfoque tradicional ha consistido en acumular la mayor cantidad de conocimientos posible, pero en un mundo cambiante rápidamente esto no es eficiente, al no saber si lo que se está aprendiendo será relevante.

El contacto de los alumnos con las nuevas tecnologías, les ayuda a crear una nueva visión de la formación, una formación acorde a las demandas actuales de la sociedad. Esto requiere acciones educativas relacionadas con el uso, selección, utilización y organización de la información, de manera que el alumno vaya formándose como un ciudadano en la sociedad de la información en la que nos desenvolvemos. El apoyo y la orientación que recibirá en cada situación, así como la diferente disponibilidad tecnológica, son elementos cruciales en la explotación de las TIC para actividades de formación en esta nueva situación; pero, en cualquier caso, se requiere flexibilidad para pasar de ser un alumno presencial a serlo a distancia, y a la inversa, al mismo tiempo que la flexibilidad para utilizar autónomamente una variedad de materiales.

Ventajas E-LEARNING

Según expone Peter Drucker, *“la ecuación moderna se ha visto favorecida en los últimos años con la aparición del e-learning. Esta nueva modalidad de educación a distancia permite la interacción uno a uno entre alumno y docente independientemente de la distancia geográfica, llevando los alcances de la educación a una nueva dimensión”*.

Toda investigación supone un avance, dentro del cual se puede incluir las nuevas tecnologías; éstas nacen con unas ventajas y unos inconvenientes. No obstante, hay que remarcar que algunos de estos inconvenientes en la mayoría de los casos aparecen más influenciados por la especulación o interés particular, que por los propios resultados obtenidos de una investigación.

Dentro de las ventajas, las más citadas son:

- Pone a disposición de los alumnos un amplio volumen de información.
- Facilita la actuación de la información y de los contenidos.
- Flexibiliza la actuación de la información y de los contenidos.

Molines Cano, JM, Llinares Millán, J, Torner Feltrer, ME, Navarro García, ML

- Flexibiliza la información, independientemente del espacio y el tiempo en el cual se encuentren el profesor y el estudiante.
- Permite la deslocalización del conocimiento.
- Facilita la autonomía del estudiante.
- Propicia una formación justa en el tiempo y justa para mí.
- Ofrece diferentes herramientas de comunicación sincrónica y asincrónica para los estudiantes y para los profesores.
- Favorece una formación multimedia.
- Facilita una formación grupal y colaborativa.
- Favorece la interactividad en diferentes ámbitos: con la información, con el profesor y entre los alumnos.
- Facilita el uso de los materiales, los objetos de aprendizaje, en diferentes cursos.
- Permite que en los servidores pueda quedar registrada la actividad realizada por los estudiantes.
- Ahorra costos y desplazamiento.

Por supuesto, hay muchas desventajas en el hecho de no tener presencia física en una institución, como estar fuera de las reuniones o eventos que requieren interacción personal. Lo que es más, la interacción con individuos sólo por vía virtual reduce la "banda" de comunicación a un solo "canal" lo que da por resultado relaciones interpersonales menos profundas y completas. Sin embargo, ésta es otra área en la que hace falta investigar más, ya que los impactos psicológicos las consecuencias sociales de las "relaciones electrónicas" son por ahora ampliamente desconocidas.

También existen inconvenientes que hay que procurar subsanar antes de iniciar las actividades de formación a distancia, tales como:

- Limitaciones para alcanzar el objetivo de socialización, elemento esencial en el proceso de enseñanza/ aprendizaje, debido a las escasas ocasiones que propicia para la interacción (física, cara a cara) de los alumnos con el profesor y entre sí.
- En etapas pre-universitarias, limitación para alcanzar los objetivos del área afectivo-actitudinal, así como los objetivos del área psicomotora a no ser que se desarrollen por medio de actividades presenciales previamente establecidas para el desarrollo de los mismos.
- Cierta empobrecimiento del intercambio directo de experiencias que proporciona la relación educativa profesor-alumno. (Esto se refiere, exclusivamente, al papel del profesor, no a su papel como tutor).
- Posibilidad de cierto retraso o lentitud en el feedback (retroalimentación) y en la rectificación de posibles errores (conceptuales, metodológicos, etc.), aunque puede ser perfectamente suplido por medio de la utilización de los medios tecnológicos.
- Necesidad de una rigurosa planificación tanto a largo como a corto plazo, con las desventajas que esto puede ocasionar.
- El peligro inicial que puede suponer la homogeneización de los materiales.
- La necesidad que implica en el alumno el tener acceso a ciertos medios tecnológicos y a ser competente en su utilización.

Aplicación de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza Universitaria.

En definitiva, el aprendizaje e-learning permite, entre otras cuestiones, generar en el destinatario la planificación de su propio tiempo, hacer foco en aquellas dificultades idiosincrásicas de su institución, posibilitar el desarrollo de la autonomía profesional, facilitar procesos de auto evaluación. Pero por otro lado puede suponer falta de socialización del alumno además de que si la plataforma no realiza las actividades necesarias para el aprendizaje entonces se incurre en una posible falta de contexto que provoca en el estudiante una falta de interés ya que sólo recibiría en este caso contenidos y más contenidos sin ninguna ayuda.

Incorporación de los TIC en la docencia Universitaria

Las consideraciones y aspectos de las condiciones organizativas e institucionales, los procesos de enseñanza y aprendizaje en el escenario de la incorporación de las TICs en la educación superior se basan en diversos aspectos:

1. Condiciones organizativas e institucionales en educación superior.

El rol de las Tics en los procesos educativos debe de estar articulado con los principios, objetivos y modelos educativos de la institución. Dentro de las condiciones del entorno institucional están, entre otros, el modelo educativo y la política institucional.

2. El modelo educativo

La discusión sobre la incorporación de las TICs a los procesos docentes, debe superar los requerimientos de infraestructura, los cuales son necesarios pero no suficientes, y entrar en el diálogo educativo y pedagógico (el reconocimiento del modelo educativo). Este diálogo debe llevar al establecimiento de las condiciones necesarias para la incorporación de las TICs, de tal manera que sea acorde con los intereses y propósitos institucionales. Por lo tanto, no se trata de virtualizar los procesos. Es importante reconocer que el tema de la incorporación de las TICs a los procesos docentes hay un amplio espectro que va desde los procesos únicamente presenciales apoyados con TICs, hasta los absolutamente virtuales (Sangrà, 2001).

Según Duart y Sangrà (2000), los modelos educativos representativos de la educación superior son: Modelos centrados en los medios, modelos centrados en el profesorado, modelos centrados en el estudiante. Los autores hablan de la necesidad de encontrar “un modelo equilibrado en el que cada uno de los componentes (medios, profesor, estudiante) tiene un papel fundamental pero no necesariamente superior a los otros dos”(Duart y Sangrà, 2000)

3. La política institucional

La estrategia de incorporación de las TICs a los procesos educativos, debe articularse con los planes institucionales. En la medida en que se entienda como un propósito común será más factible llegar al establecimiento de las condiciones necesarias para su mejor implantación. Por lo tanto, la institución debe formular de manera claras las políticas, espacios, tiempos, incentivos, etc. que acompañarán y viabilizarán el cambio.

Molines Cano, JM, Llinares Millán, J, Torner Feltrer, ME, Navarro García, ML

4. Los procesos de aprendizaje

El aprendizaje como lo plantea Bates (2001), es una búsqueda individual de significado y relevancia. Como lo expresan algunos autores (Duart y Sangrà, 2000; Moreira y Guitert, 2002; Bates, 2001; McVay Lynch, 2002) en la sociedad de la información esta búsqueda, de manera explícita, debe trascender los contenidos y llegar al área de la creatividad, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo, destrezas éstas requeridas para trabajar en una economía basada en conocimientos y en la vida en general (Bates, 1999).

Aprender es una actividad tanto social como individual (Vigotsky, citado por Barberá 2001). Los estudiantes necesitan la comunicación interpersonal, la oportunidad de interrogarse, plantearse retos, discutir e interactuar con su contexto. (Bates, 1999, citado por Moreira y Guitert).

5. Los procesos de enseñanza

La enseñanza en la sociedad de la información debe tener en cuenta al estudiante y sus procesos de aprendizaje. Debe abrirse al análisis pedagógico que permita su enriquecimiento, contando con las posibilidades que ofrecen las TICs.

Modelos de Incorporación de TiCs en la educación superior.

Los diferentes factores que están presionando a las universidades a pronunciarse y tomar decisiones frente al uso de las TICs en sus procesos educativos, han llevado a diferentes modelos para su incorporación. Estos modelos están dados por el nivel de uso de las TICs y la forma como las universidades las han usado para ampliar, complementar, o sustituir todo o parte de la forma presencia de sus programas educativos. Algunos de estos modelos son:

- Campus virtuales. Algunas universidades se han constituido como campus virtuales y ofrecen sus programas completamente virtuales con profesores y estudiantes distribuidos geográficamente, muchas de ellas a través de plataformas virtuales.
- Campus presenciales con programas virtuales. Ofrecen programas virtuales al lado de otros programas presenciales, inclusive pueden ofrecer a sus estudiantes la opción de elegir la modalidad en la cual desean tomar el programa. En este caso la virtualidad sustituye la totalidad de algunos programas, sin embargo el campus presencial sigue existiendo. (Como caso más cercano podría estar la UNED dentro de este bloque).
- Campus presenciales con cursos virtuales. En esta modalidad la virtualidad se da como parte de algunos programas al ofrecer cursos en modalidad virtual o en ambas modalidades. En estos casos la virtualidad sustituye a la forma presencial a un nivel menor.
- Campus presencial con elementos virtuales de apoyo. En estos casos el modelo combina la forma presencial con la forma virtual en un mismo ambiente de aprendizaje. La forma virtual puede entrar a integrarse o combinarse con la forma presencial. El reto en estos casos es elegir la mejor combinación de elementos presen-

Aplicación de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza Universitaria.

ciales y virtuales de tal manera que se constituyan en verdaderos ambientes de aprendizaje para profesores y estudiantes.

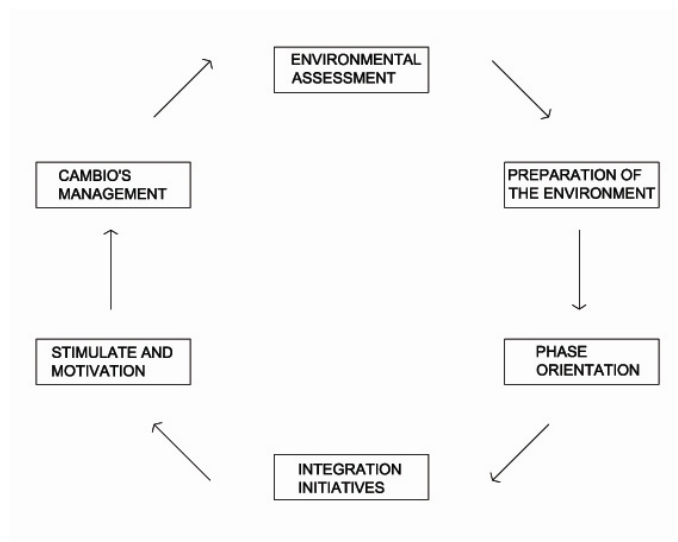
No obstante el punto central en un entorno de innovación, ya no es la definición de lo que se requiere cambiar, si no el cómo se gestiona el cambio definido, más aún en un entorno de innovación tecnológica, puesto que dicha innovación no asegura un cambio positivo para las sociedades involucradas. Por ello es necesario asumir el paradigma de manera inteligente, esto es desarrollando y estimulando las capacidades de la información de la cultura.

Sin embargo, el proceso de transformación no se resuelve con el solo hecho de adoptar las TICs, ya que éstas por sí solas no constituyen el cambio, si no más bien son el aporte principal para hacer efectiva la vigencia del nuevo paradigma educativo. Asimismo, este proceso exige modificaciones en los roles, adquisición de nuevas habilidades y competencias de los actores involucrados, como una consecuencia natural de la integración y adopción de TICs.

Según exponen BACIGALUPO y MONTAÑO (2008) debería quedar perfectamente definido este cambio de roles y adquisición de nuevas competencias, para su adecuado desarrollo relacionados con la existencia de: una Plataforma de Gestión de Aprendizajes, Recursos Tecnológicos, Modelo Educativo.

No obstante, para lograr la participación y entendimiento de los docentes, que son los principales elementos dentro del proceso, se muestra cual sería la estrategia necesaria, para alcanzar los objetivos de las distintas fases:

Figure 1. Metodología de Gestión de Cambio BACIGALUPO y MONTAÑO (2008)



Molines Cano, JM, Llinares Millán, J, Torner Feltrer, ME, Navarro García, ML

El modelo desarrollado busca entregar criterios que permitan la adopción de Sistemas de Gestión de Aprendizajes para la educación presencial, con el fin de ser un referente para las instituciones que deseen implantar este tipo de sistemas, en un entorno de calidad con resultados exitosos. Además, se espera también que este modelo sirva para aquellos procesos que ya están implantados, con el fin de ofrecerles la oportunidad de ver las mejoras que pueden ser llevadas a cabo.

En definitiva este modelo va encaminado a mostrar un modelo que permita adoptar un sistema de Gestión de Aprendizajes para la educación presencial, con el fin de ser un referente para las instituciones que deseen implantar este sistema, todo ello con un objetivo común la calidad de la educación superior.

Experiencia en la incorporación de una plataforma virtual

Se propone como experiencia, los resultados obtenidos tras la implantación, de forma progresiva, dentro de una de las asignaturas del departamento de Estructuras de la UPV, en la que hasta el momento el proceso de enseñanza-aprendizaje, se ceñía únicamente a la clase magistral.

El proyecto de implantación de las nuevas tecnologías dentro de una asignatura del departamento de Estructuras en la UPV, la cual ha tenido hasta el momento un enfoque tradicional del proceso de enseñanza aprendizaje. Para ello se ha tomado como apoyo una plataforma virtual donde se incorporaban ciertos aspectos de la materia, entre ellos recursos bibliográficos, actividades no evaluables y otras de evaluación controlada.

Partiendo de que esta materia tiene un aproximación práctica más que teórica, se pensó que era la idónea para utilizarla como elemento experimental. La primera de las tareas que se realizaron fue la concienciación de los profesores de la materia, de forma que la incorporación no fuese puntual, si no generalizada en la totalidad de los grupos.

Tras la decisión de los contenidos que se iban a evaluar, entre ellos el uso de esta nueva herramienta de trabajo, se procedió a elaborar un dossier informativo para repartir a los alumnos, de forma que la primera fuera el punto de partida de este nuevo reto.

Tras la inmersión de esta nueva metodología didáctica a los alumnos, se procedió a verificar el éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje de dos formas: se procedía a evaluar a los alumnos de forma temporal mediante pruebas controladas en un periodo de tiempo determinado, de forma que su aprendizaje fuera continuo. La solución de estas actividades controladas, era el resultado en parte de la exposición de contenidos en las clases presenciales (30%) y el resto fruto de su búsqueda a través de los recursos propuestos en esta “plataforma virtual”.

No obstante cabe destacar que para conseguir los objetivos, un educación de calidad, se hace necesario que la plataforma disponga tecnológicamente hablando de una buena base permita por un lado tenga herramientas robustas para la generación y muestra de contenidos

Aplicación de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza Universitaria.

(herramientas para el aprendizaje asíncrono) y por otro lado herramientas robustas para la comunicación tanto con el profesor como con los estudiantes (herramientas para el aprendizaje síncrono). Si sólo se pueden ofrecer herramientas para el aprendizaje asíncrono será necesario que vaya acompañado dicho aprendizaje de docencia presencial.

Por otro lado y con el fin de romper el trato impersonal del sistema, a la vez que fomentar en cierta medida la relación entre los participantes del proceso de enseñanza-aprendizaje, se crea un apartado de foro o debate dentro de la plataforma. Este apartado tiene como objetivo generar debates entre alumnos, teniendo a los profesores como moderadores, sobre los diversos problemas y dudas que aparezcan en el proceso de enseñanza, consiguiendo mino- rar una de las principales desventajas que ofrece el método.

Por último, al finalizar el cuatrimestre, se les propone a los alumnos un trabajo final de la asignatura, que tiene como objetivo desarrollar todos y cada uno de los contenidos vistos en el periodo docente. Este último trabajo se trabaja en parte de forma presencial, aunque la mayoría se desarrolla vía on-line como complemento al objetivo principal del proceso.

Resultados

En este nuevo proceso de enseñanza-aprendizaje se pretendía por un lado la incorporación de las nuevas tecnologías dentro de la enseñanza superior adaptándose a una demanda cada día más creciente de la sociedad que nos envuelve, pero a la vez buscando una mejora de la calidad educativa en pos de formar futuros profesionales competentes al mundo laboral al que se enfrentarán en un futuro.

No obstante, y con el fin de alcanzar una calidad educativa, se analizan los resultados obtenidos al final del proceso, teniendo presente, tanto el funcionamiento del sistema como la satisfacción y concienciación de los participantes, profesores y alumnos. Para la obtención de resultados, al finalizar la asignatura, tal y como se hace habitualmente, se les pide que rellenen una encuesta a los alumnos donde puedan expresar la satisfacción de la educación recibida y a la vez la satisfacción del nuevo sistema implantado. Con ello y con las calificaciones obtenidas por los alumnos se analizan el éxito del proceso y las deficiencias encontradas, de forma que con el tiempo se pueda ir mejorando y optimizando buscando alcanzar una educación acorde a las nuevas necesidades de la sociedad.

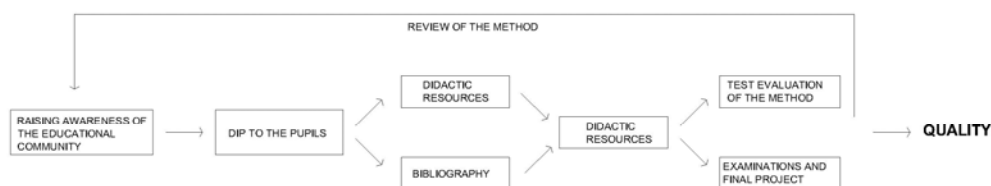
Por otro lado, con respecto a la interacción del área de debate, se observó un creciente uso de este apartado si se analiza su uso al inicio del curso y los últimos meses del periodo docente. Aunque se observaron algunas deficiencias en este apartado, que se están mejorando y se prevé queden incorporados a la plataforma para años posteriores.

Los resultados que se obtuvieron tras el análisis de las encuestas y las calificaciones docentes superaron las expectativas esperadas por el grupo de profesores, obteniendo un 95% de aprobados. Aunque para futuros estudios se propone la incorporación de muchos más indicadores que perfilen mucho más los resultados del estudio.

Molines Cano, JM, Llinares Millán, J, Torner Feltrer, ME, Navarro García, ML

No obstante este proceso de análisis debía haber sido más complejo y minucioso del planteado, puesto que intervienen muchos más parámetros que no se tuvieron en cuenta y que podría modificar en cierta forma los resultados finales. Este es uno de los planteamientos que se proponen implantar para análisis posteriores.

Figura 2 Organigrama de la plataforma implantada en la asignatura.



Conclusiones

El vertiginoso avance de las nuevas tecnologías pone a disposición de los agentes universitarios nuevas herramientas diseñadas a la medida de sus necesidades que, usadas de forma combinada a las tradicionales, permiten mejorar la eficiencia y flexibilidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje en los que participan.

Además, tal y como se muestra en el apartado anterior referente a las ventajas de este tipo de herramientas, son mayores que sus inconvenientes, los cuales, pueden ser solucionados con un adecuada dedicación y mejora continua de la plataforma, a través de las distintas indicaciones tanto del profesor como del alumno.

El éxito del espacio virtual abierto 24 horas a alumnos y profesores, radica en la sencillez y accesibilidad de su uso y la implicación que consigue de profesores y alumnos en la construcción diaria y mejora continua de la asignatura.

Referencias

- Rosenberg, M.J. (2001). *E-learning. Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*. New York: McGraw-Hill.
- Michavila, F. (2001). *¿Soplan vientos de cambio universitarios?*. Boletín de la Red Estatal de Docencia Universitaria, núm. 1, Madrid.
- Sánchez Asín, A. y otros (2006). *La iniciación profesional para jóvenes con necesidades educativas y/o trastornos de aprendizaje*. Revista de Educación. Ministerio de Educación y Ciencia. Nº 341, 171-196.
- Torre-Marín, M. (2000). *Informática en el aula: un nuevo reto para el profesor lleno de posibilidades*. Comunicación y Pedagogía. 163. (Diciembre-Enero). 16-20.

Aplicación de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza Universitaria.

- Sánchez Asín, A; Boix Peinado, J.L.; Jurado de los Santos; P. *La sociedad del conocimiento y las tics: una inmejorable oportunidad para el cambio docente.* Revista de Medios y Educación. Nº 34 (Enero 2009). 179-204.
- Duart, J.M; Sangrà, A. (2000). *Formación universitaria por medio de la web: un modelo integrador para el aprendizaje superior.* A: Duart.; Sangra, A. (comps.) Aprender en la virtualidad. Barcelona: Gedisa
- Moreira, M; Guitert, M (2002). *La educación en la sociedad de la información.*
- Mcway Lynch, M. (2002). *Developing faculty: the changed role of online instructors.* The Online Educator. London: Routledge.
- Barberà (coord.); A. Badia; J.M. Mominó (2001). *¿La interacción es la clave de los procesos de enseñanza y aprendizaje en contextos virtuales instruccionales?. La incógnita de la Educación a Distancia.* Barcelona: I.C.E Universitat de Barcelona / Horsori. Capítulo 5, pág. 157-185
- Bates, T. (1999). *The impact of a new media in a academia knowledge.* Burda Medien Envisioning Knowledge – from Information to Knowledge February 3rd – 4th, 1999 Munich.
- Bates, T. (2001). *Afrontar el reto tecnológico en los centros universitarios e institutos.* En *Cómo gestionar el cambio tecnológico.* Barcelona. Gedisa; pág. 25-56.
- Bacigalupo Acuña, C.; Montañó,V. (2008). *Didáctica, Innovación y Multimedia*, Nº11
- Fernández, S. (2003). *Las tecnologías de la información y las comunicaciones en el sistema universitario español.* Madrid. Ed. CRUE
- Salinas, J. (2004). *Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria.* En Revista Universidad y Sociedad del conocimiento.
- Zapata, M. (2003). *Sistema de gestión del aprendizaje- Plataforma de teleformación.* RED, Revista de Educación a Distancia, 9.

Experiencias de Cloud Computing en la Gestión de Entornos Virtuales Computacionales en la Enseñanza

Jose F. Monserrat^a, Germán Moltó^b y Damián Segrelles^c

Universitat Politècnica de València, ^ajomondel@iteam.upv.es, ^bgmolto@dsic.upv.es, ^cdquilis@dsic.upv.es.

Abstract

This paper deals with the deployment of Virtual Computational Environments using cloud computing facilities. Through a platform based on OpenNebula and the Infrastructure Manager tool, both freeware, a virtual system based on cloud computing can be easily configured, allowing the dynamic provisioning computational and storage resources, among others. This solution has proved enormously powerful to solve various needs raised in two subjects in the information and communications technology field. This experience has shown a great acceptance by students and teachers, marking a set of guidelines to follow within the University community.

Keywords: Cloud Computing, Virtual Computational Environments

Resumen

Este artículo estudia el despliegue de Entornos Virtuales Computacionales mediante el uso de la tecnología de computación en la nube. A través de una plataforma basada en OpenNebula y la herramienta Infrastructure Manager, ambas de uso gratuito, se puede configurar fácilmente un sistema virtual basado en computación en la nube que permite el aprovisionamiento dinámico de recursos de cómputo y almacenamiento, entre otros. Esta solución se ha mostrado enormemente potente para resolver varias necesidades planteadas en dos asignaturas del entorno de las tecnologías de la información y las comunicaciones. La experiencia desarrollada ha mostrado una gran aceptación por parte de alumnos y profesores, marcando un conjunto de pautas a seguir dentro de la comunidad universitaria.

Monserrat, Moltó, Segrelles

Palabras clave: *Computación en la nube, Entornos Virtuales Computacionales*

Introducción

Los Entornos Virtuales Computacionales (EVCs), como simuladores, laboratorios virtuales, etc., proporcionan importantes beneficios a los centros educativos, profesores y estudiantes. Desde el punto de vista de los estudiantes, los EVCs posibilitan la interacción con herramientas que simulan entornos profesionales reales para los cuales se están formando. Sin embargo, su implantación no está exenta de dificultades que suponen un reto y que necesitan ser abordados. Algunos de estos retos se exponen a continuación:

a) Disponibilidad Ubicua. Los estudiantes deben tener a su disposición los EVCs con un acceso 24x7 y de forma ubicua. Este hecho proporciona muchas ventajas, como por ejemplo una gestión del tiempo más eficiente por parte del alumno [1] y la posibilidad de realizar trabajos colaborativos [2], independientemente del espacio y del tiempo.

b) Bring Your Own Devices (BYOD). A los estudiantes se les debe permitir el acceso a los EVCs utilizando sus propios dispositivos. Este hecho también proporciona importantes ventajas a los alumnos, como la de influir en una mayor participación en las clase [3]. Además, cuando una nueva tecnología es incorporada en el aprendizaje rutinario de los alumnos, estos tienden a mostrar más interés en la materia, mejorando su motivación y predisposición en la adquisición de los conocimientos impartidos [4]. Sin embargo, existen una serie de barreras relativas a la seguridad y privacidad de datos [5] que deben tenerse en cuenta y que dificultan su implantación.

Hoy en día, la computación en la nube (*Cloud Computing*) es una de las tecnologías que se utilizan para el despliegue de EVCs para actividades educativas. El proyecto ViteraaS [6] presenta un servicio para desplegar dinámicamente clusters de PCs que dan soporte a actividades educativas relacionadas con la programación paralela, el despliegue se realiza sobre *clouds* tanto públicos como privados. Otro claro ejemplo, lo encontramos en FutureGrid Education [7], el cual es un conjunto de casos de estudio que utilizan una infraestructuras sobre *clouds* para desplegar entornos virtuales que permiten el testeado de programas informáticos distribuidos o paralelos. Otro ejemplo lo encontramos en [8], que presenta un laboratorio virtual desplegado en un *cloud* para el aprendizaje de conceptos de seguridad en redes de interconexión.

Nuestra hipótesis en este trabajo es que la computación en la nube [9][10] es una tecnología apropiada para superar todos los retos expuestos anteriormente desde el punto de vista del

Monserrat, Moltó, Segrelles

alumno, proporcionando una mejora en la ubicuidad y disponibilidad de los EVCs y promueve el concepto de *Bring Your Own Devices* (BYOD) en los estudiantes para acceder a los mismos. Nuestra hipótesis se fomenta en que la computación en la nube es una tecnología que posibilita personalizar y configurar recursos informáticos en forma de EVCs, con todos los requisitos para realizar las actividades educativas para las que han sido diseñadas. Estos EVCs al estar localizados en un *cloud* (privado o público), pueden ser accedidos por los estudiantes de forma ubicua y remota a través de clientes software como SSH, escritorios remotos o navegadores web utilizando sus propios dispositivos.

Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es evaluar, desde el punto del estudiante, dos experiencias educativas que utilizan Entornos Virtuales Computacionales (EVCs) desplegados sobre *cloud* (público o privado). El despliegue se realiza a través de una plataforma basada en tecnologías *cloud*, que permite configurar y equipar EVCs con el software específico para la realización de determinadas actividades educativas. La experiencia se desarrolla en dos títulos de grados diferentes de la Universitat Politècnica de València (UPV) en el curso académico 2014/2015.

Los parámetros a evaluar son los siguientes:

- La capacidad del *cloud* de proporcionar alta disponibilidad de los EVCs, además de un acceso ubicuo por parte de los estudiantes.
- La posibilidad de acceder a los EVCs a través de los propios dispositivos de los estudiantes para la ejecución de actividades educativas, promoviendo el BYOD.

Metodología y herramientas

Esta experiencia involucra el uso de computación en la nube para ofrecer un entorno automatizado de despliegue de escritorios virtuales al que los alumnos se pueden conectar desde sus propios equipos mediante herramientas libremente disponibles. La computación en la nube permite el aprovisionamiento dinámico de recursos de cómputo y almacenamiento, entre otros. De la misma manera que uno no se fabrica su propia energía sino que la obtiene de un proveedor especializado y paga por la cantidad consumida, con este paradigma de computación se puede obtener capacidad de cómputo y de almacenamiento mediante un modelo de pago por uso a proveedores de *cloud* público, como por *Amazon Web Services* (AWS) o *Google Cloud Platform*. Adicionalmente, existen numerosas herramientas que permite desplegar lo que se conoce como *clouds on-premises*, que es una plataforma de *cloud computing* disponible sobre los propios recursos de una organización. Herramientas como OpenNebula u OpenStack permiten que las propias

Monserrat, Moltó, Segrelles

organizaciones dispongan de las ventajas del *cloud computing* utilizando su propio hardware ya existente.

En este trabajo se utilizan diferentes herramientas, descritas a continuación. En primer lugar, la experiencia se ha desarrollado sobre la plataforma de *cloud on-premises* del Grupo de Grid y Computación de Altas Prestaciones (GRyCAP), dentro del Instituto de Instrumentación para Imagen Molecular (I3M) de la Universitat Politècnica de València. Dicha plataforma está basada en OpenNebula 4.8 y consta de un cluster formado por 6 máquinas con una capacidad total de 72 cores y 144 GB de RAM. Sobre dicha infraestructura se pueden desplegar Máquinas Virtuales (MVs), que permiten la ejecución de un sistema operativo (el de la máquina virtual) y unas aplicaciones sobre otro sistema operativo (el de las máquinas de la plataforma *cloud*) que puede ser diferente, con ayuda de un hipervisor, en nuestro caso KVM.

En segundo lugar se utiliza la herramienta *Infrastructure Manager* (IM) [11], una herramienta de código abierto puesta a disposición de la comunidad¹, para permitir el despliegue de infraestructuras virtuales sobre plataformas *cloud*. Esta herramienta permite realizar una descripción en un lenguaje declarativo de alto nivel de la infraestructura virtual y posteriormente realizar el despliegue de la misma en diferentes proveedores de *cloud*, tanto públicos como *on-premises*.

La ventaja de la herramienta IM es que permite al profesor acceder a una interfaz gráfica accesible mediante un navegador web (ver Figura 1) que le permite gestionar el ciclo de vida de sus entornos virtuales. Por ejemplo, antes de comenzar una cierta actividad educativa que requiera de un entorno virtual de trabajo, el profesor puede realizar su despliegue de forma automática a través de dicha herramienta. De forma automática, se procederá a aprovisionar las máquinas virtuales definidas en dicho entorno y configurarlas de acuerdo a la configuración software indicada.

Para aquel software que sea especialmente complejo de instalar y no sea fácil automatizar su instalación, o bien que requiera demasiado tiempo para su instalación, se puede optar por su pre-instalación en una imagen de máquina virtual. La ventaja de esta aproximación es que en el momento del arranque de la máquina virtual el entorno ya estará configurado, por lo que será posible acceder a él desde el mismo momento del arranque, sin necesidad de esperas adicionales para su configuración. La desventaja es que una imagen de máquina virtual va ligada a un proveedor *cloud* concreto y eso impediría realizar el despliegue del mismo entorno virtual de forma automática en diferentes proveedores *cloud*. Aunque es

¹ Infrastructure Manager. <http://www.grycap.upv.es/im>

Montserrat, Moltó, Segrelles

posible migrar una imagen de máquina virtual entre diferentes proveedores, esta tarea no es trivial lo que dificulta su aplicación.

Utilizar configuración automatizada del software frente a pre-instalación en una imagen de máquina virtual permite que la misma receta de descripción del entorno virtual pueda utilizarse para desplegarlo en diferentes proveedores Cloud. Para entender la ventaja de esta aproximación, piénsese el siguiente escenario. Una entidad educativa dispone de una plataforma *cloud on-premises* (creada con OpenNebula u OpenStack, por ejemplo) sobre la que se despliegan los entornos virtuales de trabajo. En un momento dado, por la concurrencia de diferentes actividades educativas simultáneas es necesario un número de recursos hardware mayor que los ofrecidos por dicha plataforma, para poder desplegar mayor número de máquinas virtuales. Con el IM y usando configuración automatizada se puede utilizar exactamente la misma receta para desplegar los entornos virtuales en un proveedor de Cloud público, como AWS. Esto permitiría a la entidad educativa absorber de forma transparente ese pico de necesidad extra de capacidad de cómputo sin necesidad de invertir en hardware adicional y pagando únicamente por las horas de cómputo utilizadas.

Esta gestión en el uso de los recursos computacionales introduce ventajas sin precedentes para las entidades educativas que requieran el uso de entornos virtuales de trabajo en asignaturas de las titulaciones que ofertan.

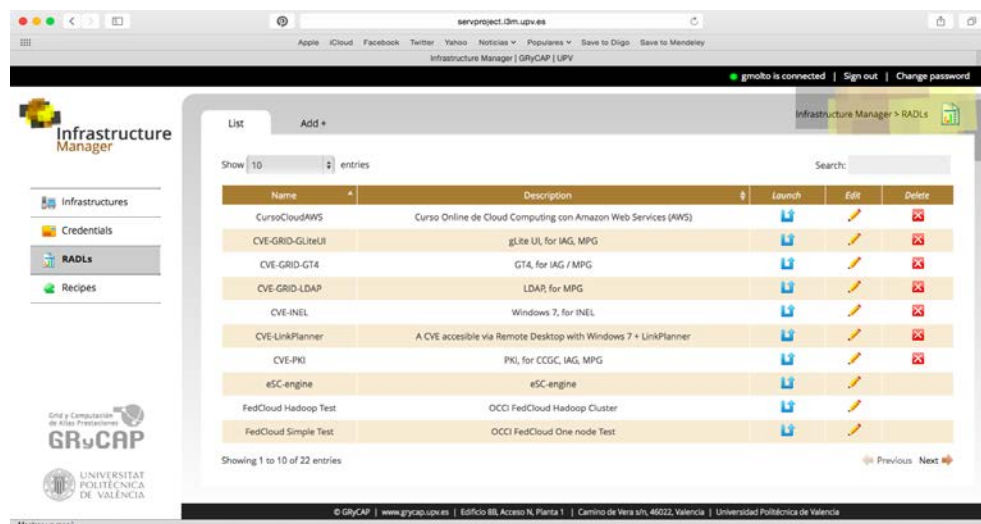


Fig. 1 Aspecto de la interfaz gráfica de la herramienta IM para permitir el despliegue de los entornos virtuales de trabajo.

Montserrat, Moltó, Segrelles

Experiencias docentes de uso

Las experiencias docentes que se describen en este artículo son relativas al despliegue de EVCs, las cuales se corresponden con máquinas virtuales basadas en Windows y configuradas para soportar las actividades educativas necesarias en función de la asignatura donde se vayan a utilizar. Dado que los EVCs estarán desplegados en la nube (en nuestro caso en el despliegue *cloud on-premises* ofrecido por el GRyCAP, dentro de la UPV), los alumnos se deberán conectar a ellos mediante la herramienta Escritorio Remoto (*Remote Desktop*) de Microsoft, disponible gratuitamente tanto para Windows como para OS X. Para conectarse desde cualquier otro sistema operativo, como GNU/Linux es posible utilizar cualquier otro cliente que soporte el RDP (*Remote Desktop Protocol*), como es el caso de RDesktop o Remmina.

Experiencia Docente: Asignatura Informática (INF)

Contexto

La asignatura de Informática (INF) se integra en el módulo básico del Grado de Electrónica Industrial y Automática (GEIA), impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Es una asignatura del primer curso, cuatrimestral y con 6 créditos ECTS asignados. La experiencia se encuadra en un grupo de la asignatura que ha contado con 34 alumnos matriculados en el curso 2014/2015.

La asignatura se distribuye en 16 semanas, en la que en cada una de ellas se realizan de forma cíclica tres tipos de actividades educativas. Estas actividades son las siguientes:

- **Una sesión presencial de dos horas**, enfocada a trabajar los conceptos teóricos de programación en informática, a través de la resolución de problemas de forma conjunta (alumnos y profesor) y trabajo en equipo en el aula.
- **Una sesión práctica dos horas**, enfocada a reforzar los conceptos teóricos adquiridos en la clase presencial previa. Esta clase se realiza en un laboratorio de PCs, los cuales están configurados con el software requerido para la resolución de ejercicios. En este tipo de sesión, se proporciona a todos los alumnos un boletín de problemas (“boletín presencial”), para que este los resuelva en el mismo laboratorio de forma individual y autónoma, utilizando las herramientas informáticas de las que dispone.
- **Trabajo autónomo** enfocado a consolidar los conceptos adquiridos en la sesión presencial y reforzados en la sesión práctica. El número de horas asignado a esta actividad es variable, según el grado de dificultad de los conceptos. Para la

Montserrat, Moltó, Segrelles

realización de esta actividad se proporciona a los alumnos de un boletín de problemas específicos (“boletín autónomo”) que el alumno debe resolver de forma individual con un ordenador, el cual debe de disponer de un software específico.

Necesidades

En el contexto expuesto, se detectaron algunos problemas relacionados con las objetivos planteados en este artículo, estos son los siguientes:

- Algunos alumnos no disponen de ordenador compatible para la realización de los ejercicios correspondientes a los boletines autónomos, bien porque carecen de portátil (incluso de ordenador de escritorio en sus casas) o bien porque disponen de un Mac, los cuales son incompatibles con el software específico requerido. Este hecho dificulta la promoción del BYOD, además de obligar a los alumnos a ir de forma presencial a los laboratorios de PCs en horarios libres, con lo que el acceso a los recursos no es ubicuo, ni su disponibilidad es de 24x7.
- Los alumnos no disponen de licencias del software requerido para la realización de las actividades. Sin embargo, los equipos de la UPV si tienen licencias UPV, lo cual permite el uso docente de dicho software siempre y cuando sean en equipos de la UPV. Al igual que en el punto anterior, este hecho imposibilita la promoción del BYOD y no se disponen por parte de los alumnos de disponibilidad 24/7 ni ubicuidad en el acceso a los recursos.

Escritorios Virtuales

Por las necesidades expuestas en el punto anterior, se decidió proporcionar a todos los alumnos de un Escritorio Virtual desplegado sobre un Cloud para la realización de los boletines de prácticas presenciales y trabajo autónomo. Los Escritorios Virtuales se crearon a través de un conjunto de EVC que permitían a cada una de los alumnos que conforman la asignatura acceder a un Escritorio Virtual personal. Estos EVCs se configuraron con los requisitos software requeridos para las actividades educativas programadas (ver Tabla 1).

Se crearon seis EVCs, que corresponden a seis máquinas virtualizadas en el Cloud, todas ellas con los mismos requisitos hardware (8 MB de RAM y una CPU Intel® Xeon® Processor E5630, 2.53 GHz). En cuatro de estos EVCs, se ha dado acceso a seis Escritorios Virtuales diferentes (uno por alumno) y las otras dos restantes dan acceso a cinco Escritorios Virtuales, proporcionando de esta forma acceso a los 34 estudiantes matriculados a un Escritorio Virtual individualizado.

Monserrat, Moltó, Segrelles

Tabla 1. Requisitos software de cada EV.

Software	Licencia	Descripción
Windows 7 Professional + Acceso multiusuario a escritorio Remoto	Campus UPV	Sistema Operativo con el software necesario para el acceso remoto desde cualquier cliente.
AVG	Free	Antivirus
Chrome Browser	Free	Navegador Web
devC++ Framework	Free	Herramienta para implementar y compilar programas informáticos en lenguaje C y C++.

En cada Escritorio Virtual se proporciona al alumno de todas las herramientas software configuradas, tanto libres como con licencia UPV, que necesitan estos para la realización de los boletines presenciales y autónomos, además de un acceso desde cualquier equipo (PCs, Mac) con acceso a Internet. Dado que los EVCs que contienen los Escritorios Virtuales están ubicados en la UPV y funcionan sobre máquinas de la propia universidad, el software con licencia UPV puede ser utilizado, siempre que sea con fines docentes e investigación, como es el caso.

Experiencia Docente: Asignatura de Telecomunicaciones

Contexto

En la asignatura Sistemas de Comunicaciones Inalámbricas del Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen es necesario que, durante algunas actividades educativas prácticas, los alumnos utilicen el software LinkPlanner para planificar el despliegue de redes punto a punto inalámbricas.

Monserrat, Moltó, Segrelles

Necesidades

LinkPlanner es un software que requiere una versión concreta del sistema operativo de Windows así que, para evitar problemas de compatibilidad, se alojaba en una máquina física Windows disponible en las instalaciones del Departamento de Comunicaciones ya configurada con el software y la configuración necesaria para la realización de las actividades prácticas. Los alumnos accedían a dicho software utilizando la aplicación de Escritorio Remoto que da acceso a los sistemas operativos Windows. Sin embargo, la instalación por defecto de los servicios de escritorio remoto en una máquina Windows únicamente permite una conexión simultánea. Esto requería realizar una planificación de antemano del acceso a dicha máquina por parte de los diferentes grupos de trabajo en diferentes franjas de tiempo.

Además existe un contratiempo adicional ya que si un alumno (A) trataba de conectarse a dicha máquina mediante escritorio remoto cuando otro alumno (B) estaba ya conectado y diseñando una red con LinkPlanner, esto provocaba el cierre de la sesión del alumno B con la consiguiente pérdida del trabajo. Nótese además que dicha máquina física debía estar siempre encendida y únicamente utilizable para dicho propósito, con la consiguiente pérdida de energía y de eficiencia.

Escritorios Virtuales

En esta asignatura se optó por introducir esta experiencia piloto de manera que, en vez de utilizar una máquina física, se utilizaran máquinas virtuales desplegadas en el *cloud on-premises*. A nivel de consumo de recursos, esto palia los problemas de consumo energético y de eficiencia ya que con la virtualización una misma máquina física puede ejecutar múltiples máquinas virtuales y, además, estas pueden desplegarse dinámicamente.

Para ello, se optó por definir una imagen de máquina virtual con dicho software pre-instalado ya que la herramienta IM utiliza por debajo la herramienta Ansible para realizar configuración automatizada y ésta todavía no soporta perfectamente la instalación desatendida en Windows, si bien funciona perfectamente para GNU/Linux que es, por otra parte, la plataforma más utilizada para desplegar entornos virtuales, más allá de la experiencia en la que se centra este artículo. Dicha imagen de máquina virtual, creada para la plataforma *cloud on-premises* del GRyCAP dispone de las siguientes características:

- Basada en Windows 7 con el servicio de acceso mediante escritorio remoto específicamente configurado para permitir más de una conexión simultánea.

Montserrat, Moltó, Segrelles

- Cuenta de usuario con privilegios de administrador para que el profesor se pueda conectar a la misma.
- Instalación de la herramienta LinkPlanner.
- Integrada en el dominio UPVNet. Esto permite que los alumnos se puedan conectar a dicha máquina virtual con su propia cuenta de alumno, tal y como lo harían en cualquier otro laboratorio del campus. Esto facilita la experiencia del alumno, que no es necesario que memorice credenciales diferentes para acceder a esta máquina.

Al profesor se le ofreció acceso al panel de control del IM (tal y como se mostró en la Figura 1) de manera que pudiera solicitar él mismo el despliegue de la instancia de máquina virtual y la terminación de la misma una vez finalizada la actividad educativa. Una ventaja adicional de esta aproximación es que resulta trivial el despliegue de instancias adicionales con exactamente la misma configuración. Por ejemplo, tres instancias de máquinas virtuales en lugar de una sola. Esto permitiría que, ante incrementos en la matrícula de una asignatura, fuera necesario desplegar un mayor número de instancias porque se prevea que van a haber bastante número de alumnos de forma simultánea. Esto permitiría asignar parte de la clase a un entorno virtual y otra parte a otro entorno virtual, distribuyendo así la carga.

Por supuesto, este tipo de técnicas son también de utilidad en cursos online (incluso MOOC) que ofrezcan a sus alumnos acceso a laboratorios remotos para la realización de actividades prácticas, permitiendo adaptar el número de laboratorios remotos al número de alumnos. Nótese, que además de incrementar el número de instancias de máquinas virtuales (conocido como elasticidad horizontal) también es posible incrementar la capacidad de cómputo y almacenamiento de cada máquina virtual (elasticidad vertical), para poder soportar mayor número de alumnos trabajando de forma concurrente.

Discusión y resultados

Asignatura Informática (INF)

Respecto a la asignatura de Informática se desplegaron un total de 6 EVCs que corresponden a 6 máquinas virtuales, que daban acceso a todos los alumnos a un Escritorio Virtual personal desde donde podían realizar las actividades educativas programadas (boletines de prácticas y autónomos). Como resultado (ver Figura 2) se presenta las respuestas que los alumnos han realizado a la encuesta mostrada en la Tabla 2, al final de la asignatura.

Montserrat, Moltó, Segrelles

Tabla 2. Encuesta realizada a los alumnos de la asignatura de Informática. Totalmente en Desacuerdo (TD), Más Bien en Desacuerdo (MBD), Término Medio (TM), Más Bien de acuerdo (MBA) y Totalmente de Acuerdo (TA).

	TD	MBD	TM	MBA	TA
1. Siempre he tenido disponible desde cualquier lugar los recursos informáticos necesarios para realizar las prácticas.					
2. En general, la resolución de los ejercicios correspondientes a los boletines a través de Cloud parecen apropiados y un buen método, porque me permite el acceso a los mismos recursos que los ofrecidos en los laboratorios de PCs desde cualquier lugar que disponga conexión a internet.					
3. Creo que el uso de Entornos Virtuales Computacionales que ofrecen Escritorios Remotos puede ser extrapolable a otras asignaturas.					
4. Prefiero el uso de Entornos Virtuales Computacionales en el Cloud que el uso de PCs en los laboratorios, porque puedo utilizar mis propios dispositivos (portátiles, PC de casa, etc.) .					

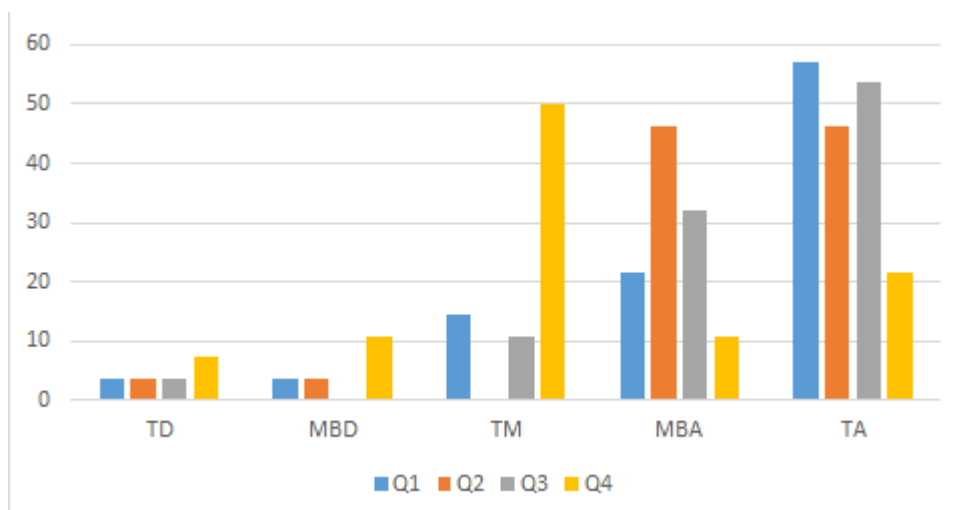


Fig. 2 Resultados de la encuesta realizada a los alumnos en la asignatura de INF.

Montserrat, Moltó, Segrelles

Tal y como se observa en la Figura 2 los resultados de la pregunta 1 constatan la disponibilidad de los EVC en todo momento, casi el 80% de los alumnos están MBD (57%) o TA (21) respecto a este hecho. Los alumnos que han optado por término medio, alegan que en alguna ocasión no han sido capaces de acceder a dichos recursos, ya que no eran capaces de configurar las redes Wifi en aquellos lugares fuera de la UPV (bibliotecas, cibercafés, etc.).

Respecto a la pregunta dos, corrobora en un 92% (26% de MBA y 46% de TA) que el uso del *cloud* permite la ubicuidad de los alumnos para la realización de las actividades, mejorando el método tradicional de uso de PCs del laboratorio de forma presencial.

Respecto a la tercera pregunta, constata la percepción de los alumnos que el uso del *cloud* se puede extrapolar a otras asignaturas con un 32% de MBA y 54% de TA..

Respecto a la cuarta pregunta podemos ver que hay un alto porcentaje de TM, con lo que por los menos la percepción del alumno es que equipara los dos métodos como igual de válidos para la realización de las actividades educativas. Aún así, hay una aceptación del más del 30%, que opina que es mejor el uso que el *cloud* y un 17% que prefieren los laboratorios tradicionales. Entendemos que este hecho, es positivo dado que equipara los EVCs a los entornos presenciales.

Asignatura de Telecomunicaciones

Respecto a la asignatura de Telecomunicaciones, para comprobar la viabilidad de esta propuesta de ejecución en *cloud*, las prácticas se hicieron directamente en el laboratorio del campus de Gandía, accediendo a las máquinas virtuales situadas a cerca de 70 km de distancia. Se desplegaron 2 EVCs y todos los alumnos en prácticas (20) accedieron simultáneamente a los equipos *on-premises* habilitados a tal efecto. No se experimentó ningún contratiempo durante la práctica, ni cortes, ni fallos en el sistema, ni retardos en la interacción con las EVCs. En la encuesta realizada tras la realización de la práctica, los alumnos mostraron una gran aceptación y recalcaron que la práctica no había supuesto un mayor esfuerzo por su parte, desarrollándose toda la sesión virtual de forma transparente. Asimismo, los alumnos indicaron la facilidad para su extrapolación a otros contextos, como prácticas *online*. Los resultados de la evaluación del trabajo entregado tampoco ofrecieron diferencias significativas respecto a años anteriores.

Las principales ventajas observadas por el profesor en esta experiencia fueron las siguientes:

- Se pudo utilizar el sistema operativo específico requerido por la aplicación sin necesidad de condicionar la configuración de los equipos del laboratorio, que

Montserrat, Moltó, Segrelles

operaban en la plataforma Windows 8. Este hecho elimina la dependencia que a veces se sufre con el proveedor del software y en caso de falta de actualización se puede aún recurrir a máquinas virtuales operando en versiones antiguas de un determinado sistema operativo.

- La preparación de la EVC se realizó una única vez, haciendo réplicas de la máquina configurada, lo cual ahorró un gran trabajo técnico, al no tener que realizar la instalación y configuración en varios equipos.
- Se escaló la capacidad del sistema (número de ECVs) para satisfacer picos de demanda, sin saturar ni ralentizar la experiencia de usuario, lo que da confianza en la escalabilidad de la solución planteada.
- Se comprobó que, a pesar del uso de Escritorio Remoto, el aspecto del sistema operativo remoto se ajusta perfectamente a la pantalla del puesto de acceso. En este sentido se utilizaron varios tipos de monitores, tanto de configuración plana, como convencional, y en todos los casos se obtuvo una perfecta representación del sistema virtual.

Conclusiones

La solución planteada en este artículo evita que la experiencia del alumno dependa de las capacidades de su dispositivo. En este sentido estamos democratizando la educación *online*, al garantizar que todos nuestros alumnos dispondrán de las mismas oportunidades para realizar los trabajos prácticos propuestos, si bien es necesario desplegar recursos de cómputo en función del número de alumnos.

En este contexto, este artículo presenta dos experiencias prácticas del uso de EVCs en educación universitaria. En concreto los alumnos fueron del área de las tecnologías de la información y las comunicaciones, área especialmente propicia para estas experiencias. Los resultados muestran una gran aceptación por parte de los alumnos, ya que permite flexibilizar el uso de sus propios dispositivos en el aula. Además, para los técnicos de laboratorio y los profesores, simplifica en gran medida la preparación previa de las prácticas ya que pueden replicarse escenarios de trabajo de manera muy sencilla y adaptar las capacidades de computación a la carga específica de trabajo.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación de la Universitat Politècnica de València (UPV) por la financiación del proyecto PIME “Análisis

Monserrat, Moltó, Segrelles

y Evaluación de Impacto del Cloud Computing en la Gestión de entornos Virtuales Computacionales en la Enseñanza”, con referencia A014, en el cual está enmarcado este trabajo.

Referencias

- [1] Sotillo, S. M. (2003), 'Pedagogical advantages of ubiquitous computing in a wireless environment', The Technology Source .
- [2] Appelt, W. and Mambrey, P. (1998), 'Experiences with the BSCW Shared Workspace System as the Backbone of a Virtual Learning Environment for Students.'
- [3] WU, M. L. and RICHARDS, K. (2013), Facilitating Communication through Interactive Polls and Reminders. 2013. p. 3818-3818., in 'Society for Information Technology & Teacher Education International Conference.', p. 3818.
- [4] Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M. and Palincsar, A. (1991), 'Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning', Educational Psychologist 26(3-4), 369-398.
- [5] Miller, K. W., Voas, J. and Hurlburt, G. F. (2012), 'BYOD: Security and Privacy Considerations', IT Professional 14(5), 53-55.
- [6] Doelitzscher, F., Held, M. and Reich, C. (2011), 'ViteraaS: Virtual Clusters as a Service', Technology and Science .
- [7] Mitchell, J. E., Qiu, J., Canonio, M., Jha, S., Hayden, L., O'Leary, B. A., Figueiredo, R. and Fox, G. (2012), FutureGrid education, in 'Proceedings of the 1st Conference of the Extreme Science and Engineering Discovery Environment on Bridging from the eXtreme to the campus and beyond -XSEDE '12', ACM Press, New York, New York, USA, p. 1.
- [8] Le, X., Dijiang, H., & Wei-Tek, T., (2014), "Cloud-Based Virtual Laboratory for Network Security Education". IEEE Transactions on Education, 57(3), 145-150.
- [9] Mell, P. and Grance, T. (2011), 'The NIST Denition of Cloud Computing'.
- [10] Buyya, R., Broberg, J. and Goscinski, A. M. (2011), Cloud computing:Principles and Paradigms, Wiley.
- [11] M. Caballer, I. Blanquer, G. Moltó, C. de Alfonso (2015), "Dynamic management of virtual infrastructures," *J. Grid Comput.*, vol. 13, no. 1, pp. 53–70.

Docencia presencial y laboratorio remoto: una unión idónea para las prácticas de motores alternativos

Emilio Navarro Arévalo^a, Juan Manuel Tizón Pulido^b

Dpto. Mecánica de Fluidos y Propulsión Aeroespacial. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio. Universidad Politécnica de Madrid, Plaza Cardenal Cisneros 3, 28040 Madrid, España. 913366344. ^aemilio.navarro@upm.es, ^bjm.tizon@upm.es

Abstract

It has been used in the same class time: a lecture and a remote laboratory for reciprocating engine practices. In both cases, we have made use of video cameras to visualize real-time facilities. The lecture has been used to describe the test bench and the remote laboratory has been used to measure performances of a spark ignition engine. This methodology is intended to solve the problem of overcrowding of students in the labs, mainly when the number of jobs for them is very low.

Keywords: Remote laboratory, labs, reciprocating engines.

Resumen

Se ha utilizado en una misma clase presencial recursos docentes convencionales, como son la clase magistral y las presentaciones en pantalla, junto con un laboratorio remoto para impartir docencia de prácticas de laboratorio de Motores Alternativos de Combustión Interna. En ambos casos se ha hecho uso de cámaras de video para visualizar las instalaciones en tiempo real. La clase magistral se ha utilizado para describir las instalaciones que forman parte de un banco de ensayos y el laboratorio remoto se ha utilizado para realizar ensayos para la determinación de actuaciones de un motor de encendido provocado. Con esta metodología se pretende poder solucionar el problema de la masificación de alumnos en las prácticas de laboratorio, fundamentalmente cuando el número de puestos de trabajo para hacerlas es muy reducido.

Palabras clave: Laboratorio remoto, prácticas de laboratorio, motores alternativos.

Docencia presencial y laboratorio remoto: una unión idónea para las prácticas de motores alternativos

Introducción

La enseñanza en ingeniería ha utilizado las prácticas de laboratorio para lograr acercar al alumno al mundo real, aplicando los conocimientos teóricos a la práctica (Chu et al., 2008) (Ma et al., 2006) y jugando un papel muy importante en la formación del alumno. La importancia de las clases de laboratorio y la forma de impartirlas ha ido cambiando en los últimos años (Hofstein et al., 1982) (Hofstein et al., 2004). Recientemente está cobrando gran importancia la utilización de laboratorios virtuales y remotos, favorecido por la gran aceptación que por parte de los alumnos tienen las TICs (Bourne et al., 2005) (Davidson et al., 2006) (Giménez et al., 2009).

Los laboratorios virtuales presentan una serie de ventajas, frente a las instalaciones reales, como son (Calvo et al., 2009) (Navarro et al., 2010):

- Su coste relativamente bajo, con una configuración y puesta a punto más sencilla, al basarse en el funcionamiento de un programa informático.
- Su alto grado de robustez y seguridad, al no existir elementos reales que interfieran en el entorno.
- La disminución del uso incorrecto del equipamiento.
- La repetitividad de los experimentos.
- La capacidad de controlar un gran número de parámetros de diseño y operación que intervienen en el sistema simulado y analizar su respuesta ante el cambio (Bourne et al., 2005).

Sin embargo, como ponen de manifiesto un gran número de estudios de psicología cognitiva, las personas aprenden más rápidamente y mejor haciendo cosas y pensando sobre lo sucedido al hacerlo, que mirando o escuchando a alguien que les cuente lo que deben de aprender (Dormido, 2004). Por esta razón, los laboratorios presenciales siguen teniendo grandes ventajas frente a los laboratorios virtuales (Richardson, 2003), a pesar de presentar una serie de problemas como pueden ser (Dávila et al., 2009):

- Los costes de instalación, utilización y mantenimiento de determinadas instalaciones experimentales.
- El aumento de horas en las que el alumno tiene que poder acceder al laboratorio, horas en las que muchas veces el profesor tiene que estar presente.
- La dificultad que tienen los alumnos para asistir a algunas de las prácticas si estas se realizan fuera del horario reglado de clases.

E. Navarro y J.M. Tizón

A todo esto es necesario añadir (Dávila et al., 2009) el caso de tener un elevado número de alumnos, lo que lleva a tener que formar grupos de prácticas numerosos debido a las limitaciones de tiempo y de personal docente y de laboratorio, con la imposibilidad de atenderlos adecuadamente. Si esto se une a características particulares de algunos laboratorios, como puede ser el reducido espacio disponible para realizar la práctica y el número reducido de puestos de trabajo, resulta que el número de alumnos que realmente intervienen en la realización de las prácticas es bajo, limitándose el resto simplemente mirar como lo hacen sus compañeros.

Es en estos casos en los que la utilización de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), unido a la utilización del laboratorio remoto, todo ello empleándolo al mismo tiempo en la formación presencial puede ser una solución al problema.

Laboratorio real

Una de las prácticas de laboratorio que se realizan en el Laboratorio de Motores Alternativos es la determinación de actuaciones de un motor de encendido provocado de aspiración normal. Para ello se dispone de un motor alternativo (Figura 1) instalado en un banco de ensayo y dotado de los sistemas de control del banco de pruebas y del motor, así como de un sistema de adquisición de datos. Al sistema de adquisición de datos le llegan las señales de los transductores y acondicionadores de señal utilizados para realizar las medidas, y el control de la mariposa del motor se realiza mediante un motor paso-paso. También se cuenta con un ordenador en el que se ejecuta el software desarrollado para controlar todos los sistemas de la instalación y realizar las medidas en el momento requerido. Además este mismo software permite realizar el tratamiento de las medidas con posterioridad al ensayo ya que las guarda en archivos, junto con los datos de las características del motor, para poder realizar con ellas cálculos, representaciones gráficas, exportar los resultados a hojas de cálculo, etc.

El software dispone de un interfaz de usuario (GUI) que se ha desarrollado pensando en que sea muy sencillo de utilizar e intuitivo, de manera que no sea necesario invertir una gran cantidad de tiempo en su aprendizaje (Figura 2).

En el ensayo se realizan medidas de las variables necesarias para determinar las actuaciones del motor, así como de aquellas que se consideran necesarias para poder determinar las condiciones de operación. Entre ellas se miden el régimen de giro, el par motor, los gastos de aire y combustible, temperaturas, emisiones de contaminantes, etc., y se calculan la potencia efectiva, el consumo específico, etc.

Con estos ensayos experimentales se pretende que los alumnos puedan comprobar “in situ” las conclusiones que se han obtenido en las clases teóricas, así como que conozcan los

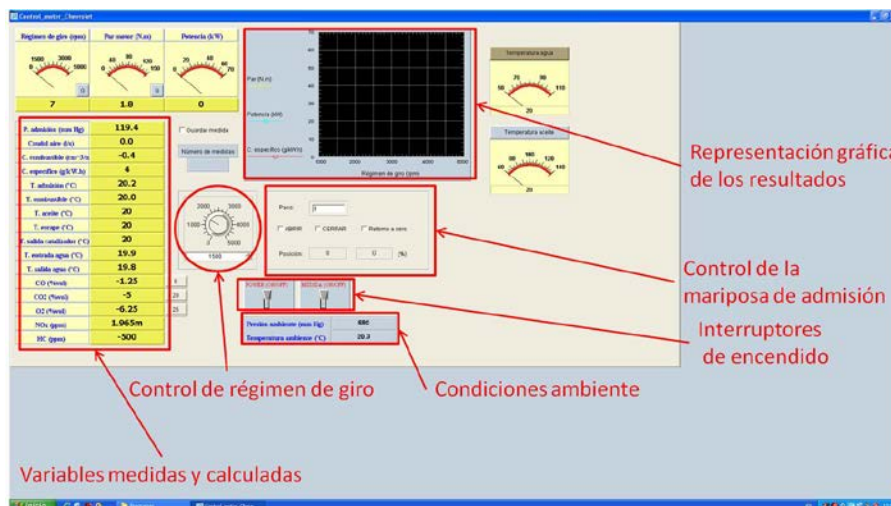
Docencia presencial y laboratorio remoto: una unión idónea para las prácticas de motores alternativos

protocolos y metodología a seguir cuando se hacen ensayos de este tipo, y además conocer los distintos tipos de transductores utilizados para hacer las medidas, la forma de adquirir las medidas y como tratarlas posteriormente.

Figura 1. Banco de ensayo de motores alternativos



Figura 2. Interfaz de usuario (GUI) del sistema de control y medida



El software desarrollado para el control del sistema de adquisición de datos y del banco de ensayos se ha realizado en VEE® (www.keysight.com). VEE® es un entorno de programación gráfico utilizado en medida y análisis. Utiliza objetos para la programación

E. Navarro y J.M. Tizón

lo que lo hace fácil de utilizar y muy versátil. Permite realizar cálculos, simulaciones, control de instrumentos, análisis de señales y puede interaccionar fácilmente con otros paquetes de software como hojas de cálculo, tratamientos de texto, etc.

Laboratorio remoto

El laboratorio remoto se ha implementado de forma que pueda ser puesto a punto de manera rápida y sencilla. Para ello se ha utilizado una conexión desde un ordenador situado en el aula en el que se desarrolla la actividad docente al ordenador que controla el banco de ensayo y el sistema de adquisición de datos. La conexión se ha llevado a cabo mediante escritorio remoto.

Además de la conexión remota, que muestra el interface de medida y control del banco de ensayo (Figura 2), y con la finalidad de tener la sensación de estar realmente en la sala de control del banco, se han instalado cámaras de video que permiten visualizar la sala de control y la celda de ensayo, y en concreto el motor a ensayar. Además las cámaras de video disponen de micrófono omni-direccional que permiten oír de forma remota el ruido producido por el motor y las instalaciones auxiliares. La utilización de las cámaras, junto con el sonido, mejora la percepción de estar presente en el banco de ensayo.

Las cámaras de video utilizadas presentan una resolución de 352x288 para 25 frames ó 704x576 para 12 frames, resolución suficiente para poder ver con detalle las instalaciones y el motor en operación.

Se utilizan al mismo tiempo dos pantallas en las que se proyectan, con sendos cañones de video, por una parte las imágenes procedentes de las cámaras de video y por otra, bien las presentaciones utilizadas en la descripción de la instalación experimental, bien el panel de medida y control (GUI) durante la realización de los ensayos. La razón de utilizar las dos pantallas es la poder tener imágenes de tamaño adecuado para que los alumnos puedan visualizarlas con calidad.

Utilización del laboratorio remoto

El desarrollo de las clases de laboratorio se venía haciendo hasta ahora describiendo en primer lugar el banco de pruebas de motores alternativos utilizado, y de todos los sistemas auxiliares que lo componen, para continuar con la descripción del sistema de control del freno dinamométrico y del motor y el sistema de medida. Todo esto se realizaba de forma presencial dentro de la celda de ensayo en grupos de unos 15 alumnos.

A continuación, en la sala de control, ya fuera de la celda de ensayos, se les describía el

Docencia presencial y laboratorio remoto: una unión idónea para las prácticas de motores alternativos

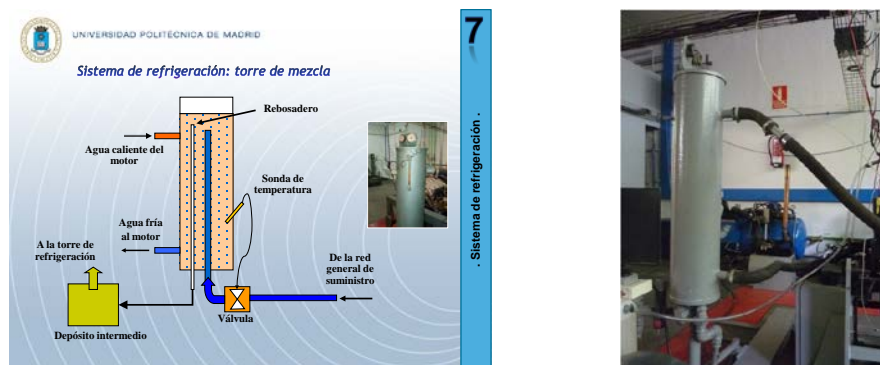
interface gráfico (GUI), el protocolo de medida y los ensayos a realizar, pasando por último a realizar los ensayos. El puesto de trabajo de la sala de control únicamente permite que puedan acceder a los controles como máximo dos alumnos al mismo tiempo (Figura 3), lo que hace que el resto únicamente pueda ver los resultados desde lejos, perdiendo rápidamente el interés por lo que se hace.

Figura 3. Puesto de trabajo de la sala de control del banco de ensayos



Con la nueva metodología, lo que se pretende es poder realizar de forma más clara la descripción de las instalaciones, para lo que se hace uso de presentaciones que utilizan fotografías, esquemas y videos, y poder realizar los ensayos de forma remota haciendo la presentación en una pantalla de forma que todos los alumnos tengan una visión clara de cómo se actúa en el ensayo y de las medidas realizadas.

Figura 4. Muestra de la presentación utilizada para la descripción de una torres de mezcla (izquierda) y de la imagen mostrada por la cámara de vídeo (derecha)



E. Navarro y J.M. Tizón

En la fase de descripción de las instalaciones se utiliza al mismo tiempo que las presentaciones las cámaras de video, que van enfocando de forma detallada cada uno de los elementos del banco de ensayo que se describe en ese momento (Figura 4). El esquema seguido en esta fase es el mostrado en la Figura 5.

Durante la fase de ensayos, después de describir el protocolo a seguir, y mostrando al mismo tiempo el motor en funcionamiento con su correspondiente sonido, se realizan los ensayos. En una pantalla se muestra el panel de medida (GUI) (Figura 2), y en otra pantalla se muestra el motor en funcionamiento (Figura 1).

Figura 5. Esquema seguido en la fase de descripción de los elementos constitutivos de un banco de ensayo de motores alternativos

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	
Indice	
1.	Introducción
2.	Elementos de un banco de ensayos
3.	Celda de ensayos
4.	Bancada
5.	Frenos dinámométricos
6.	Transmisiones
7.	Sistema de refrigeración
8.	Sistema de ventilación
9.	Sistema de medida y control
10.	Sala de control
11.	Normas de seguridad y precauciones

Evaluación

Una vez terminada la experiencia, el profesorado ha detectado una buena acogida por parte de los alumnos, así como una mejora en el interés mostrado por los mismos.

De todas formas, para evitar las posibles subjetividades al respecto, se ha procedido a evaluar la metodología utilizada mediante la propuesta de una encuesta anónima y voluntaria a realizar a través de la plataforma institucional de teleenseñanza Moodle de la Universidad. La finalidad de la misma es la de obtener la opinión de los alumnos sobre el procedimiento utilizado con el fin de mejorarlo. Las preguntas propuestas han sido:

1. Para la descripción del banco de ensayos, la utilización de cámaras de video, junto con las transparencias, me ha parecido interesante y me ha servido para aclarar conceptos (1:

Docencia presencial y laboratorio remoto: una unión idónea para las prácticas de motores alternativos

nada de acuerdo - 5: completamente de acuerdo).

2. En conjunto indica tu nivel de satisfacción en la realización de la práctica en forma remota (1: poco - 5: mucho).

3. Para la realización del ensayo mediante el laboratorio remoto, la utilización de cámaras de video, me ha parecido interesante y me ha servido para aclarar conceptos (1: nada de acuerdo - 5: completamente de acuerdo).

4. Me ha gustado la combinación de la descripción del laboratorio y del banco de ensayo, seguido de la práctica de laboratorio remota, todo ello en la misma sesión de clase (1: nada de acuerdo - 5: completamente de acuerdo).

5. En general, esta experiencia con la metodología utilizada ha sido satisfactoria (1: nada de acuerdo - 5: completamente de acuerdo).

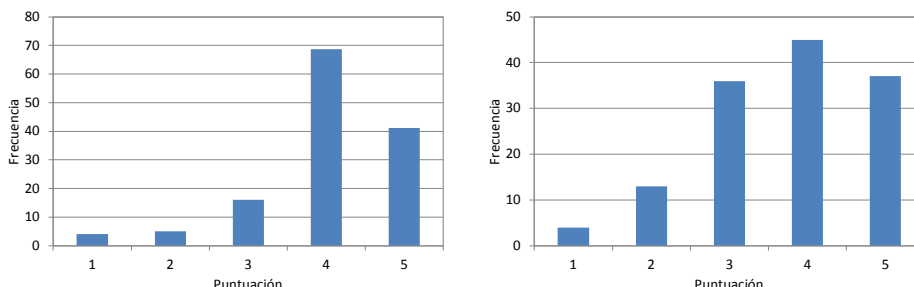
6. Vista la experiencia considero adecuado el uso de las prácticas remotas para la realización de las prácticas de laboratorio (1: nada de acuerdo - 5: completamente de acuerdo).

7. Me gustaría que se utilizase esta metodología en otras asignaturas (1: nada de acuerdo - 5: completamente de acuerdo).

8. Dado el número de alumnos matriculados en la asignatura y el reducido espacio disponible en la sala de control del banco, el hacer la práctica de forma presencial obligaría a que el número de alumnos por práctica fuese de unos 15 alumnos y que como máximo pudiesen utilizar el banco dos alumnos al mismo tiempo. A pesar de esto, hubiera preferido haber realizado la práctica de forma presencial (1: nada de acuerdo - 5: completamente de acuerdo).

La encuesta la ha respondido un 135 alumnos, mostrándose los resultados obtenidos, en forma de histogramas en las Figuras 6 a 9 y los valores medios de las respuestas a las preguntas de la encuesta en la Figura 10.

Figura 6. Histogramas de los resultados a las preguntas 1 (izquierda) y 2 (derecha)



E. Navarro y J.M. Tizón

Figura 7. Histogramas de los resultados a las preguntas 3 (izquierda) y 4 (derecha)

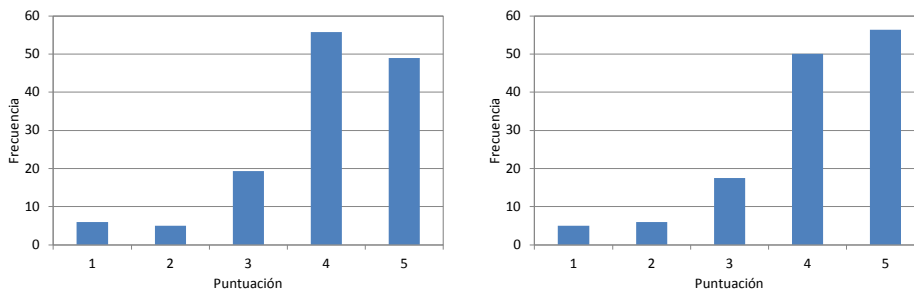


Figura 8. Histogramas de los resultados a las preguntas 5 (izquierda) y 6 (derecha)

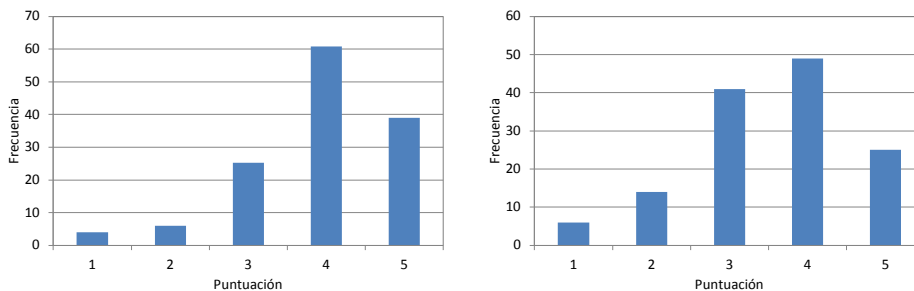
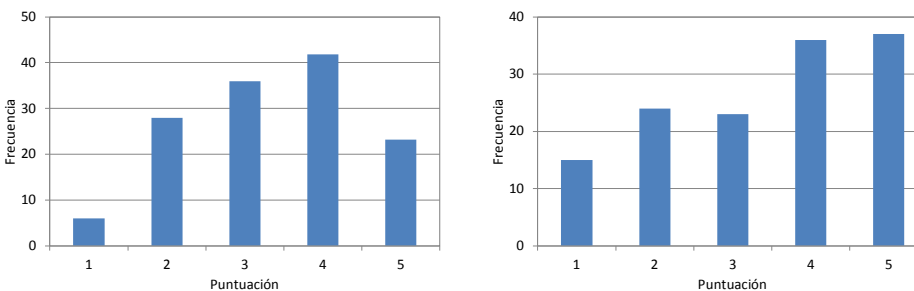


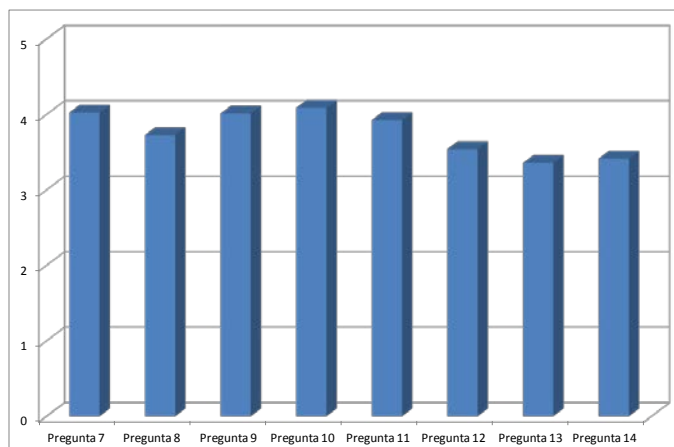
Figura 9. Histogramas de los resultados a las preguntas 7 (izquierda) y 8 (derecha)



Como se puede comprobar de dichos resultados, un porcentaje muy elevado de alumnos muestran su interés por la utilización de cámaras de video al mismo tiempo que la clase magistral y el laboratorio remoto, considerando que les ha servido para aclarar conceptos. De igual forma consideran válida la utilización del laboratorio remoto, pero teniendo en cuenta que también se muestra un alto interés en mantener el laboratorio presencial (Figura 9 derecha).

Docencia presencial y laboratorio remoto: una unión idónea para las prácticas de motores alternativos

Figura 10. Valores medios de las respuestas a las preguntas de la encuesta



Conclusiones

En el trabajo que se describe se ha utilizado en una misma clase presencial las metodologías docentes más convencionales con otras que lo son menos, aunque cada vez más frecuentes, como son los laboratorios remotos y las retransmisiones de video.

Las razones para utilizar estas metodologías de forma conjunta son las de:

- Evitar que alumnos que asisten a las prácticas de laboratorio no puedan realmente participar en las mismas, dado el gran número de ellos y el reducido número de puestos de trabajo.
- Hacer que el alumno tenga la sensación de encontrarse físicamente en el laboratorio observando directamente las instalaciones, equipos y sistemas, mientras se le explican sus funciones y modo de operar con ellos.

Las conclusiones que se extraen de la metodología utilizada y de la encuesta realizada a los alumnos son:

- Los alumnos ven útil y de ayuda el uso de cámaras de video como apoyo a la docencia.
- Los alumnos consideran positivo el utilizar laboratorios remotos en otras asignaturas.

E. Navarro y J.M. Tizón

- Los alumnos mantienen su interés por realizar además prácticas de laboratorio presencial.

De lo anterior se desprende que aunque la metodología utilizada es muy útil para describir las instalaciones necesarias para realizar ensayos en motores alternativos, y el laboratorio remoto es útil para describir el funcionamiento del banco de ensayo, los alumnos siguen manteniendo su interés en realizar prácticas presenciales. Por consiguiente, por lo menos en la experiencia llevada a cabo, puede decirse que el laboratorio remoto es un complemento al laboratorio real.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Politécnica de Madrid la financiación de este proyecto, realizado a través de la convocatoria 2014 de “Ayudas a la innovación educativa y a la mejora de la calidad de la enseñanza”, así como al personal de los Servicios Informáticos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio (ETSIAE) por su colaboración.

Referencias

- Chu R. H., Lu D. D. (2008). *Project based lab learning teaching for power electronics and drives*. IEEE Transactions on Education. 51(1), 108 -113 pp.
- Ma J., Nickerson J. V. (2006). *Hands-on, simulated, and remote laboratories: a comparative literature review*. ACM Computer Survey. 38(3), 1 - 24 pp.
- Hofstein A., Lunetta V. N. (1982). *The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research*. Review of Educational Research Washington, D.C. Vol. 52, Iss. 2, 201 - 217 pp.
- Hofstein A., Lunetta V. N. (2004). *The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century*. Science Education. 88(1), 28-54. Retrieved February 24, 2011, from Academic Research Library (Document ID: 796913731).
- Bourne J., Harris D., Mayadas F. (2005). J. Eng. Educ. 94(1). 131 pp.
- Davidson G. V., Rasmussen K. L. (2006). *Web-Based Learning: Design, Implementation and Evaluation*. Pearson Merrill Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.
- Giménez F., Furlan W. D., Pons A., Monsoriu J. A. (2009). *ZPDESIGN: Un nuevo laboratorio virtual para el estudio de la óptica difractiva*. Actas del 17 CUIEET.
- Calvo I., Zulueta E., Gangoiti U., López J.M. (2009). *Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas*. Ikastorratza. Vol. 3, n. 3, 1 - 21 pp.

Docencia presencial y laboratorio remoto: una unión idónea para las prácticas de motores alternativos

Navarro E., Leo T., Moral L. (2010). *Simulación de una Pila de Combustible para su Aplicación en un Laboratorio Virtual*. Actas 18 CUIEET (ISBN: 978-84-86116-19-4).

Dormido S. (2004). *Control Learning: Present and Future*. Annual Reviews in Control. Vol. 28 (1), 115 - 136 pp.

Richardson, V. (2003). *Constructivist pedagogy*. The Teachers College Record.

Dávila L., Santos C., Castedo L., López S., González R. (2009). *Plataforma interactiva para la realización de prácticas de electrónica digital*. Actas del 17 CUIEET.

<http://www.keysight.com>

WAVEFRONT TESTER: Un nuevo laboratorio virtual para el estudio de los sensores frente de onda.

Vicente Ferrando^{a,b}, Laura Remón^a, Walter D. Furlan^b, Fernando Giménez^c y Juan A. Monsoriu^a

^a Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València 46022 Valencia, viferma1@upv.es

^b Departamento de Óptica, Universitat de València, Dr. Moliner 50, 46100 Burjassot (Valencia).

^c I.U. Matematica Pura y Aplicada, Universitat Politècnica de València, , Camino de Vera sn, 46022 Valencia.

Abstract

We present a new virtual laboratory developed with MATLAB (Graphical User Interface) used to teach different aberration effects in the "Tecnología de Sensores Optoelectrónicos" at "Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño" of the Universitat Politècnica de València. The objective of this lab is to provide a computer tool to study the working principle of a Shack Hartman sensor and the parameters that determine the dynamic range of the same. Some examples made with different aberrations (defocus, astigmatism, coma) and for different sensor configurations are presented.

Keywords: *aberrations, wavefront sensors, MATLAB programming.*

Resumen

Se presenta un laboratorio virtual desarrollado en MATLAB GUI (Graphical User Interface) para ser utilizado en la asignatura de "Tecnología de Sensores Optoelectrónicos" que se imparte en "Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño" de la Universitat Politècnica de València. El objetivo de este laboratorio es servir de herramienta informática para el estudio de un sensor Shack Hartman y los parámetros que determinan el rango dinámico del mismo en la medida de las aberraciones. Se presentan distintos ejemplos realizados con diferentes aberraciones (desenfoque, astigmatismo, coma) y para diferentes configuraciones del sensor.

Palabras clave: *aberraciones, sensores de frente de onda, MATLAB.*

WAVEFRONT TESTER: Un nuevo laboratorio virtual para el estudio de los sensores frente de onda.

Introducción

Los sensores de frente de onda, también conocidos como aberrómetros, son instrumentos comúnmente utilizados en Óptica y Física en general. Estos sensores proporcionan información cuantitativa sobre las aberraciones ópticas de un sistema óptico cualquiera (fuente de luz como un láser, un objetivo...) y, por lo tanto, informan sobre la calidad óptica. Estos instrumentos se utilizan, por ejemplo, en Óptica Adaptativa para mejorar las imágenes tomadas con los telescopios astronómicos modernos, reduciendo el efecto introducido por la atmósfera en el frente de onda (Marino, 2014).

Se han desarrollado diferentes tipos de sensores de frente de onda (Feng, 2014; Mico, 2012; Paurisse, 2010]. Sin embargo, el sensor Shack-Hartmann (SH) es el dispositivo más utilizado en la actualidad para la medida del frente de onda (Idir, 2014). Su principio es relativamente sencillo y bien conocido (Platt, 2001). Consiste básicamente en una matriz de microlentes (MML) de la misma distancia focal ubicadas delante de una cámara CCD. Cada microlente muestra el frente de onda que le llega y, calculando el desplazamiento lateral de cada spot focal con respecto al frente de onda de referencia, permite obtener las aberraciones presentes en un sistema óptico cualquiera. Finalmente, para calcular el frente de onda se aplican algoritmos de reconstrucción. Entre los algoritmos más utilizados se basan en la descomposición del frente de onda en polinomios de Zernike (Li, 2014).

En este trabajo se presenta un nuevo laboratorio virtual desarrollado en MATLAB GUI (Graphical User Interface) para ser utilizado en la asignatura de "Tecnología de Sensores Optoelectrónicos" del "Máster Universitario en Sensores para Aplicaciones Industriales" que se imparte en "Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño" de la Universitat Politècnica de València. El objetivo de este laboratorio es servir de herramienta informática de apoyo para ilustrar el funcionamiento de un sensor SH y los parámetros que determinan el rango dinámico del mismo en la medida de las aberraciones. Se presentan algunos ejemplos realizados con diferentes aberraciones (desenfoque, astigmatismo, coma) para diferentes configuraciones de la MML.

Teoría Básica

En la Figura 1 se muestra el principio de funcionamiento de un SH. Éste consiste básicamente en una MML de igual distancia focal colocada delante de una cámara CCD. La función principal de la MML es muestrear el frente de onda que le llega. Si el frente de onda es plano, sin aberraciones (puntos verdes en la Figura 1), sobre la CCD se forma una matriz regular de puntos determinada por la geometría de la propia MML. Si el frente de onda que llega a la MML está aberrado, onda problema (puntos rojos en la Figura 1), sobre la CCD se forma una serie de puntos desplazados respecto a los generados por la onda plana. Ese desplazamiento viene dada por (Platt, 2014):

V. Ferrando, L. Remón, W.D. Furlan y J.A. Monsoriu

$$\begin{aligned}\frac{\partial W(\bar{x}, \bar{y})}{\partial x} &= \frac{\Delta x(\bar{x}, \bar{y})}{f_{MML}}, \\ \frac{\partial W(\bar{x}, \bar{y})}{\partial y} &= \frac{\Delta y(\bar{x}, \bar{y})}{f_{MML}},\end{aligned}\tag{1}$$

donde $[\bar{x}, \bar{y}]$ son las posiciones de los puntos de referencia, $W(\bar{x}, \bar{y})$ es el frente de onda aberrado, f_{MML} es la distancia focal de la MML y $[\Delta x(\bar{x}, \bar{y}), \Delta y(\bar{x}, \bar{y})]$ es el vector de desplazamientos en las direcciones x e y , respectivamente.

Para conocer el frente de onda aberrado se utilizan algoritmos de reconstrucción que incluyen la descomposición del frente de onda en la base de los polinomios de Zernike. Utilizando esta base, la fase del frente de onda se expresa:

$$W(\bar{x}, \bar{y}) = \sum_{i=1}^M a_i Z_i(\bar{x}, \bar{y}),\tag{2}$$

donde M es el número de modos de Zernike utilizado en la reconstrucción del frente de onda, $Z_i(\bar{x}, \bar{y})$ es la función Zernike y a_i son los coeficientes de Zernike. Cada polinomio de Zernike representa una aberración en particular y los coeficientes representan el peso de cada término de Zernike. Sustituyendo la Ec. (2) en la Ec. (1) se obtiene:

$$\begin{aligned}\frac{\Delta x(\bar{x}, \bar{y})}{f_{MML}} &= \sum_{i=1}^M a_i \frac{\partial Z_i(\bar{x}, \bar{y})}{\partial x}, \\ \frac{\Delta y(\bar{x}, \bar{y})}{f_{MML}} &= \sum_{i=1}^M a_i \frac{\partial Z_i(\bar{x}, \bar{y})}{\partial y}.\end{aligned}\tag{3}$$

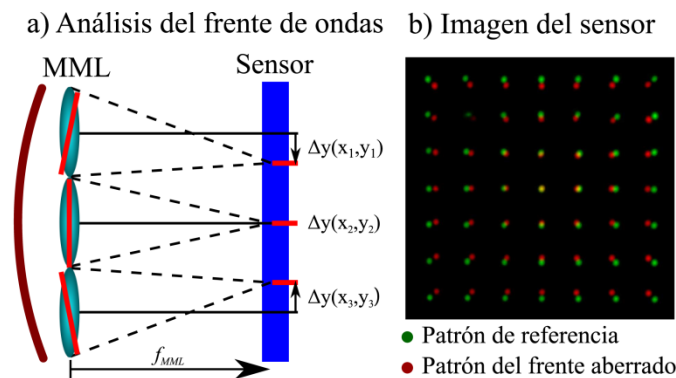
La Ec. (3) se puede expresar en forma matricial como:

$$\frac{1}{f_{MML}} \cdot \mathbf{d} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{a},\tag{4}$$

donde \mathbf{d} es el vector de desplazamientos con dimensiones $2N \times 1$, N es el número de micro-lentes y \mathbf{a} es el vector de coeficientes de Zernike con dimensiones $M \times 1$. La matriz \mathbf{B} , representa las derivadas parciales de los polinomios de Zernike, con dimensiones $M \times 2N$.

WAVEFRONT TESTER: Un nuevo laboratorio virtual para el estudio de los sensores frente de onda.

Figura 1. a) Funcionamiento de un sensor SH. b) Imágenes superpuestas de los patrones de puntos de referencia y aberrado. Si sobre la MML incide un frente de onda plano, cada microlente genera un punto (foco) de referencia (puntos verdes). Si el frente de onda que incide sobre la MML está aberrado, los puntos experimentan un desplazamiento respecto al eje óptico (puntos rojos).

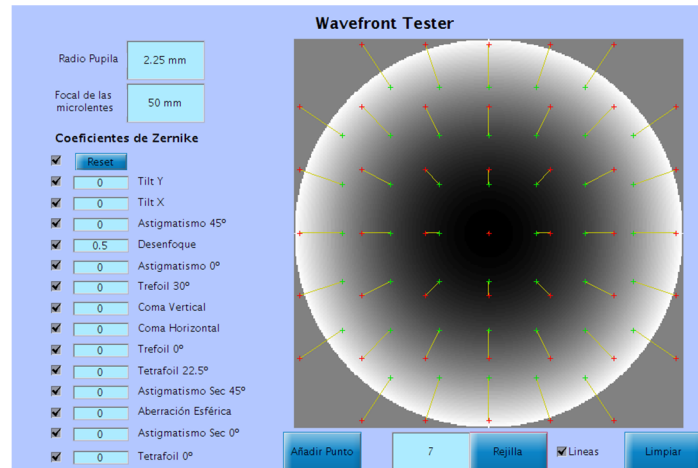


Interfaz Gráfica

El nuevo laboratorio virtual permite conocer *a priori* los desplazamientos experimentados respecto a los puntos de referencia bajo la iluminación de una onda afectada por cualquier tipo de aberración generada y cualquier configuración de la MML, es decir, variaciones en el número de microlentes y en su focal. En la Figura 2 se muestra la pantalla principal de la interfaz gráfica desarrollada. La interfaz está estructurada en dos partes principalmente: La generación del frente de onda y el análisis de éste. Como parámetros de entrada para la generación del frente de onda tenemos el radio de la pupila y la lista de coeficientes de Zernike. El frente de onda generado se muestra en la ventana de la derecha (vease Figura 2). En cuanto a los parámetros de entrada del análisis del frente, podemos introducir la focal de las microlentes. Además, se han implementado dos métodos para definir la geometría de las microlentes que se pueden complementar. Por una parte, podemos introducir el número de microlentes (R) y pulsar el botón *Rejilla*. Esto genera una MML con $R \times R$ microlentes distribuidas uniformemente sobre el frente de onda. Por otra parte, podemos pulsar el botón *Añadir Punto* e indicar una posición sobre el frente de onda. Esto añadirá una microlente en la posición marcada. Pulsando el botón *Limpiar* se eliminan todas las microlentes. Para cada una de las microlentes añadida se muestra la posición de referencia (“+” verde), la posición generada por el frente aberrado (“+” rojo) y, si está activada la opción *Lineas*, el desplazamiento correspondiente a cada microlente. Las microlentes situadas fuera de la pupila no se muestran, mientras que aquellas cuyo punto desplazado está situado fuera de la ventana se marcan con una “x” gris. El cálculo de los desplazamientos a partir del frente de onda aberrado dado un valor de la distancia focal se obtiene mediante la Ec. (4).

V. Ferrando, L. Remón, W.D. Furlan y J.A. Monsoriu

Figura 2. Pantalla principal de la interfaz gráfica.



Resultados

A continuación se muestran algunos de los resultados obtenidos utilizando el laboratorio virtual desarrollado en MATLAB. Empezamos estudiando diferentes configuraciones de la MML para un mismo frente de onda. En la Figura 3 se muestra un frente de onda con un coeficiente de desenfoque de $0.5 \mu\text{m}$ y un radio de pupila de 2.25 mm analizada mediante dos configuraciones diferentes de MML: diferente distancia focal (f_{MML}) y número de microlentes que muestrea la pupila. Observamos en la Figura 3 que cuando se incrementa la distancia focal aumentan los desplazamientos en ambas direcciones, mientras que si aumentamos el número de microlentes la pupila está mejor muestreada, pero el tamaño de las lentes disminuye y compromete el rango dinámico del sensor.

En la Figura 4 se muestra el desplazamiento y la aberración de onda generada para desenfokes convergentes y divergentes de diferente magnitud ($0.25 \mu\text{m}$ y $0.5 \mu\text{m}$) y una misma configuración de MML (7×7 microlentes con una focal de 50 mm). Se observa que para desenfokes convergentes los puntos se comprimen con respecto al patrón de referencia, mientras que para un desenfoque divergente los puntos se expanden. Además, los desplazamientos son mayores cuanto mayor es el valor absoluto del desenfoque.

En la Figura 5 se muestra el desplazamiento y el frente de onda generado para diferentes tipos de aberraciones con radio de pupila de 2.25 mm y una MML de 11×11 microlentes con 50 mm de focal. En la Figura 5(a) se analiza un frente de onda con un coeficiente de astigmatismo a 0° de $-0.50 \mu\text{m}$ y un desenfoque de $0.25 \mu\text{m}$. La Figura 5(b) muestra el análisis de un frente de onda con un coeficiente de coma horizontal de $0.25 \mu\text{m}$. En la Figura 5(c) se muestra un frente de onda cuyo coeficiente de Trefoil a 0° es de $0.25 \mu\text{m}$. En la Figura 5(d) se estudia un frente de onda con una aberración esférica de $0.1 \mu\text{m}$.

WAVEFRONT TESTER: Un nuevo laboratorio virtual para el estudio de los sensores frente de onda.

Figura 3. Desplazamientos y aberración de onda generada para un mismo desenfoque ($0.5 \mu\text{m}$ con un radio de pupila de 2.25 mm) y diferentes configuraciones de la MML: diferente distancia focal y número de microlentes que muestra la pupila.

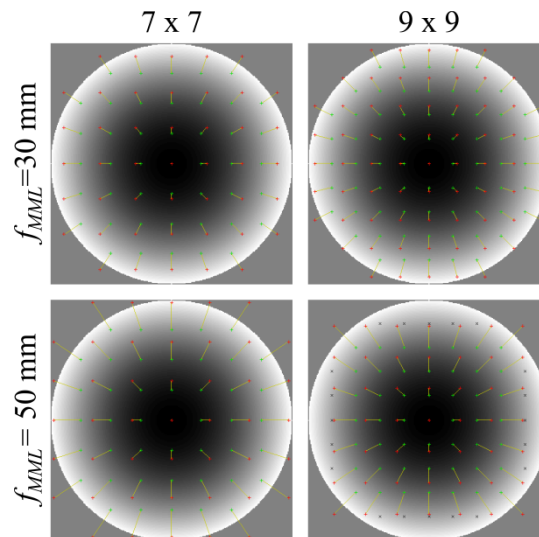
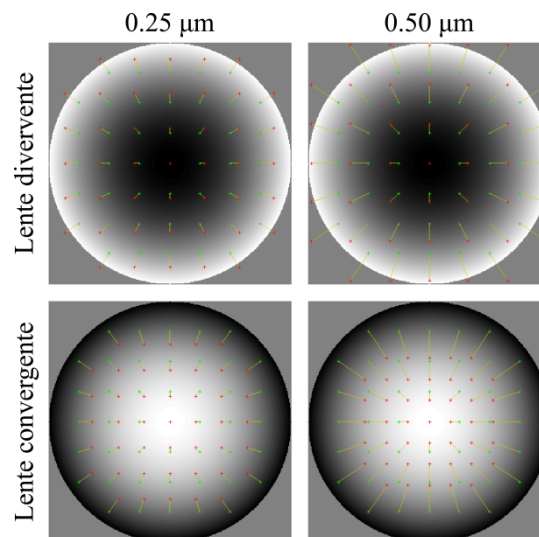
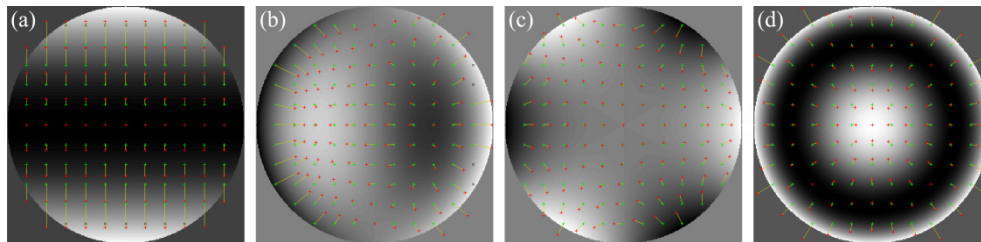


Figura 4. Desplazamientos y frente de onda generado para desenfoques convergentes y divergentes de diferente magnitud ($0.25 \mu\text{m}$ y $0.5 \mu\text{m}$) y una misma configuración de MML (7×7 microlentes con una focal de 50 mm).



V. Ferrando, L. Remón, W.D. Furlan y J.A. Monsoriu

Figura 5. Análisis de los frentes de onda de una pupila con radio 2.25 mm y (a) coeficiente de astigmatismo a 0° de $-0.50 \mu\text{m}$ y desenfoque de $0.25 \mu\text{m}$, (b) coma horizontal de $0.25 \mu\text{m}$, (c) Trefoil a 0° de $0.25 \mu\text{m}$ y (d) aberración esférica de $0.1 \mu\text{m}$. En todos los casos se ha utilizado una MML de 11 x 11 microlentes con una distancia focal de 50 mm.



Conclusiones

Los sensores de frente de onda son elementos ampliamente utilizados en óptica y física para la medida y posterior corrección del frente de onda. En este trabajo se presenta un laboratorio virtual desarrollado en MATLAB GUI para ser utilizado en la asignatura de "Tecnología de Sensores Optoelectrónicos" que se imparte en el "Master Universitario en Sensores para Aplicaciones Industriales" de la "Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño" de la Universitat Politècnica de València. Se han presentado algunos ejemplos con diferentes tipos de aberraciones y de distinta magnitud y se ha estudiado la utilización de diferentes configuraciones de la MML para determinar el rango dinámico del sistema. El objetivo de esta aplicación es servir de herramienta informática para mostrar el funcionamiento de un SH. Se pretende implementar un sensor de este tipo en el laboratorio para la medida de elementos ópticos y oftálmicos tales como lentes o pantallas de fase de aberración conocida. De esta manera los resultados obtenidos con el software podrán ser comparados con los obtenidos en el laboratorio.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València y al Vicerrectorat de Polítiques de Formació i Qualitat Educativa de la Universitat de València por su apoyo a través del EICE MOMA y de la red UV-SFPIE-DOCE14-222789 respectivamente.

WAVEFRONT TESTER: Un nuevo laboratorio virtual para el estudio de los sensores frente de onda.

Referencias

- Feng F., White I. H., Wilkinson T. D. (2014). Aberration correction for free space optical communications using rectangular Zernike modal wavefront sensing. *Journal of Lightwave Technology*, 32, 1239-124.
- Idir M., Kaznatcheev K., Dovillaire G., Legrand J., Rungsawang R. (2014). A 2D high accuracy slope measuring system based on a Stitching Shack Hartmann Optical Head. *Optics Express*, 22, 2770-2781.
- Li C., Li B., Zhang S. (2014). Phase retrieval using a modified Shack-Hartmann wavefront sensor with defocus. *Applied Optics*, 53, 618-624.
- Marino J., Wöger F. (2014). Feasibility study of a layer-oriented wavefront sensor for solar Telescopes. *Applied Optics*, 53, 685-693.
- Micó V., Zalevsky Z., Garcia J. (2012). Superresolved common-path phase-shifting digital inline holographic microscopy using a spatial light modulator. *Optics Letters*, 37, 4988-4990.
- Paurisse M., Hanna M., Druon F., Georges P. (2010). Wavefront control of a multicore ytterbium-doped pulse fiber amplifier by digital holography. *Optics Letters*, 35, 1428-1430.
- Platt B. C., Shack R. (2001). History and principles of Shack-Hartmann wavefront sensing. *Journal of Refractive Surgery*, 17, S573-S577.

Curvas en el espacio: un laboratorio virtual

F. Giménez-Palomares^a y J. A. Monsoriu^b

^aDpto. Matemática Aplicada, ETSI Industriales, Universitat Politècnica de València, Tfno. 695091502, Fax 963877660, fgimenez@mat.upv.es

^bEscuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, E-46022, València, España. jmonsori@fis.upv.es

Abstract

The theory of curves in the plane and in the space is a fundamental part in the formation in geometry of a future engineer, architect, physicist or mathematician. We present here an interactive virtual laboratory developed to visualize the most important properties of curves: Frenet trihedron, curvature, torsion, etc. with the aim of students acquiring and strengthening their knowledge on the subject more quickly.

Keywords: *Virtual laboratory, Matlab, tangent vector, normal vector, binormal vector, curvature, center of curvature, torsión, osculating circle, involute*

Resumen

La teoría de las curvas en el plano y en el espacio forma parte fundamental en la formación en geometría de un futuro ingeniero, arquitecto, físico o matemático. En este trabajo presentamos un laboratorio virtual interactivo dedicado a la visualización de las propiedades más importantes de las curvas: el triedro de Frenet, la curvatura, la torsión, etc. con la idea de que los alumnos puedan adquirir y afianzar más rápidamente sus conocimientos sobre el tema.

Palabras clave: *Laboratorio virtual, Matlab, vector tangente, vector normal, vector binormal, curvatura, centro de curvatura, torsión, circunferencia osculatriz, evoluta*

Curvas en el espacio: un laboratorio virtual

1. Introducción

El uso de las nuevas tecnologías dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje ha ido adquiriendo durante los últimos años cada vez más importancia, lo que ha permitido que los alumnos pueden adquirir más fácilmente competencias y capacidades (Benito, 2006). En este sentido se debe de destacar las posibilidades que ofrece el uso de del ordenador, con sus enormes capacidades de cálculo y gráficas, en la enseñanza de asignaturas de carácter técnico y científico, facilitando la transmisión de conocimientos. La utilización por parte de los alumnos de los laboratorios virtuales permiten trabajar eficientemente muchos conceptos de los campos de las matemáticas, física, ingeniería, etc. de manera que el estudiante adquiere un papel activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Depcik, 2005).

En este trabajo presentamos una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) de Matlab que puede utilizarse en las prácticas docentes de aquellas asignaturas universitarias que estudien la teoría de curvas en el espacio. El laboratorio virtual permite visualizar de forma dinámica las propiedades geométricas de una curva tales como la curvatura, la torsión, la longitud de arco, los vectores tangentes, normales y binormales, el círculo osculador, la evoluta, etc. Pueden consultarse las referencias (Barragán, 2014) y (Mathworks, 2015) sobre las GUI de Matlab.

Otros trabajos relacionados con el uso de laboratorios virtuales y herramientas informáticas para el estudio de curvas son los de GIEMATIC, (Benitez, 2012), (Mora, 2012) y (Cuadrado, 2015).

En el trabajo se presenta un laboratorio virtual enfocado al estudio de las propiedades geométricas de las curvas en tres dimensiones por parte de los alumnos de ingeniería y arquitectura. Se comienza introduciendo los conceptos de vector tangente, vector normal, vector binormal, triedro de Frenet, longitud de arco, curvatura, centro de curvatura, torsión, circunferencia osculatriz, evoluta, etc. y se dan las expresiones que permiten su cálculo. A continuación se presenta detalladamente la interfaz gráfica de usuario de Matlab. Por medio de ejemplos se muestra en tiempo real información gráfica y analítica de cada uno de los distintos conceptos que se han estudiado previamente en función del parámetro que define la curva, de manera que el alumno pueda afianzarlos y comprenderlos mejor.

F. Giménez y J. A. Monsoriu

Una de las características de la aplicación es que se obtiene información relevante sobre las curvas a partir de *gráficos animados* para cada uno de los conceptos que se estudian, de forma que se aprecia de forma dinámica la variación de las propiedades geométricas a lo largo de los distintos puntos de la curva, en función de los valores del parámetro que la define.

Se ha diseñado esta herramienta para su uso tanto en las aulas informáticas como en ordenadores particulares, aunque no se disponga del paquete Matlab, ya que se ha generado una versión ejecutable de la misma. En cualquier caso se facilitará al alumno una guía detallada del laboratorio virtual con una descripción de los distintos parámetros de la aplicación y acompañada de ejemplos ilustrativos.

Con la herramienta que hemos desarrollado se intenta afianzar los conocimientos teóricos adquiridos por los alumnos sobre la teoría de curvas en el espacio, dedicando una especial atención a:

- Visualización de los vectores tangentes, normales y binormales (triedro de Frenet) a una curva generada a partir de su expresión en coordenadas cartesianas, paramétricas.
- Establecer diferencias entre las distintas parametrizaciones que puede tener una curva.
- Interpretación de una curva en paramétricas y sus propiedades a partir del movimiento de un punto.
- Conocimiento del concepto de longitud de arco y valoración de su importancia en la geometría (parametrización).
- Obtención e interpretación geométrica de la curvatura y la torsión a lo largo de los puntos de la curva.
- Conocimiento y visualización de los conceptos de centro de curvatura, circunferencia osculatriz, evoluta y su relación con la curvatura.
- Estudio de los distintos tipos de coordenadas más usados para la definición de curvas.
- Estudio de alguna de las curvas espaciales más famosas.

Curvas en el espacio: un laboratorio virtual

2. Fundamentos teóricos

Una *curva* puede considerarse como una línea continua de una dimensión, que varía de dirección paulatinamente. Normalmente una curva se puede obtener como la traza $\alpha(I)$ de una aplicación $\alpha: I \rightarrow \mathbb{R}^3$, donde I es un intervalo. Se dice que la curva $C = \alpha(I)$ está *parametrizada* por α .

Si α es diferenciable se llama *vector tangente* o *vector velocidad* a $\alpha'(t)$. El *vector tangente unitario* es $T = \frac{\alpha'(t)}{\|\alpha'(t)\|}$ si $\alpha'(t) \neq 0$. Si además $\alpha''(t) \neq 0$ se le llama *vector binormal unitario* a

$$B = \frac{\alpha'(t) \wedge \alpha''(t)}{\|\alpha'(t) \wedge \alpha''(t)\|}$$

donde \wedge indica el producto vectorial. Se le llama *vector normal unitario* a

$$N = B \wedge T$$

La función *longitud de arco* $s: I \rightarrow \mathbb{R}$ se define por $s(t) = \int_a^t \|\alpha'(u)\| du$ donde a es el extremo izquierdo de I .

La *curvatura* de α en el punto t se define por

$$k(t) = \frac{\|\alpha'(t) \wedge \alpha''(t)\|}{\|\alpha'(t)\|^3} \quad (1)$$

Se sabe que la curvatura de una curva mide la desviación de ésta respecto a una dirección prefijada. Es una medida de cómo cambia el campo de vectores tangentes. Si la curva está parametrizada por la longitud de arco (1) se reduce a

$$k(t) = \|\alpha''(t)\| \quad (2)$$

La *torsión* se define por la expresión

$$\tau(t) = \frac{\|\alpha'(t) \cdot (\alpha''(t) \wedge \alpha'''(t))\|}{\|\alpha''(t)\|^2} \quad (3)$$

Mide el cambio de dirección del vector binormal: cuanto más rápido cambia, más rápido gira el vector binormal alrededor del vector tangente y más retorcida aparece la curva.

F. Giménez y J. A. Monsoriu

El *círculo osculador* a una curva en un punto dado es una circunferencia cuyo centro se encuentra sobre la recta normal a la curva y tiene la misma curvatura que la curva dada en ese punto. Al centro y el radio de este círculo se les conoce como *centro de curvatura* y *radio de curvatura* respectivamente. El radio de curvatura solo está definido si $\alpha'(t) \neq 0$ y coincide con $\frac{1}{k(t)}$. El círculo osculador está contenido en el plano que pasa por el punto de la curva dado y generado por los vectores tangente y binormal (*plano osculador*).

Se llama *evoluta* al lugar geométrico de los centros de curvatura.

Para profundizar sobre la geometría de curvas se pueden consultar las referencias (Roman, 2013), (Puente, 2007) y (Lastra, 2015).

3. El laboratorio virtual

La aplicación CURVA3D que presentamos puede verse en la figura 1. Debajo del título se encuentran los campos donde el usuario introduce los parámetros de entrada.

Los parámetros de entrada son:

- Expresión de la curva: campo en donde el usuario debe de introducir la expresión que define la curva. El parámetro tiene que ser forzosamente t . Por ejemplo para la hélice circular se escribiría

$$[t, \cos(t), \sin(t)]$$

Para la multiplicación, división y potencias hay que utilizar los operadores de Matlab $.*$, $./$ y $.^$.

- Valor inicial: corresponde al valor inicial del parámetro t .
- Tipo de gráfica: curva, longitud de arco, curvatura, torsión y círculo osculador y evoluta.

En el caso de seleccionar *curva* se genera un gráfico animado triedro de Frenet a lo largo de la curva. En color rojo aparece el vector tangente, en magenta el vector normal y en verde el vector binormal.

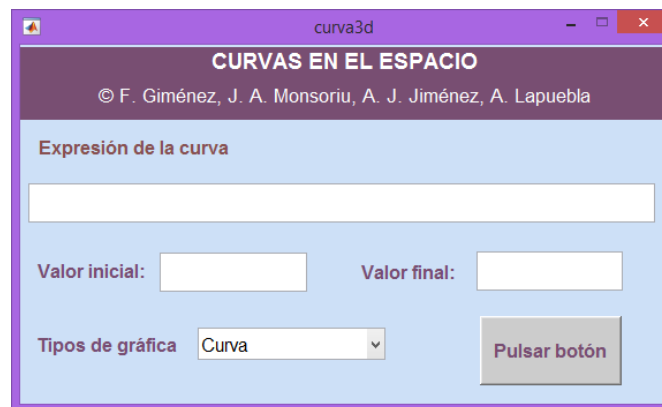
Curvas en el espacio: un laboratorio virtual

En el caso de seleccionar *círculo osculador* se genera un gráfico animado de un punto que se va moviendo a lo largo de la curva en función del parámetro que la define, el círculo correspondiente círculo osculador y la evoluta.

En el resto de casos se generan dos gráficos animados: el primero muestra un punto que se va moviendo a lo largo de la curva en función del parámetro que la define y el segundo a un punto que se va moviendo a lo largo de la representación gráfica de la longitud de arco, curvatura y torsión según el caso.

El botón *Pulsar botón* procede a la generación de los gráficos.

Fig. 1 Interfaz del laboratorio virtual



3.1 Ejemplo

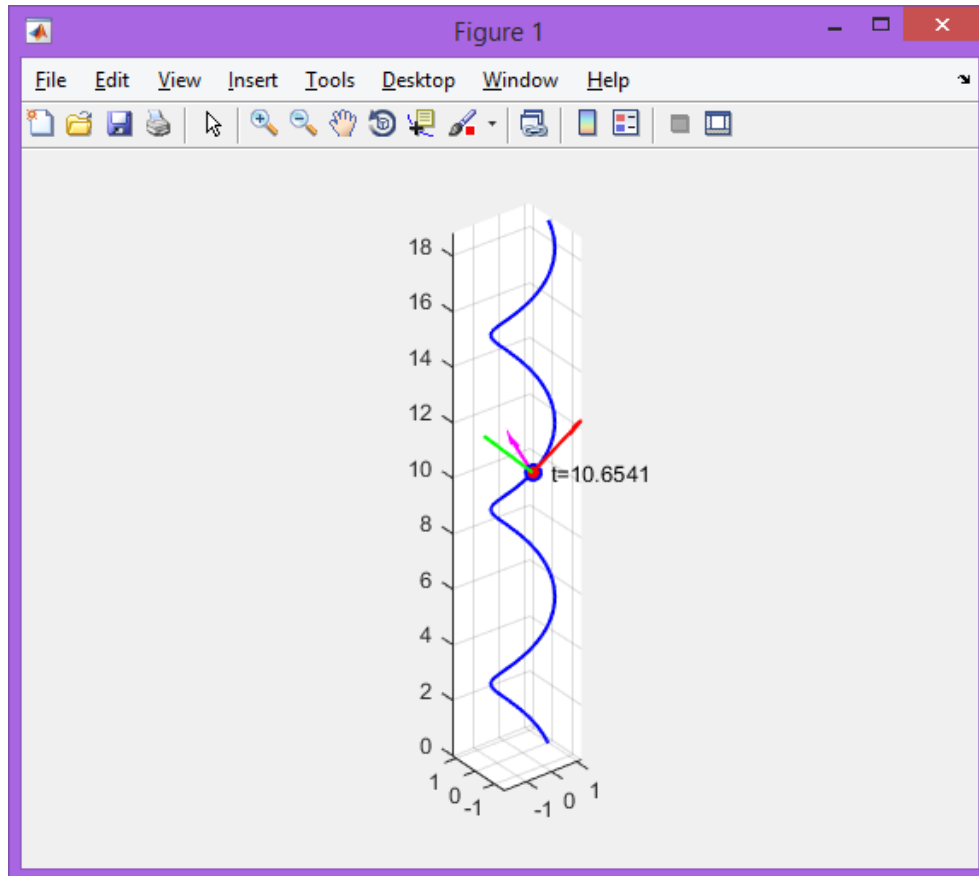
En este ejemplo se muestra una captura correspondiente a la hélice circular

$$\begin{aligned}x &= \cos(t) \\y &= \text{sen}(t) \\z &= t\end{aligned}$$

para $t \in [0, 6\pi]$ y al triedro de Frenet en $t=10.6541$.

F. Giménez y J. A. Monsoriu

Figura 2. Gráfica de la hélice circular y el triedro de Frenet

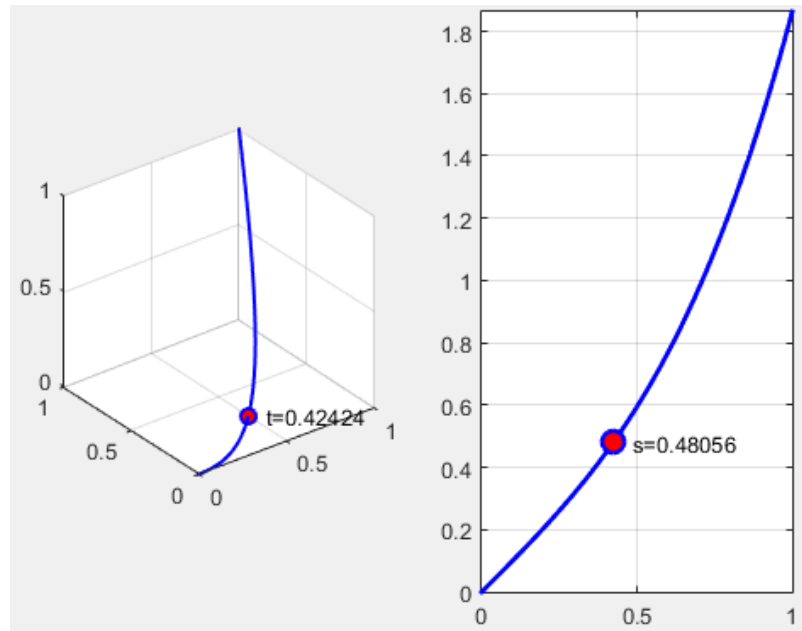


3.2 Ejemplo

En la siguiente figura se muestra las gráficas de la curva $\alpha(t) = (t, t^2, t^3)$, $t \in [0,3]$ y su longitud de arco. Se puede apreciar que la función longitud de arco no es lineal en este caso. Puede observarse como la longitud de arco adquiere mayor pendiente en los puntos donde crece o decrece más rápidamente la curva.

Curvas en el espacio: un laboratorio virtual

Figura 3. Gráfica de la curva del ejemplo 3.2 y su longitud de arco



3.3 Ejemplo

Las siguientes tres figuras presentan las gráficas de la curvatura, torsión y varias capturas del círculo osculador correspondientes a diversos valores del parámetro de la curva

$$\alpha(t) = \left((1 + 2\cos(2t))\cos(t), (1 + 2\cos(2t))\sin(t), \sin(2t) \right)$$

$t \in [0, 2\pi]$ (nodo toroidal).

F. Giménez y J. A. Monsoriu

Figura 4. Gráfica de la curva del ejemplo 3.1 y su curvatura

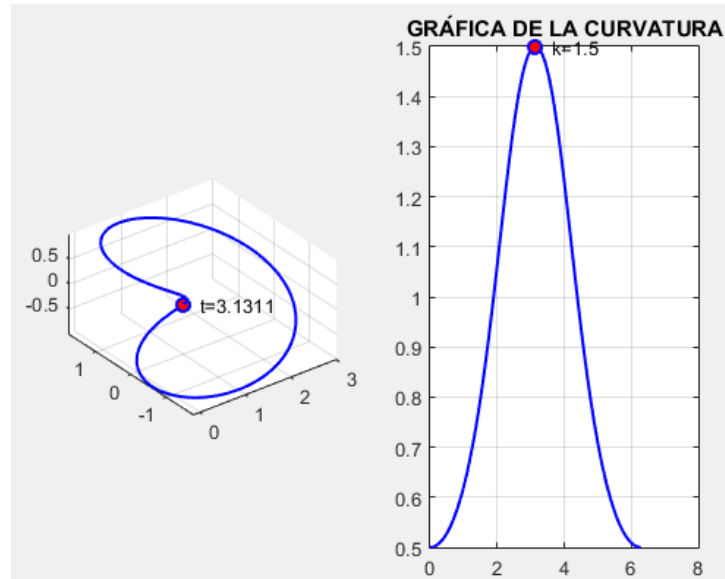


Figura 5. Gráfica de la curva del ejemplo 3.1 y su torsión

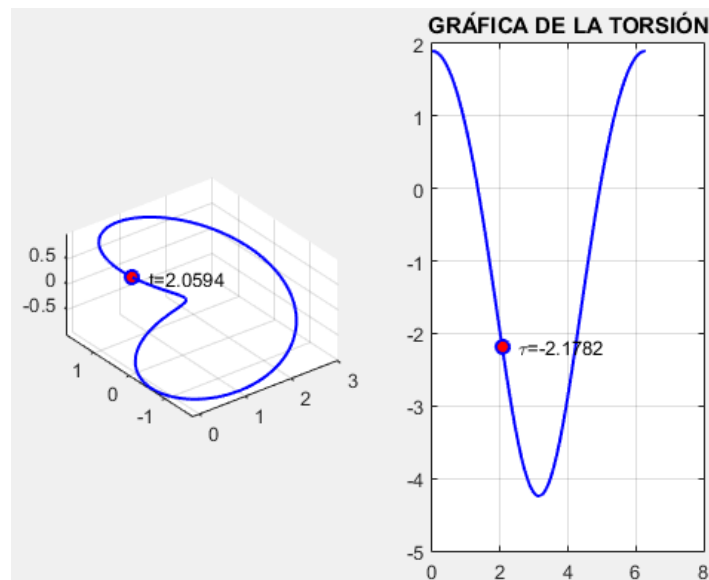
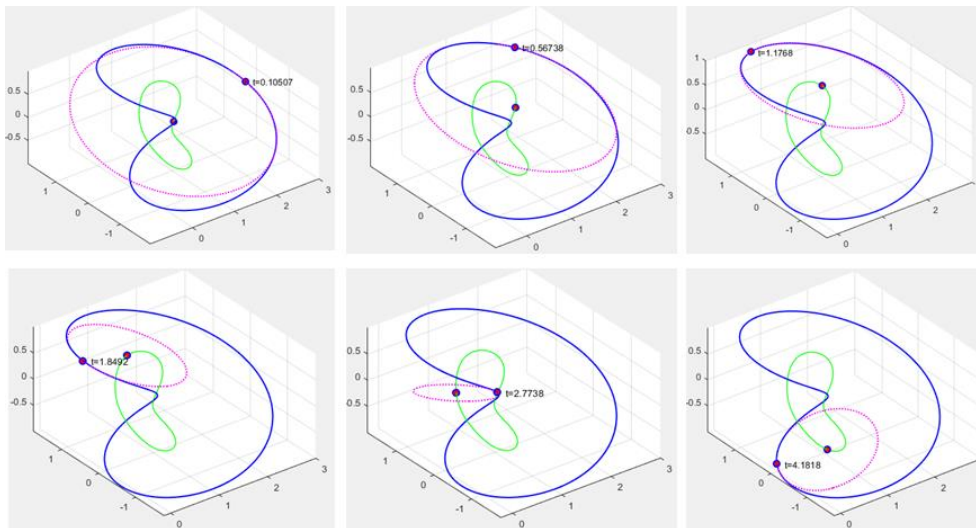


Figura 6. Gráfica de la curva del ejemplo 3.1 y su círculo osculador y evoluta


4. Resultados

Con esta herramienta creemos que el alumno podrá asimilar más fácilmente los conceptos relacionados con la teoría de curvas espaciales, de manera que la información de tipo gráfico que aporta el laboratorio virtual ayude a la comprensión de la parte teórica.

Se propone la siguiente metodología a seguir en las asignaturas de matemáticas de las ingenierías y, en general, en aquellas disciplinas de carácter científico en donde se necesita conocer y manejar la geometría diferencial de curvas:

- 1) Introducción en las clases habituales de aula de los conceptos teóricos necesarios.
- 2) En las clases de laboratorio de ordenador se explicará con detalle como se usa la herramienta docente para obtener información relativa a las curvas planas y sus propiedades.
- 3) Se propondrán una serie de ejercicios ilustrativos en donde los alumnos tengan que deducir a partir de la información gráfica proporcionada por la aplicación informática aspectos relacionados con las propiedades geométricas de las curvas. A continuación se trataría de que los estudiantes resuelvan algunos de los problemas planteados de forma analítica.

F. Giménez y J. A. Monsoriu

Para valorar la incidencia de esta metodología se propone la realización de una pequeña encuesta al final de la sesión práctica.

Los pasos 2) y 3) propuestos también son susceptibles de realizarse de manera autónoma y autodidacta por parte del alumno en su propio ordenador, incluso aunque el alumno no disponga del paquete de software Matlab en su casa, mediante el uso de una versión ejecutable del laboratorio virtual que hemos desarrollado. Se facilitará al alumno una guía detallada del laboratorio virtual.

5. Conclusiones

El laboratorio virtual y la propuesta metodológica se ha diseñado para su utilización en aquellas asignaturas de matemáticas de los primeros cursos de ingeniería en donde se estudien en profundidad la teoría de curvas. La sencillez de manejo, rapidez, opciones gráficas e interactividad pueden ser útiles a la hora de profundizar sobre muchos de los conceptos geométricos que se estudian. También pueden utilizarse en clases de expresión gráfica.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València por su ayuda al Equipo de Innovación y Calidad Educativa MOMA.

Referencias

- Barragan D. La web de MATLAB, SIMULINK, VHDL, microcontroladores... <<http://www.matpic.com>> [Consulta: 10 de mayo de 2015]
- Benitez, J. (2008) Curvas rectificables. Valencia: Universitat Politècnica de València, <<https://riunet.upv.es/handle/10251/2021>>. [Consulta: 10 de mayo de 2015]
- Benito A., Portela A., Rodríguez R. M. (2006). “Análisis de la enseñanza de la Física en Europa: el fomento de competencias generales en estudiantes universitario”. Revista Iberoamericana de Educación, número 38/7.
- Cordero L. A., Fernández M., Gray A. (1995). *Geometría diferencial de curvas y superficies*. Addison-Wesley Iberoamericana
- Cuadrado J. A. (2015) Aplicaciones educativas para dibujo técnico. <<http://jcuadrado2.wix.com/cuadrado#!dibujo-tenico/c1rvq>>. [Consulta: 10 de mayo de 2015]
- Depcik C., Assanis D.N. (2005). “Graphical user interfaces in an engineer in educational environment”. Comput. Appl. Eng. Educ. Vol. 13.
- GIEMATIC UC (2012) <<http://www.giematic.unican.es/variasVariables/laboratorios/CurvasSuperficies/indexgie.html>>

Curvas en el espacio: un laboratorio virtual

[Consulta: 10 de mayo de 2015]

Lastra A. (2015) Geometría de curvas y superficies con aplicaciones en arquitectura. Ed. Paraninfo.

MATHWORKS, (2015) MATLAB® Creating Graphical User Interfaces. The MathWorks, Inc.

Mora J. A. (2012) Taller: Rectas y curvas de colores. <<http://jmora7.com/Color/index.htm>>. [Consulta: 10 de mayo de 2015]

Puente M. J. (2007) Curvas algebraicas y planas. Servicio Publicaciones Universidad de Cadiz

Roman J. de B. (2013) Curvas planas y en el espacio. García Maroto Editores.

Zoido R. J. (2008) "Curvas y superficies en la arquitectura". Segundo Congreso Internacional de Matemáticas en la Ingeniería y la Arquitectura.

Aplicación de la convolución de matrices al filtrado de imágenes

F. Giménez-Palomares^a, J. A. Monsoriu^b y Elena Alemany-Martínez^c

^aDpto. Matemática Aplicada, ETSI Industriales, Universitat Politècnica de València, Valencia, España. fgimenez@mat.upv.es

^bEscuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València, Valencia, España. jmonsori@fis.upv.es

^cDpto. Matemática Aplicada, ETSI Industriales, Universitat Politècnica de València, Valencia, España. ealemany@mat.upv.es

Abstract

The matrix convolution function has many important applications in many branch of technology and science. One of the most interesting applications is related to image filtering, which is the modification of an image to improve or highlight some characteristics in order to obtain relevant information. This paper presents a virtual laboratory that allows to study the application of the convolution function.

Keywords: convolution, kernel, mask, image filtering, virtual laboratory, Matlab

Resumen

La convolución de matrices tiene muchas e importantes aplicaciones en numerosos campos de la ciencia y la tecnología. Una de las más interesantes consiste en su uso el filtrado de imágenes, que consiste en la modificación de una imagen de manera que se mejoren o se realcen algunas de las características con vistas a obtener información relevante. En este trabajo se presenta un laboratorio virtual que permite estudiar dicha aplicación de la convolución.

Palabras clave: convolución, kernel, mascara, filtrado de imagen, laboratorio virtual, Matlab.

1. Introducción

El uso de las nuevas tecnologías en el campo de la enseñanza va adquiriendo progresivamente una mayor importancia (Bartolomé, 2004). El uso de entornos visuales en las asignaturas de carácter técnico y científico constituye una excelente herramienta que permite la transmisión de conocimientos y el afianzamiento por parte de estudiante de dichos conocimientos (Duffy, 1992). En particular los laboratorios virtuales sirven para visualizar de manera sencilla modelos que representan fenómenos matemáticos y físicos, lo que puede facilitar que el alumno los llegue a comprender más fácilmente, adquiriendo un papel más activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es interesante la posibilidad de poder modificar las variables de entrada del modelo cuando se considere necesario de manera que se pueda analizar su influencia en los resultados finales (Depcik, 2005).

En este trabajo presentamos un laboratorio virtual de carácter docente destinado a los alumnos de cursos de Cálculo Numérico de carreras técnicas con el objetivo de conocer, desde el punto de vista matemático, como se puede aplicar la técnica de la convolución de matrices al filtrado de imagen y la influencia que tienen la elección de la matriz kernel o de convolución en los resultados obtenidos por medio del filtrado. Se estudiará con detalle las matrices kernel más usadas. La aplicación consiste en una interfaz gráfica de usuario (GUI) del paquete matemático multifunción MATLAB (Mathworks-1, 2015) y (Barragan, 2015). Las GUI's son una herramienta muy útil para múltiples y variadas disciplinas. El código generado, además, puede convertirse de forma casi automática en un laboratorio virtual interactivo en red y en un fichero ejecutable. De cara al usuario, el entorno GUI posibilita una gran interactividad, sin que para ello se requiera de conocimientos de programación en MATLAB, lo que redundará en una mayor sencillez de uso y motivación para el estudiante.

2. Filtrado de imágenes

El procesamiento digital de imágenes es un tema en el que se está investigando actualmente y se van obteniendo nuevas técnicas que tienen interesantes aplicaciones. Existen una gran variedad de procedimientos que permiten, a partir de una imagen, obtener otra modificada (*técnicas de filtrado*). Se trata de métodos con los que se puede resaltar o suprimir, de forma selectiva, información contenida en una imagen, para destacar algunos elementos de ella, o también para ocultar valores anómalos.

Se pueden distinguir entre *filtros de paso bajo*, *de paso alto*, *direccionales*, *de detección de bordes*, etc. Los filtros de paso bajo tratan de suavizar una imagen, eliminando el posible ruido, o resaltar determinada información presente a una cierta escala. Están basados en la idea de asignar a un pixel el valor en intensidad de color a partir de una ponderación de

F. Giménez, J. A. Monsoriu y E. Alemany

pixels cercanos. Algunos ejemplos son los filtros de la media, de la media ponderada, de la mediana, adaptativos y gaussianos. Los filtros de paso alto intentan resaltar las zonas de mayor variabilidad, justamente lo contrario que los de paso bajo. Algunos de ellos son los métodos de sustracción de la media y los filtros basados en derivadas (ver la tabla 1).

Tabla 1 Tipos de filtro

<p>Filtros de paso bajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suavizado de imagen • Eliminación de ruido • Ejemplo: Desenfoque 	<p>Filtros de paso alto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resalto de zonas de mayor variabilidad • Sustracción de la media • Ejemplo: Enfoque
<p>Filtros direccionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resalto de píxeles que determinan direcciones 	<p>Filtros para la detección de bordes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación en ingeniería, estudio del terreno • Ejemplo: Detectar bordes

También son conocidas otras técnicas basadas en especificación de histogramas (ecualización) y en el dominio de la frecuencia (filtros pasa baja y pasa alta).

Muchas de estas técnicas se encuentran en el toolbox *Image Processing Toolbox* (Mathworks-2, 2015), de MATLAB, que consta de un conjunto completo de algoritmos, funciones y aplicaciones dedicados el procesamiento, el análisis y la visualización de imágenes, así como para el desarrollo de algoritmos. Puede llevar a cabo análisis de imágenes, segmentación de imágenes, mejora de imágenes, reducción de ruido, transformaciones geométricas y registro de imágenes.

GIMP es un programa libre y gratuito dedicado a la edición de imágenes digitales en forma de mapa de bits, tanto dibujos como fotografías. En su página web (GIMP, 2015) es posible descargarse una revista muy recomendable dedicada al mundo del tratamiento de imágenes.

Las aplicaciones del filtrado de imágenes son múltiples: retoque fotográfico, fotografía artística, topografía y agronomía (obtención de información relevante a partir de ortofotos), medicina (radioimagen, tomografía, resonancia magnética), reconocimiento óptico de caracteres, detección de trayectorias, resistencia de materiales (estudio de grietas), reconocimiento de señales de tráfico, conducción autónoma, vision artificial, visualización de fenómenos atmosféricos, inspección automática de objetos industriales, detección de mareas residuales, etc.

Aplicación de la convolución de matrices al tratamiento de imágenes

Sobre el tratamiento de imágenes pueden consultarse las referencias (Gonzalez, 2015), (García, 2008) y (Acharya, 2005).

3. Convolución de matrices

Vamos a describir a continuación en que consiste la técnica de la convolución matricial aplicada al tratamiento de imágenes.

Una imagen puede interpretarse como una función bidimensional $z = F(x, y)$ donde x e y son coordenadas espaciales, y z es el valor de la intensidad de la imagen en el punto (x, y) . Las imágenes analógicas son siempre funciones continuas. Para convertir una imagen a *formato digital* requiere hacer un proceso de discretización tanto para las coordenadas como para la intensidad. La digitalización de las coordenadas se llama *muestreo*, mientras que la digitalización de la intensidad se denomina *cuantización*.

Una imagen digital en escala de grises viene dada a partir de la matriz $z_{ij} = F(x_i, y_j)$. Cada entrada de la matriz es un pixel y el número de pixels (el orden de la matriz) define la resolución de la imagen digital. El valor cada pixel está cuantificado en un número determinado de bits desde 0 a 2^p posibles. Las variaciones cambian según el contenido en bits de una imagen (calidad de imagen). Habitualmente se trabaja con $p=8$, por lo que el rango de intensidades varía de un valor de 0 (negro) a 255 (blanco). Cuando se trata de una imagen digital en color se trabaja con tres matrices R, G y B que proporcionan las intensidades correspondientes a los colores primarios rojo, verde y azul.

El filtrado de imágenes consiste en la modificación de las matrices correspondientes a la imagen digitalizada mediante el procedimiento que se halla diseñado. Uno de los procedimientos más utilizados es la llamada *convolución* de matrices. Vamos a describir a continuación en que consiste:

Definición: Dada una matriz $A_{m \times n}$ y una matriz $C_{(N+1) \times (N+1)}$ con $2N + 1 < m, n$ se define la *convolución* de las matrices A y C como una nueva matriz $D = A * C$ definida a partir de la expresión

$$d_{ij} = \frac{1}{c} \sum_{r=1}^{N+1} \sum_{s=1}^{N+1} a_{i-N+r-1, j-N+r-1} c_{rs} \quad (1)$$

donde $c = \sum_{i=1}^{2N+1} c_{ij}$ (si $c=0$ se toma $c=1$). Obsérvese que d_{ij} solo está definido para $i = N + 1, \dots, m - N - 1$ y $j = N + 1, \dots, n - N - 1$.

A la matriz C se le denomina *núcleo* o *kernel* de la convolución.

F. Giménez, J. A. Monsoriu y E. Alemany

Las dos siguientes figuras muestran el proceso de convolución de una matriz dada por otra de orden 3×3 . La figura 1 recoge el resultado de la convolución correspondiente a las entradas (2,2) y (3,2). La figura 2 proporciona el resultado final de la convolución en donde a las entradas de la primera y última fila y primera y última columna se les ha asignado el valor original.

Figura 1 Proceso de convolución.

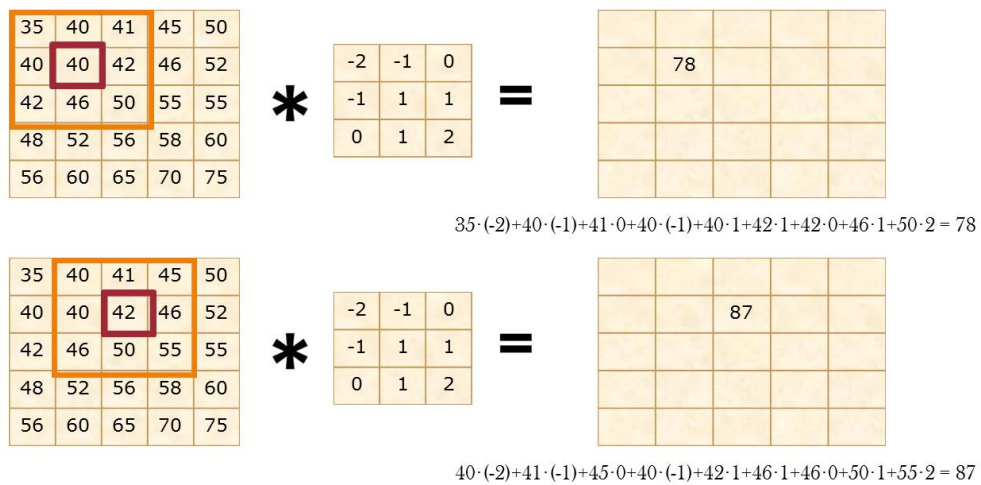
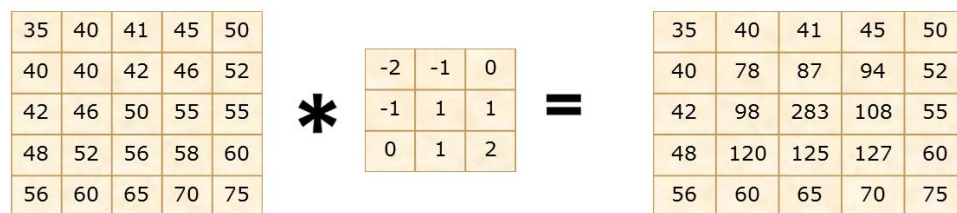


Figura 2 Resultado de aplicar la convolución



Para el filtrado de imágenes se usa habitualmente matrices kernel de orden 3×3 o 5×5 . A dichas matrices se les denomina también *maskas*. Para poder aplicar también la convolución en los píxeles del borde de la imagen existen varias alternativas, algunas de las cuales son:

- 1) Completar con ceros los valores de alrededor
- 2) Repetir los valores en el borde

Aplicación de la convolución de matrices al tratamiento de imágenes

3) Completar con los valores de la parte simétrica opuesta

Algunos de los filtros que se usan en el campo del tratamiento de la imagen usan valores del parámetro c de la expresión (1) arbitrarios, valor que llamaremos *divisor* y se suele también modificar el resultado final añadiendo un valor fijo cada entrada (que llamaremos *incremento*).

La siguiente tabla muestra alguna de las matrices mascara más usadas.

Tabla 2 Mascaras más usadas

Enfoque	Desenfoque	Realce de bordes	Repujado
$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$
Detección de bordes	Filtro de tipo Sobel	Filtro de tipo Sharpen	
$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 5 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$	
Filtro Norte	Filtro Este	Filtro de tipo Gauss	
$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 1 & 1 \\ 2 & 7 & 11 & 7 & 2 \\ 3 & 11 & 17 & 11 & 3 \\ 2 & 7 & 11 & 7 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	

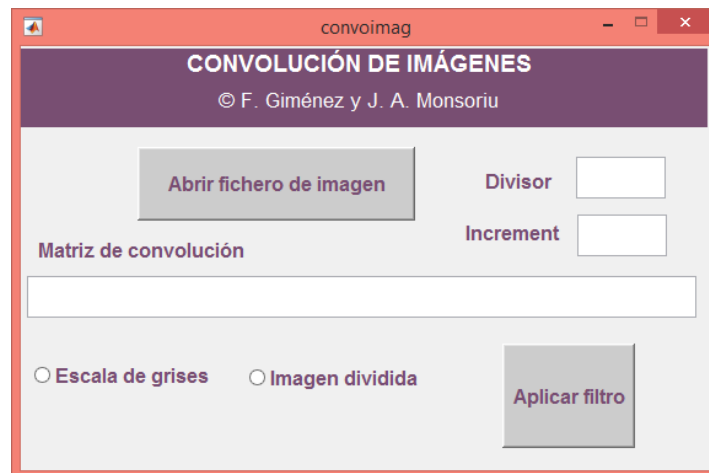
En la referencia (PHP, 2005) se encuentra un sencillo simulador del efecto que tiene sobre una imagen fija una matriz de convolución dada.

4. El laboratorio virtual

Hemos desarrollado una interfaz gráfica de usuario (GUI) de MATLAB para estudiar desde el punto de vista matemático el filtrado de imágenes basado en la técnica de la convolución. El aspecto gráfico de la aplicación puede verse en la figura 3.

F. Giménez, J. A. Monsoriu y E. Alemany

Figura 3 El laboratorio virtual CONVOIMAG



Los parámetros de entrada son:

- Matriz de convolución: Corresponde a una matriz mascara 3×3 o 5×5 escrita en formato de Matlab, esto es, por ejemplo para una matriz de orden 3, en la forma

$$[a_{11}, a_{12}, a_{22}; a_{21}, a_{22}, a_{23}; a_{31}, a_{32}, a_{33}]$$
- Divisor: corresponde al valor de c de la expresión (1). Si se deja en blanco se calcula automáticamente como se ha explicado más arriba.
- Incremento: valor que se añade a cada d_{ij} . Si se deja en blanco se toma como 0.

Si se pulsa el botón *Abrir fichero de imagen* se abre un diálogo tal y como muestra la figura 4, para poder seleccionar la imagen con la que se va a trabajar.

Si se pulsa el botón *Aplicar filtro* se ejecuta el programa y en unos segundos se generan dos ventanas gráficas que muestran a la imagen original y a la modificada tras la aplicación del filtro (ver figura 5). Las ventanas se pueden hacer más grandes o más pequeñas por medio del ratón del ordenador. Opcionalmente se puede seleccionar la opción de *Escala de grises* si se desea que las imagenes se muestren en dicha forma. También es posible seleccionar la opción de *Imagen partida* para que se muestre una imagen formada por dos partes, la izquierda que muestra la foto original y la derecha la tratada.

Aplicación de la convolución de matrices al tratamiento de imágenes

Figura 4 Elección del fichero imagen

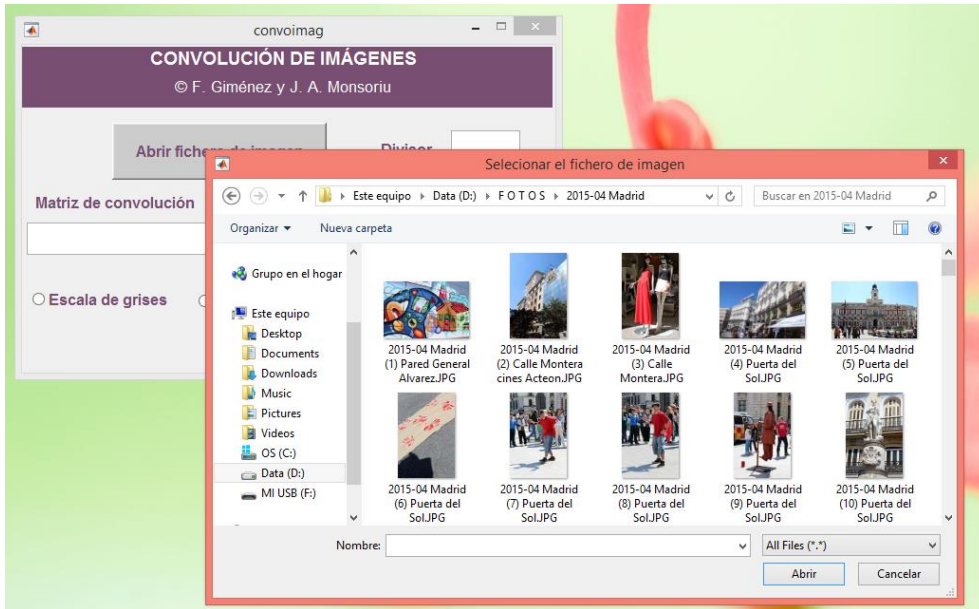
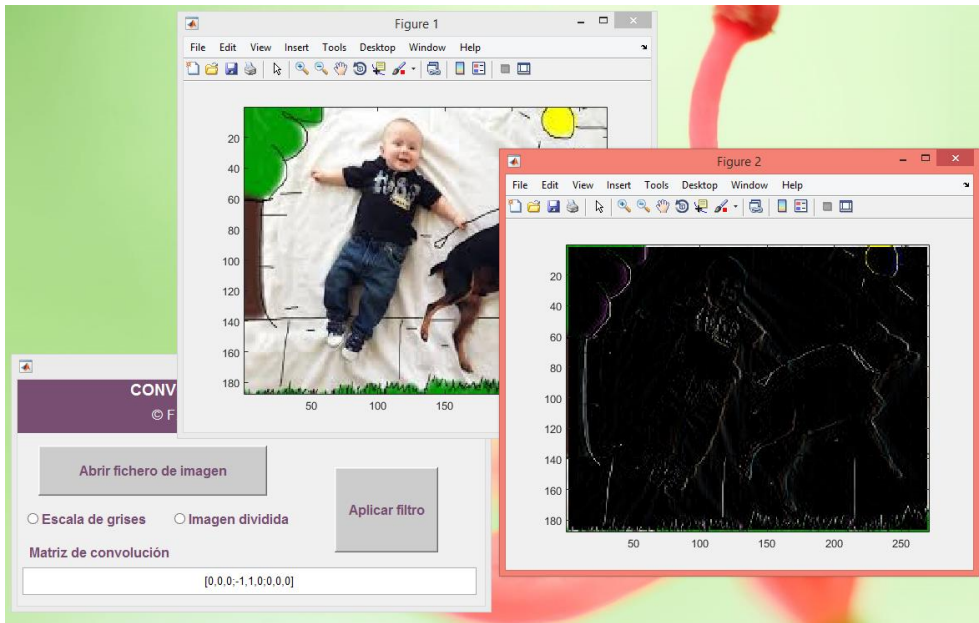


Figura 5 Ejemplo de aplicación



F. Giménez, J. A. Monsoriu y E. Alemany

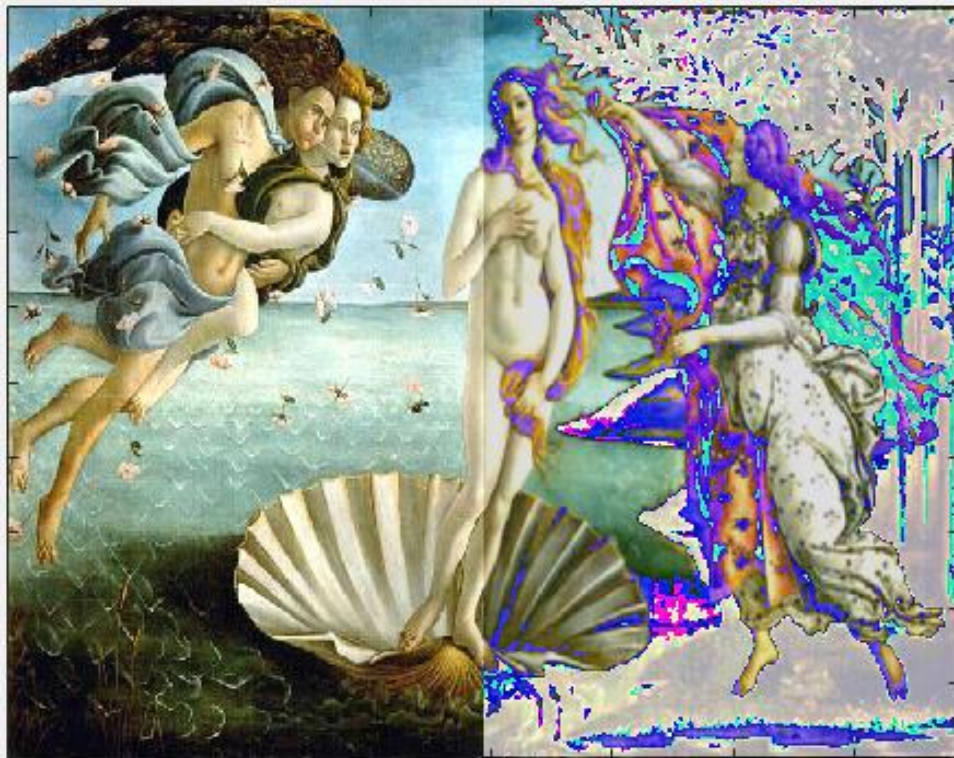
Veremos a continuación algunos ejemplos:

En primer lugar se muestra un ejemplo de imagen dividida al aplicar la herramienta que hemos diseñado a una fotografía con la máscara

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

7 de divisor y 150 de incremento.

Figura 6 Imagen dividida



En la figuras 7, 8 y 9 se muestra el resultado de efectuar un enfoque, desenfoque y repujado de una fotografía de la torre Eiffel.

Aplicación de la convolución de matrices al tratamiento de imágenes

Figura 7 Enfoque

- Enfoque

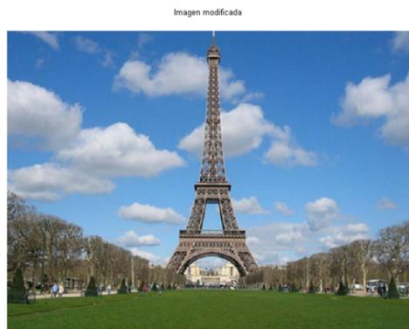
0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0



Figura 8 Desenfoco

- Desenfoco

1	1	1
1	1	1
1	1	1

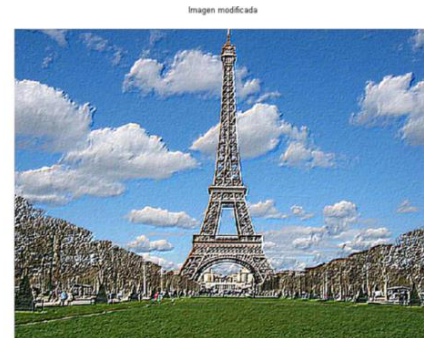


F. Giménez, J. A. Monsoriu y E. Alemany

Figura 9 Repujado

- Repujado

-2	-1	0
-1	1	1
0	1	2

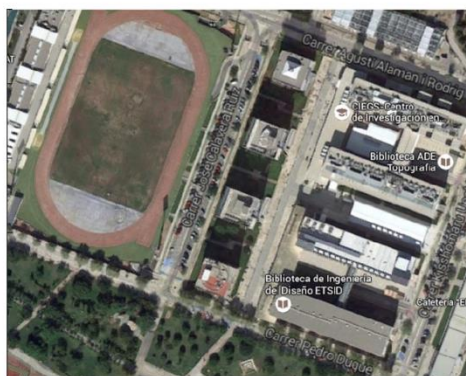


En la figura 10 se muestra el resultado de hacer una realce de bordes para una foto de la ETSI de Diseño de la Universitat Politècnica de València.

Figura 10 Detección de bordes

- Detección de bordes

0	1	0
1	-4	1
0	1	0



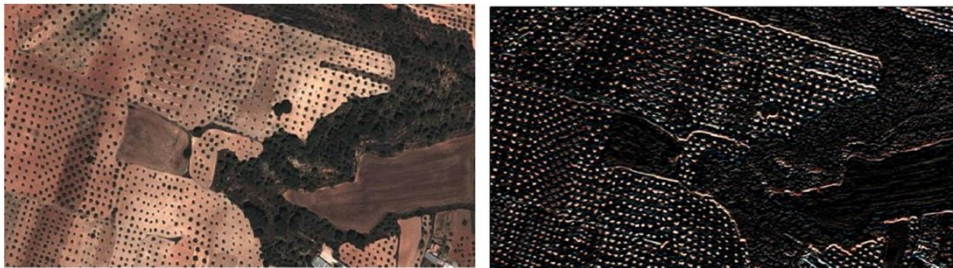
Aplicación de la convolución de matrices al tratamiento de imágenes

En la figura 11 se muestra el resultado de hacer una realce de bordes para una foto aplicando un Filtro de Sobel.

Figura 11 Filtro de Sobel

- Filtro de Sobel

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

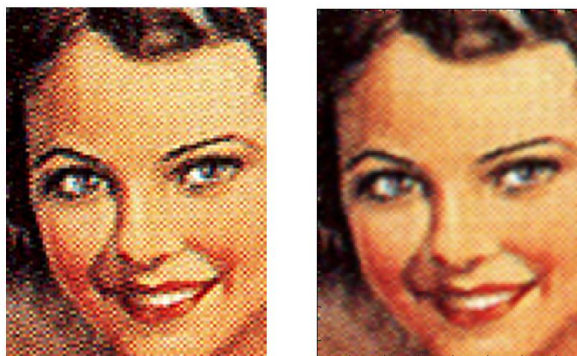


En la figura 12 se muestra el resultado de hacer un suavizado para una foto escaneada bastante pixelada.

Figura 12 Suavizado

- Suavizado

1	1	1	1	1
1	4	4	4	1
1	4	12	4	1
1	4	4	4	1
1	1	1	1	1



F. Giménez, J. A. Monsoriu y E. Alemany

5. Conclusiones

El laboratorio virtual CONVOIMAG permite generar en escasos segundos el resultado de aplicar un filtro de convolución a partir de una máscara dada. Los alumnos disponen de la posibilidad de estudiar los filtros más conocidos, averiguar de que manera afecta a una máscara dada la modificación ligera de una de sus entradas (condicionamiento) y de una manera sencilla el buscar la máscara ideal para un efecto concreto que se intente lograr. Pueden experimentar con las máscaras que se le vayan ocurriendo y ver de que manera un mismo filtro afecta a distintos tipos de imágenes.

Se estudia con detalle las propiedades más importantes relacionadas con el filtrado de imágenes mediante la convolución, mostrándose muy útil desde el punto de vista didáctico para afianzar y ampliar los conocimientos sobre el tema.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València por su ayuda al Equipo de Innovación y Calidad Educativa MOMA.

Referencias

- Acharya T., Ray A. K. (2005). *Image processing: principles and applications*. John Wiley & Sons. 452 pp.
- Bartolomé A. R. (2004) *Nuevas Tecnologías en el Aula. Guía de Supervivencia*. ICE-Universitat de Barcelona, Ed. Graó de IRIF, S.L. 217 pp.
- Barragan D. La web de MATLAB, SIMULINK, VHDL, microcontroladores... <<http://www.matpic.com>> [Consulta: 30 de mayo de 2015]
- Depcik C., Assanis D.N. (2005) *Graphical user interfaces in an engineer in educational environment*, *Comput. Appl. Eng. Educ.*, Vol. 13, pp 48-59.
- Duffy T., Jonassen K. (1992). *Constructivism and the technology of instruction*. Lawrence Erlbaum Associates. Hillsdale, New Jersey, USA, 137 pp.
- GIMP (2015) <<http://www.gimp.org.es/>> [Consulta: 30 de mayo de 2015]
- Gonzalez R. C., Woods R. E. (2002) *Digital Image Processing*. Segunda Edición, Prentice Hall, E.U.A. 965 pp.
- Mathworks -1 (2015) MATLAB® Creating Graphical User Interfaces. The MathWorks, Inc. 500 pp.
- Mathworks -2 (2015) .< <http://es.mathworks.com/products/image/>> [Consulta: 30 de mayo de 2015]
- PHP (2015) Filtros de convolución <<http://www.rinconastur.com/php/php134.php>> [Consulta: 30 de mayo de 2015]
- Pitas I. (2000) *Digital Image Processing Algorithms and Applications*. Ed. Wiley 432 pp.

Diseño de un Experimento de Optimización del Proceso de Coagulación-Floculación de Aguas en el Laboratorio de Química

Rosa Devesa-Rey^a, Francisco Javier Rodríguez Rodríguez^b y Santiago Urréjola Madridián^c

^aCentro Universitario de la Defensa, Universidad de Vigo. Escuela Naval Militar, Marín, 36920, España; rosa.devesa.rey@ cud.uvigo.es, ^bCentro Universitario de la Defensa, Universidad de Vigo. Escuela Naval Militar, Marín, 36920, España; fjavierrodriguez@ cud.uvigo.es y ^cCentro Universitario de la Defensa, Universidad de Vigo. Escuela Naval Militar, Marín, 36920, España; urrejola@ cud.uvigo.es.

Abstract

It is clear that application of mathematical concepts and the generation of mathematical solutions to engineering problems are essential to the educational problems of all undergraduate engineering students. As engineering is a practising profession, multidisciplinary approaches to lab experiment courses can lead to a better experience for students. This paper describes the application of Surface Response Methodologies (RSM) to a Chemical Engineering course. In particular, the paper considers the application of an experimental design employing scientific software like Statgraphics to mimic the management of polluted effluents from industries, so students will relate "real world" into an otherwise theoretical education. The main laboratory skills developed under the framework of this course will be problem-working, communication and teamwork.

Keywords: Response Surface Methodology; experimental design; Box-Behnken.

Resumen

Está claro que la aplicación de los conceptos matemáticos y la generación de soluciones matemáticas a problemas de ingeniería son esenciales para los problemas de la educación de todos los estudiantes de grado de ingeniería. Como la ingeniería es una profesión de carácter eminentemente práctico, los enfoques multidisciplinares para experimentación de laboratorio pueden conducir a un mejor aprendizaje para los alumnos. En este trabajo se describe la aplicación de metodologías de superficie de respuesta (RSM) para

Diseño de un Experimento de Optimización del Proceso de Coagulación-Floculación de Aguas en el Laboratorio de Química

un curso de Ingeniería Química. En particular, el documento considera la aplicación de un diseño experimental empleando software científico como Statgraphics para simular la gestión de efluentes contaminados procedentes de las industrias, para que los estudiantes relacionen el "mundo real" con los conceptos más teóricos impartidos en el aula. Las principales competencias de laboratorio desarrolladas en este curso serán el trabajo por proyectos y la propuesta de soluciones, la comunicación y el trabajo en equipo.

Palabras clave: *Metodología de Superficie de Respuesta; diseño experimental; Box-Behnken.*

Introducción

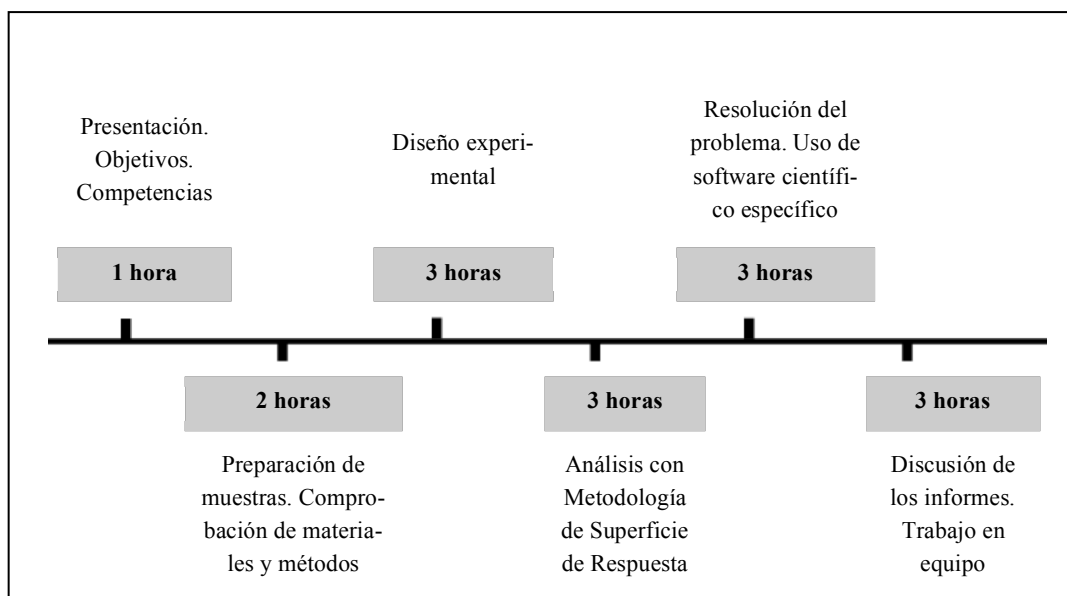
El objetivo principal de los cursos introductorios de ingeniería química es establecer los fundamentos básicos de operaciones de flujo, transferencia de calor, transferencia de masa y otras operaciones unitarias. Además, en muchos temas de Ciencia e Ingeniería, los estudiantes tienen que llevar a cabo experimentos en un laboratorio como parte del curso. Los trabajos de laboratorio deben dar a los estudiantes experiencia en el uso de equipos y técnicas experimentales y también permiten a los estudiantes hacer conexiones entre el objetivo experimental y la teoría impartida en clase. Los principales objetivos como educadores de ingeniería deben incluir dotar a los estudiantes con la capacidad para resolver problemas, comunicación, trabajo en equipo, la auto-evaluación, gestión del tiempo y las habilidades de aprendizaje (Woods et al., 2000). Las técnicas de laboratorio de ingeniería química también deben proporcionar experiencia en la redacción de informes y análisis de datos estadísticos.

Los enfoques considerados más adecuados para cursos de laboratorio deben incluir la recopilación y análisis de datos experimentales para entender las operaciones unitarias; el desarrollo de habilidades de comunicación escrita mediante la presentación de resultados experimentales en los informes escritos; trabajar en equipo en un ambiente positivo y productivo; la aplicación de principios de diseño de experimentos; y la adquisición de destrezas en el manejo de soportes informáticos adecuados. Sin embargo, aunque parece que hay un acuerdo general en que los laboratorios son necesarios, también hay una falta de consenso sobre los objetivos básicos que tienen que cumplir (Feisel y Rosa, 2005). Así, la mayoría de las veces los estudiantes tienen que llevar a cabo diferentes experimentos siguiendo un protocolo en pocos días y no profundizan de manera científica, de forma que no establecen los vínculos entre la experimentación que están llevando a cabo y el contexto teórico.

R. Devesa-Rey, F.J. Rodríguez Rodríguez, S. Urréjola Madriñán

Este documento propone la reducción del número de experimentos llevados a cabo en el laboratorio para aumentar el número de horas empleadas en un único experimento para resolver un problema específico. Se propone un experimento de laboratorio que requiere de 15 horas de realización (figura 1) y que será llevado a cabo de forma complementaria por dos equipos de alumnos, de forma que han de desarrollar estrategias de comunicación y de trabajo en equipo para realizar el trabajo de manera satisfactoria. El trabajo requiere de una fase inicial de estudio del problema, estudio de los métodos a llevar a cabo, diseño de experimentos y análisis de resultados con un software específico utilizando metodologías de superficie de respuesta. Se propone un aprendizaje secuencial, donde los estudiantes obtendrán conocimiento linealmente, con cada paso necesitando la información obtenida en el anterior. Esto hará que los estudiantes sigan caminos por etapas lógicas en la búsqueda de soluciones, fortaleciendo sus habilidades de pensamiento a nivel general y relacionando cada nuevo tema con las cosas que ya conocen, previamente impartidas en el aula.

Figura 1 Cronograma para el experimento propuesto (horas)



Metodología empleada

El enfoque principal del trabajo de laboratorio será que los alumnos determinen la mejor forma posible de llevar a cabo un proceso de coagulación-floculación de aguas residuales con un elevado contenido de materiales en suspensión. Para ello, en primer lugar han de realizar un estudio preliminar de los coagulantes empleados a nivel industrial. Se les pedirá,

Diseño de un Experimento de Optimización del Proceso de Coagulación-Floculación de Aguas en el Laboratorio de Química

asimismo, que realicen una búsqueda de coagulantes alternativos, para lo cual utilizarán bases de datos científicas. Elegirán tres coagulantes, con los que realizarán un análisis preliminar para determinar cuál de ellos produce los mejores resultados. Una vez determinado el mejor coagulante, realizarán una optimización del coagulante, estudiando las variables que consideran que más influyen en el proceso. El esquema general de su trabajo es el siguiente:

1. Estudio del proceso de coagulación-floculación.

Para evitar o reducir las consecuencias de la contaminación, es necesario realizar una serie de procesos en plantas depuradoras por los cuales el agua mejore considerablemente su calidad. Dichos procesos se pueden dividir en cuatro etapas; preliminar, primaria, secundaria y terciaria. El tratamiento preliminar debe medir y regular el caudal de la planta y extraer los sólidos de gran tamaño, arenas y grasas mediante filtraciones. Se usan rejillas, tamices y trituradores.

Los procesos del tratamiento primario serán la base de estudio del trabajo en laboratorio. Tienen como objetivo eliminar las partículas en suspensión por medio de un proceso de sedimentación simple por gravedad o asistida usando coagulantes y floculantes. Los coagulantes y floculantes ayudan a la sedimentación de los coloides, partículas de muy bajo diámetro que son responsables de la turbidez o del color del agua superficial.

La teoría de la doble capa eléctrica es la teoría de la estabilidad de los coloides y parte de la base de que las partículas superficiales de la partícula coloidal atraen iones de carga opuesta, estableciéndose un estado de carga neutra entre la partícula y su alrededor más cercano. El continuo movimiento de las partículas de agua en esta zona de carga neutra crea una capa difusa de cargas eléctricas que se extienden en el agua. Aparecen así diferentes zonas; la capa superficial del coloide con carga negativa, la capa de Stern de cargas positivas y fuertemente atraídas por la superficie coloidal y la capa difusa de Gouy-Chapman, constituida por el resto de iones móviles hasta la superficie neutra del líquido. Aparece entonces una repulsión eléctrica entre cargas de igual signo. Para conseguir la formación de agregados de partículas habrá que reducir el potencial eléctrico rompiendo la estabilidad de los coloides.

Coagulación y floculación

La coagulación es el proceso de desestabilización y posterior agregación de partículas en suspensión coloidal presentes en el agua para potenciar la etapa de decantación. La desestabilización se consigue neutralizando las cargas eléctricas, con las que dejan de actuar las

R. Devesa-Rey, F.J. Rodríguez Rodríguez, S. Urréjola Madriñán

fuerzas de repulsión, el potencial entre los coloides y la solución se anula permitiendo que los coloides puedan agregarse debido a la atracción entre masas, se cambian las propiedades de los elementos insolubles como procedimiento previo a la decantación. La coagulación tenderá a agrupar partículas pequeñas en otras mayores y más pesadas, denominadas flóculos, y el sistema será inestable debido a esta agregación de partículas.

El proceso de floculación precede al de coagulación. La floculación es la aglomeración de partículas desestabilizadas, primero en microfloculos, y después en flóculos más grandes que tienden a depositarse en los decantadores, en el fondo de los recipientes construidos para ese fin. Durante el proceso se intenta conseguir flóculos lo más pesados y grandes posibles para facilitar su sedimentación y eliminación.

2. Selección de tres coagulantes, de los cuales: uno un coagulante convencional ($AlCl_3$, $FeCl_3$, ...) y dos coagulantes alternativos, que mejoren al coagulante convencional, por ser menos tóxicos, más baratos, etc. (ácido cítrico, ácido láctico, ...).

Los floculantes pueden clasificarse por su naturaleza (mineral u orgánica), su origen (sintético o natural) o el signo de su carga eléctrica. Entre los floculantes minerales están la sílice activa y los agentes adsorbentes (arcillas, carbonato cálcico, carbón activo, tierra de diatomeas) y entre los orgánicos los denominados polielectrolitos.

La sílice activada proporciona ciertas ventajas como un aumento de velocidad de la coagulación, empleo de dosis más reducidas de coagulante, márgenes de pH amplios para una coagulación óptima, formación de flóculos mayores y mejor eliminación del color. Sin embargo, también presenta inconvenientes al necesitarse un minucioso control para evitar que gelifique, puede ser ineficaz para ciertos tipos de aguas y la sobredosisificación puede inhibir la floculación.

Los polielectrolitos aumentan considerablemente el tamaño de los flóculos, pero como ocurre con la sílice, existe una dosis óptima que, sobrepasada, produce una floculación deficiente. Sin embargo, uno de los principales inconvenientes es su posible toxicidad, por lo que es indispensable tener en cuenta la legislación vigente.

Los principales coagulantes utilizados son las sales de aluminio o de hierro. También se pueden emplear polímeros inorgánicos como los de hierro y aluminio como coagulantes, como el policloruro de aluminio. Es frecuente la utilización de sales de aluminio para el tratamiento de aguas como coagulantes para reducir la turbidez, el color y el contenido de materia orgánica y microorganismos. Este uso puede incrementar la concentración de aluminio en el agua tratada, y alcanzar cierta toxicidad no deseada.

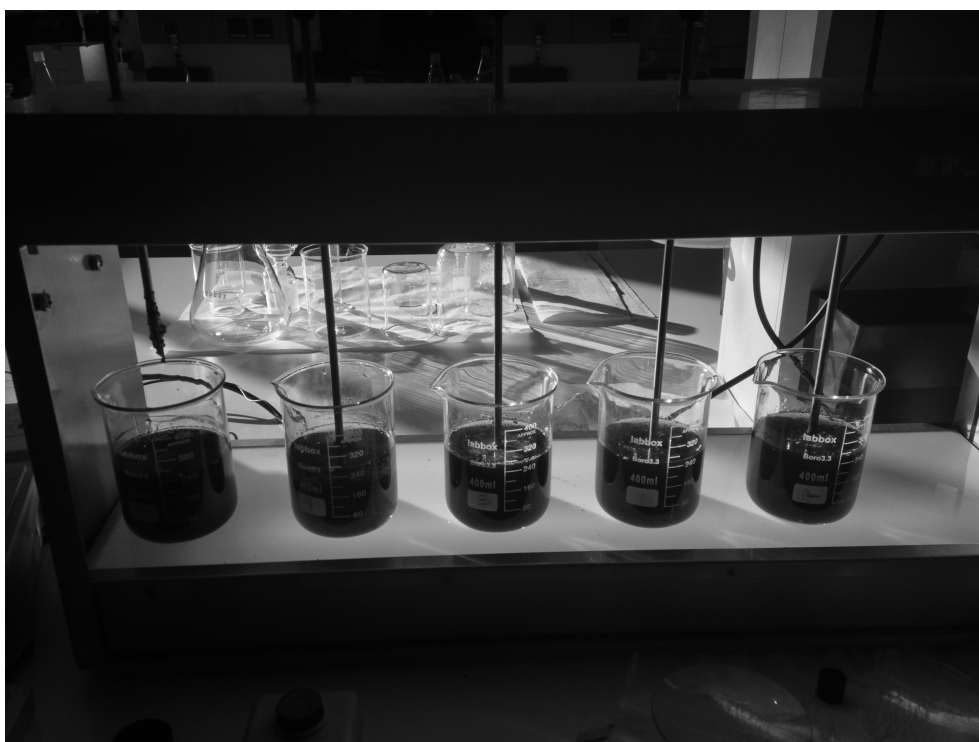
Diseño de un Experimento de Optimización del Proceso de Coagulación-Floculación de Aguas en el Laboratorio de Química

A través del Real Decreto 140/2003 del 7 febrero, se reflejan las normas y técnicas reguladoras de las actividades relacionadas con la calidad del agua potable para consumo humano. En la SSI/304/2013 del 19 de febrero, donde se especifican las sustancias destinadas a la producción de agua potable se puede observar que las sales de aluminio y de hierro deben utilizarse bajo unas cantidades controladas y especificadas.

3. Experimento de coagulación-floculación y selección del mejor coagulante.

Entre los diferentes métodos de optimización de coagulantes y floculantes, destaca el test de jarras por su común uso en los laboratorios, donde se simulan las operaciones que realizarían estos compuestos en las plantas de tratamiento y purificación de las aguas. En la figura 2 se muestra un típico floculador utilizado en el laboratorio.

Figura 2 Floculador típico usado en el test de jarras



En el experimento se realizarán pruebas en el laboratorio con diferentes dosis químicas, realizando mezclas a diferentes velocidades y tomando muestras a diferentes tiempos de reposo. El fin es obtener la dosis ideal mínima de coagulante-floculante requerida para alcanzar la calidad de agua deseada.

R. Devesa-Rey, F.J. Rodríguez Rodríguez, S. Urréjola Madriñán

4. Optimización del uso del coagulante seleccionado, identificando las tres variables que más influyen en el proceso (dosis, pH, temperatura, tiempo de agitación, ...).

Será clave la selección de las tres variables que condicionan la optimización del proceso (paso 4) - llamadas variables independientes – que pueden influir en el comportamiento de una cuarta variable - llamada variable dependiente – que es el parámetro de salida que, en este caso, será la reducción de la turbidez (expresada en NTU).

El modelo estadístico de optimización del proceso se basa en un diseño factorial incompleto 3^3 que ayudará a dilucidar la influencia de los tres factores ambientales. La secuencia del trabajo experimental se establece aleatoriamente para limitar la influencia de los errores sistemáticos en la interpretación de los resultados. El modelo incluye repeticiones en el punto central del diseño para estimar la influencia del error experimental. También, con el fin de anular la influencia de la magnitud de las variables, éstos están estandarizados como variables independientes adimensionales codificados, con límites de variación (-1, 1). La correspondencia entre variables codificadas y no codificadas puede ser establecida por ecuaciones lineales deducidas a partir de sus respectivos límites de variación, de acuerdo con la ecuación 1 (Bezerra et al., 2008):

$$x_i = \left(\frac{z_i - z_i^0}{\Delta z_i} \right) \beta_d \quad \text{ecuación (1)}$$

Donde Δz_i es la distancia entre el valor real en el punto central y el valor real en el nivel superior o inferior de una variable; β_d es el valor codificado en la matriz para cada variable; y z^0 es el valor real en el punto central. A las variables codificadas se les asignan valores de -1, 0 y +1, que corresponden a los límites de variación, mínimo, central y máximo para cada variable. Por lo tanto, la superficie de respuesta obtenida a partir de las variables codificadas no estará influenciada por la magnitud de cada variable, lo que permite la combinación de factores en una escala adimensional.

5. Modelización del proceso con un software específico (Statgraphics)

Metodología de Superficie de Respuesta

La metodología de superficie de respuesta consiste en un grupo de técnicas matemáticas y estadísticas que se basan en el ajuste de modelos empíricos a datos experimentales obtenidos en relación con el diseño experimental (Bezerra et al., 2008). Los diseños Box-Behnken son un ejemplo de diseños experimentales, caracterizados por ser diseños de segundo orden

Diseño de un Experimento de Optimización del Proceso de Coagulación-Floculación de Aguas en el Laboratorio de Química

rotatorios basados en tres niveles (Box y Behnken, 1960). El número de experimentos (N) necesarios para el diseño completo Box-Behnken viene dado por la fórmula $N=2k(k-1)+C_0$, donde k es el número de factores y C_0 es el número de puntos centrales (Ferreira et al., 2007). La ecuación simple que describe una función lineal se describe por la ecuación 2:

$$y = \beta_0 \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \varepsilon \quad \text{ecuación (2)}$$

Donde β_0 una constante de ajuste de la ecuación; β_i representa los coeficientes de los parámetros lineales; k es el número de variables; x_i representa las variables; y ε es el factor residual asociado a los experimentos.

Cuando los datos experimentales no se ajustan a una ecuación lineal, debido a que la solución a un problema no es necesariamente el valor más alto o el más bajo ensayado para cada variable, entonces es deseable incluir niveles en las variables de entrada. En este caso, puede generarse un polinomio como superficie de respuesta. Este tipo de diseños Box-Behnken pueden construirse para situaciones en las que puede ser deseable para adaptarse a un modelo de segundo orden (ecuación 3):

$$y = \beta_0 \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \sum_{j \geq i}^k \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon \quad \text{ecuación (3)}$$

Donde β_{ij} representa los coeficientes de los parámetros de interacción. Estos diseños incluyen un punto central empleado para determinar la curvatura, y la determinación de las condiciones óptimas se deduce de la función de segundo orden anterior mediante la inclusión de términos cuadráticos (ecuación 4):

$$y = \beta_0 \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{j \geq i}^k \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon \quad \text{ecuación (4)}$$

Donde β_{ij} representa los coeficientes de los parámetros cuadráticos. Por lo tanto, los datos experimentales permiten el desarrollo de modelos empíricos que describen la interrelación entre variables operacionales y experimentales por las ecuaciones incluyendo interacciones lineales y cuadráticas. Se espera que al final del curso los alumnos serán capaces de hacer comparaciones entre resultados experimentales y modelos teóricos.

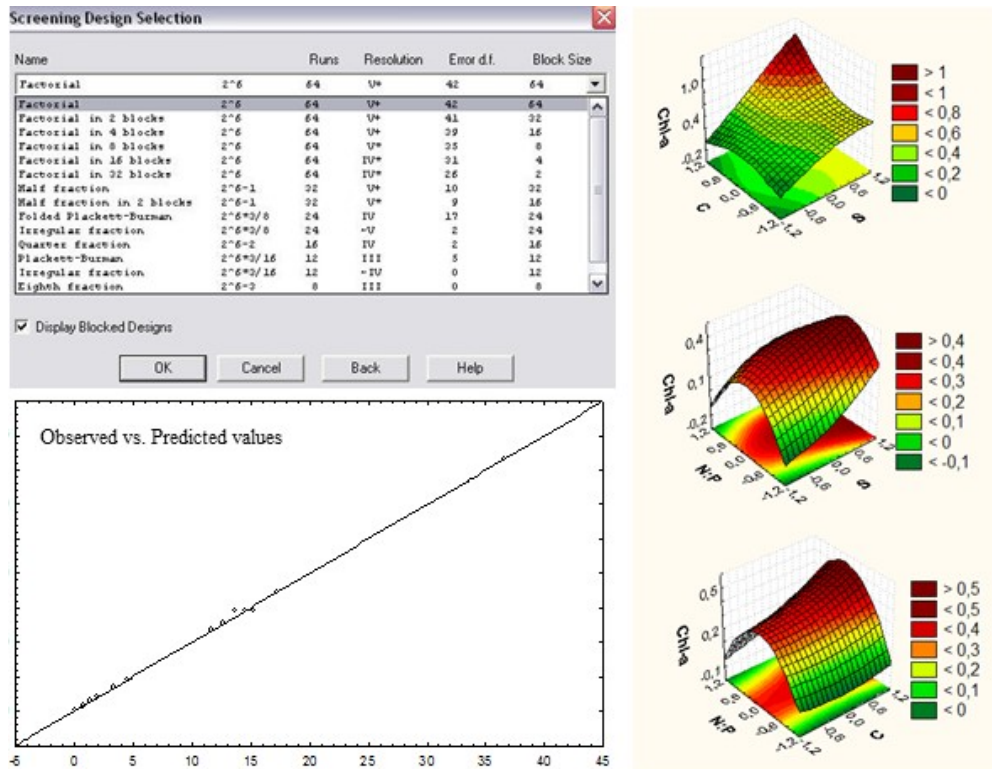
Optimización del diseño mediante software en el laboratorio

El uso de software científico implica la creación de un diseño experimental, donde se crea el experimento, completando una secuencia de cuadros de diálogo. En estos cuadros de diálogo, el usuario especifica los factores experimentales y las respuestas obtenidas, las

R. Devesa-Rey, F.J. Rodríguez Rodríguez, S. Urréjola Madriñán

variables independientes que condicionan el proceso, las variables dependientes, la asignación al azar de los experimentos realizados, y las variables de bloqueo (figura 3).

Figure 3 Etapas en el diseño de experimentos (Devesa-Rey et al., 2010)



El nivel de significación de cada variable se determina por los p-valores que permiten el desarrollo de modelos empíricos que describen la relación entre las variables operacionales y experimentales. El ajuste del modelo se evalúa a través de coeficientes de regresión y el nivel de significación, basado en la prueba F, que se calcula teniendo en cuenta las interacciones lineales y cuadráticas. Los valores positivos de los coeficientes indican que la variable de respuesta aumenta en función de las variables independientes ensayadas, mientras que valores negativos indican que la variable dependiente disminuye con las variables independientes ensayadas. Los resultados obtenidos permitirán construir superficies de respuesta (figura 3) que muestra la respuesta predicha para la variable dependiente en función de las variables independientes ensayadas. Una inspección visual de las superficies 3D obtenidos de esta manera proporciona información acerca de las condiciones óptimas del experimento.

Diseño de un Experimento de Optimización del Proceso de Coagulación-Floculación de Aguas en el Laboratorio de Química

6. Preparación del informe final y discusión de resultados

Una vez que los estudiantes han llevado a cabo el trabajo experimental, proceden a desarrollar sus competencias de comunicación, escribiendo un informe final de resultados y presentándolo delante de sus compañeros. La capacidad de comunicarse con claridad y concisión, tanto oralmente como por escrito, es una habilidad importante que todos los ingenieros necesitan obtener en su carrera profesional (Ludlow y Schulz, 1994). Así, los experimentos requieren de los estudiantes no sólo recoger datos, sino también realizar tratamiento de datos y análisis, ajustando los datos a un modelo físico o químico, así como la optimización de las condiciones de uso. El énfasis del informe escrito es crear un informe breve, claro y conciso que simule un proyecto en ingeniería (Ludlow y Schulz, 1994).

Los estudiantes deben preparar informes precisos, sin asumir que cualquier información es evidente o una simple cuestión de sentido común. También, es importante realizar un informe centrado en el tema, sin divagaciones o falsas suposiciones, y asegurarse de que lo que se dice es lo que se pretendía que decir. Una comunicación verbal, escrita o visual inexacta o insuficiente puede dar lugar a confusiones en la interpretación de resultados por parte de la audiencia y el resultado esperado del experimento será insatisfactorio. La capacidad de comunicar los resultados de forma eficaz no debe considerarse un tema trivial en el desarrollo del experimento, ya que diversas encuestas indican que una de las capacidades menos desarrolladas por los ingenieros, y considerada de gran importancia, es la comunicación escrita eficaz. Esas mismas encuestas también indicaron que el 90% de los altos ejecutivos dicen que la comunicación escrita es la habilidad más necesaria para el reconocimiento profesional (Baird, 2007).

Conclusiones

Los ingenieros químicos suelen trabajar en un entorno multidisciplinar donde tienen que crear métodos eficientes, seguros y rentables, convirtiendo los descubrimientos de los químicos en productos del "mundo real". Por lo tanto, la integración de las tareas multidisciplinarias, utilizando metodologías cualitativas, permite desarrollar una enseñanza integral y un marco de aprendizaje, alineando los experimentos de laboratorio y las tareas de comunicación, y todo ello abordando los problemas desde una perspectiva de equipo y de relaciones interpersonales, desarrollando habilidades de carácter experimental así como de comunicación.

R. Devesa-Rey, F.J. Rodríguez Rodríguez, S. Urréjola Madriñán

Referencias

- Baird, B. (2007). *The importance of written communication skills*. Indian Gaming, 48 pp.
- Bezerra, M.A., Santelli, R.E., Oliveira, E.P., Villar, L.S., Escalera, L.A. (2008). *Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry*. Talanta 76, 965–977 pp.
- Box, G.E.P., Behnken, D.W. (1960). *Simplex-sum designs – A class of 2nd order rotatable designs derivable of those of 1st order*. Annals of Mathematical Statistics 31(4), 838–864 pp.
- Devesa-Rey, R., Moldes, A.B., Sanmartín, P., Prieto-Fernández, A., Barral, M.T. (2010). *Application of an incomplete factorial design for the formation of an autotrophic biofilm on river bed sediments at a microcosms scale*. Journal of Soils and Sediments 10, 1623-1632 pp.
- Feisel, L.D., Rosa, A.J. (2005). *The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education*. Journal of Engineering Education 121-130 pp.
- Ferreira, S.L.C., Bruns, R.E., Ferreira, H.S., Matos, G.D., David, J.M., Brandão, G.C., da Silva, E.G.P., Portugal, L.A., dos Reis, P.S., Souza, A.S., dos Santos, W.N.L. (2007). *Box-Behnken design: An alternative for the optimization of analytical methods*. Analytica Chimica Acta 597(2), 179–186 pp.
- Ludlow, D.K., Schulz, K.H. (1994). *Writing across the chemical engineering curriculum at the University of North Dakota*. Journal of Engineering Education, 161-168 pp.
- Woods, D.R., Felder, R.M., Rugarcia, A., Stice, J.E. (2000). *The future of engineering education III. Developing critical skills*. Chemical Engineering Education 34(2), 108-117 pp.

La innovación en la enseñanza de la Geometría Descriptiva. El uso de las herramientas digitales y el estudio de casos reales

Juan J. Cisneros Vivó^a, Pedro M. Cabezos Bernal^b

^a ETSA UPV jcisnero@ega.upv.es ^b ETSA UPV pcabezos@ega.upv.es

Abstract

Using computer in graphical expression teaching is being generalized in most of Architecture Schools. The subject of this paper is to show our experience in adapting traditional methodologies and contents to the new three-dimensional drawing environment provided by CAD software. We pay much attention to the selection of those exercises that students must undertake. Every year we prepare a set of different architectural case studies containing different surfaces to be analyzed that are away from those abstract traditional exercises whose practical sense and application are not perceived by the student. Spatial resolution of problems and geometrical analysis of surfaces drawn from real architectural examples increases interest for the subject and usefulness is easily understood by the student.

Keywords: Descriptive Geometry, Teaching innovation, 3D Design

Resumen

La introducción del ordenador en las disciplinas gráficas se va generalizando poco a poco en la mayoría de Escuelas de Arquitectura. Esta comunicación pretende mostrar nuestra experiencia y adaptación de los contenidos al entorno de diseño tridimensional que ofrecen las herramientas de diseño actuales, prestando especial atención a la selección de los casos prácticos que el alumno debe acometer. Cada año planteamos un elenco distinto de modelos arquitectónicos reales que contienen las superficies de estudio, muy alejados de los tradicionales ejercicios abstractos con los que el alumno no lograba percibir su aplicación práctica a la arquitectura. La resolución espacial y el análisis geométrico de las superficies extraídas de los ejemplos arquitectónicos reales, aumenta el interés y la motivación del alumno por la asignatura, pues éste es capaz de ver rápidamente su aplicabilidad.

Palabras clave: Geometría Descriptiva; Innovación educativa; Diseño 3D

La innovación en la enseñanza de la Geometría Descriptiva

Introducción

La Geometría Descriptiva aplicada a la arquitectura tiene básicamente dos objetivos: la enseñanza de los sistemas de representación y el estudio de las superficies y formas geométricas que se emplean habitualmente en las obras de arquitectura; ambos objetivos se alcanzan simultánea y recíprocamente, puesto que el conocimiento de los sistemas se adquiere representando las formas y, a su vez, las formas se conocen representándolas, por ello es necesario que el alumno aprenda a representar y comprenda lo que se representa. Nuestra responsabilidad como profesores debe llevarnos a utilizar una metodología de aprendizaje óptima que aproveche los recursos y los medios de expresión actuales, sobre todo en un momento en el que la reducción de créditos de los nuevos planes de estudio nos obliga a optimizar al máximo el tiempo disponible. La presente comunicación expone nuestra experiencia y la metodología que llevamos desarrollando y perfeccionando desde hace 14 años, que tiene una gran aceptación por parte de los alumnos que, en general, se sienten motivados y obtienen muy buenos resultados académicos.

Metodología

La asignatura se imparte en primero de grado con un total de 9 créditos anuales, que se distribuyen en dos clases de hora y media a la semana. El germen de esta experiencia empezó con la introducción del ordenador como una herramienta más de dibujo en el año 2000, combinando los métodos tradicionales, impartidos en el primer cuatrimestre, con la parte de ordenador, desarrollada en el segundo cuatrimestre. A raíz de los buenos resultados y motivación expresada por los alumnos ante el uso del ordenador, decidimos impartir la docencia enteramente mediante esta vía de expresión y así lo llevamos haciendo desde el año 2005.

El uso del ordenador no conlleva ignorar la geometría ni todos aquellos conocimientos necesarios para el análisis de las formas arquitectónicas. Los dibujos realizados con ayuda del ordenador, pese a lo que algunos puedan creer, son generados y no dados; el software no hace más que obedecer los requerimientos del usuario, por lo que es necesario que éste tenga claros los conceptos geométricos y los fundamentos de los sistemas de representación.

Decía el matemático francés Henri Poincaré (1854-1912):

“La geometría es el arte de razonar correctamente sobre figuras mal hechas”¹

Con el uso del ordenador debemos lograr que la geometría de hoy siga siendo el arte de razonar correctamente, pero, en esta ocasión, con dibujos geoméricamente mejor hechos.

¹ Poincaré, H. (1913). *Dernières pensées*. Ed. Flammarion. París.

Juan J. Cisneros – Pedro M. Cabezos

Así pues el ordenador no nos aleja de la geometría sino que nos acerca a ella, pues el software de CAD no es más que una herramienta de geometría masiva. Los medios digitales nos proporcionan herramientas mucho más exactas, rigurosas, ágiles y potentes, que permiten revisar, corregir, almacenar y comunicar. Sus posibilidades en la enseñanza son enormes y se amplían constantemente. Sin embargo las competencias que deben adquirir los alumnos siguen siendo prácticamente las mismas y sería absurdo condicionarlas a los medios, por lo que no hay que perderse en el funcionamiento de un determinado programa comercial, sino que debemos explotar los aspectos más relevantes para los fines de la asignatura y adaptar las estrategias que permiten al alumno desarrollar las competencias empleando estas nuevas herramientas.

En nuestra opinión, no se trata de utilizar el ordenador para realizar dibujos bidimensionales de igual modo que se trazarían con escuadra y cartabón, sino que los problemas deben resolverse espacialmente, por lo que la inmersión en el entorno tridimensional que nos ofrecen los programas de CAD es fundamental desde el primer día. Trabajar en el espacio nos permite resolver los problemas formales directamente, sin tener que trabajar sobre varias proyecciones por separado, lo que agiliza la operatividad en comparación con los laboriosos métodos tradicionales. A partir de un modelo 3D pueden obtenerse fácilmente sus proyecciones y secciones, así como longitudes y áreas, por lo que nuestro planteamiento consiste en adaptar la operatividad de los sistemas de representación al espacio tridimensional, manteniendo las tres premisas que debe cumplir todo sistema de representación: representar, resolver y restituir. Sobre esta cuestión citaremos una frase de Gaudi; que nos parece realmente interesante:

“La sabiduría de los ángeles, consiste en ver directamente las cuestiones del espacio sin pasar por el plano. He preguntado a diferentes teólogos y todos me dicen que es posible que sea así”²

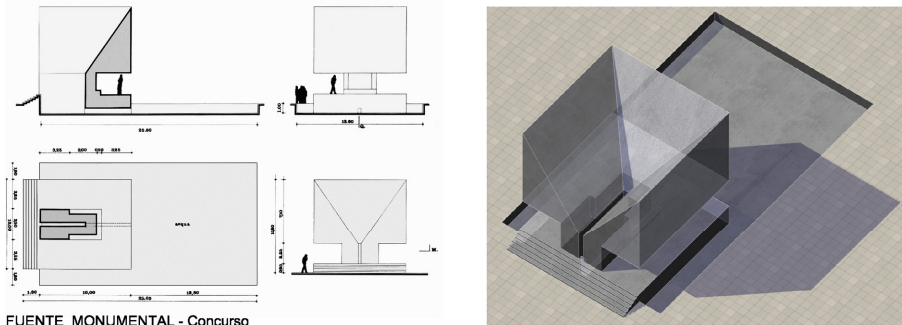
El trabajo con las herramientas de modelado tridimensional permite abordar el estudio de superficies complejas que, por su dificultad de representación, quedaban casi siempre fuera de los temarios tradicionales. El curso se divide en dos cuatrimestres: el primero lo dedicamos al estudio de los sistemas de representación y se emplea únicamente AutoCAD. En este periodo trabajamos con modelos sencillos basados en ejemplos reales de arquitectura o en objetos de diseño.

El diseño y desarrollo del elenco de ejercicios prácticos es fundamental y comprende una media de 24 ejercicios anuales en los que el alumno debe realizar un modelo tridimensional del que obtiene diversas proyecciones, en formato A4, a la escala requerida y con una valoración de línea adecuada (fig. 1).

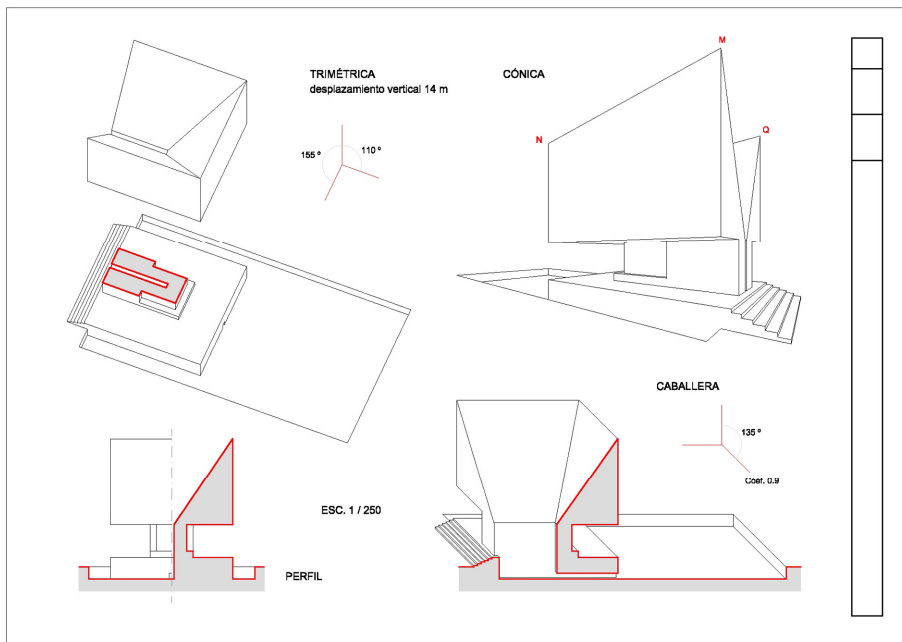
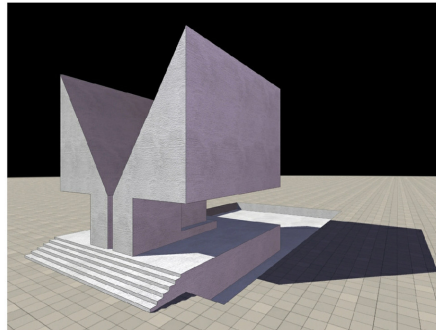
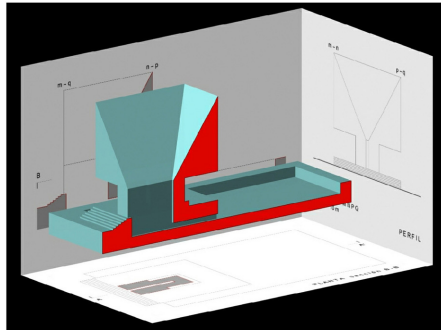
² Cit. por Sainz, J. (1990). El Dibujo de arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico. Ed. Nerea. Madrid

La innovación en la enseñanza de la Geometría Descriptiva

Figura 1. Enunciado perteneciente al 1er cuatrimestre con proyecciones seccionadas del modelo

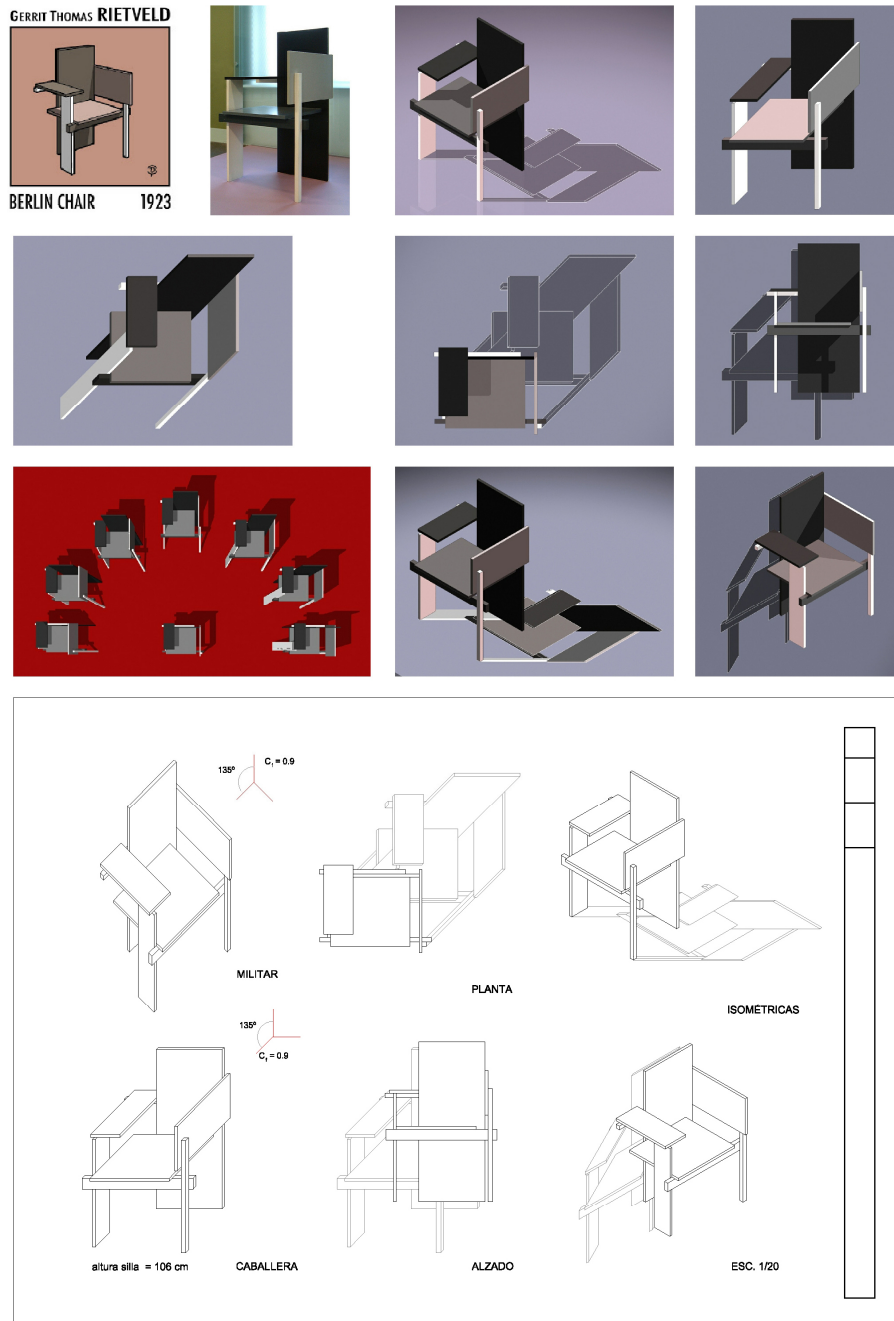


FUENTE MONUMENTAL - Concurso
 Arq. Aldo ROSSI MILÁN - 1962



Juan J. Cisneros – Pedro M. Cabezos

Figura 2. Enunciado del 1er cuatrimestre para introducir las proyecciones oblicuas

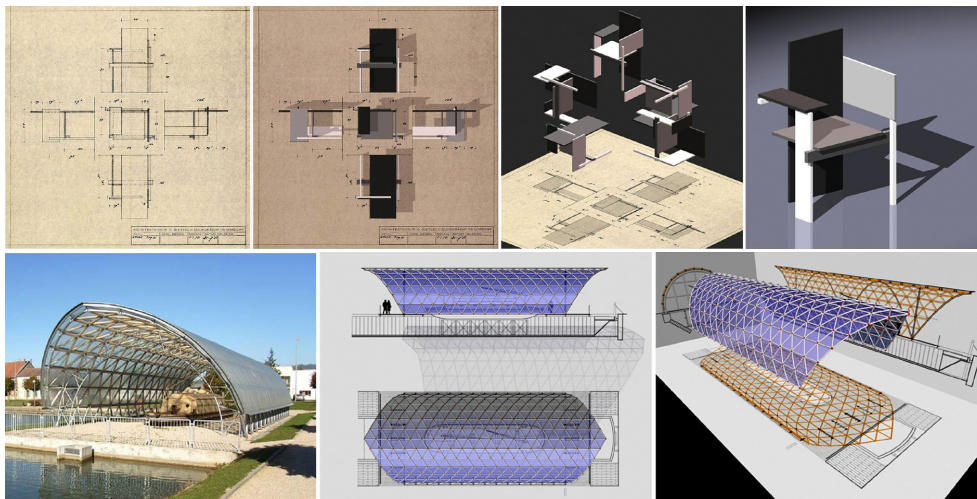


La innovación en la enseñanza de la Geometría Descriptiva

Las proyecciones ortogonales y las cónicas pueden obtenerse fácilmente a partir del modelo tridimensional, pero no ocurre lo mismo con las proyecciones cilíndricas oblicuas como militares y caballeras. Este es un defecto común en los programas de CAD que ha provocado que el uso de este tipo de representaciones se haya reducido drásticamente. Para resolver este inconveniente tuvimos que desarrollar un método de transformación homográfica del modelo, que permite obtener un resultado equivalente a una proyección cilíndrica oblicua mediante la proyección ortogonal de un modelo, convenientemente deformado (Fig.2).

El segundo cuatrimestre lo dedicamos al conocimiento de superficies más complejas: poliedros, mallas poliédricas, radiadas y desarrollables, e introducimos el programa 3DStudio Max que proporciona versatilidad y rapidez en la representación de superficies iluminadas y con sombras arrojadas. Inicialmente aprovechamos algunos de los modelos realizados en el cuatrimestre anterior para llevarlos al 3DStudio Max e introducimos en el programa con el que el alumno aprenderá a realizar imágenes foto realistas como las que se muestra en los enunciados expuestos. El punto de partida suele ser una imagen con los planos originales del autor de la obra, a partir de la que el alumno restituye el modelo en tres dimensiones para representarlo siguiendo cualquier otro sistema de representación, utilizando los recursos de iluminación, color y textura (fig.3). Con ello el alumno asume la relación biunívoca establecida entre el modelo y su representación, lo que desemboca en un dominio de los lenguajes y un conocimiento de las formas adquirido a partir del estudio de casos reales.

Figura 3. Las vistas originales y las sombras sirven para comprobar la exactitud del modelo^{3 4}



³ Mobiliario de Gerrit Rietveld, Silla Berlín, 1923

⁴ Proyecto de Shigueru Ban, Centro de interpretación canal de Bourgogne, Pully-en Auxois (Francia), 2002

Juan J. Cisneros – Pedro M. Cabezos

El alumno puede comprobar la exactitud del modelo generado cuando lo superpone sobre las proyecciones dadas y el uso de la luz no solo permite comprender mejor la geometría de los volúmenes representados, sino que puede ser empleado como otro modo de comprobación de la precisión del modelo; para ello bastará con utilizar luces con un haz luminoso cilíndrico, cuya dirección sea ortogonal a los planos de proyección y comparar las sombras obtenidas con las proyecciones diédricas proporcionadas. Ambos métodos facilitan la auto-corrección al alumno y la evaluación al profesor (fig.3).

A pesar del marcado carácter práctico que tiene la asignatura, es necesario ahondar en el conocimiento de los sistemas de representación, pero gracias a las posibilidades gráficas que nos aportan las herramientas informáticas, podemos prescindir de gran parte de su exigencia mecánica y quedarnos exclusivamente con los fundamentos teóricos que constituyen un bagaje indispensable. Pudiera parecer que este enfoque se aleja del concepto tradicional de la Geometría Descriptiva como materia, pero en realidad no es así, pues alcanzamos con más facilidad sus objetivos pedagógicos y los alumnos se ejercitan en la apreciación, la interpretación y el análisis de las superficies utilizadas en obras arquitectónicas concretas y reales.

A partir de una única fotografía, el alumno obtiene las imágenes rectificadas de las fachadas, restituye sus proporciones y crea un modelo 3D, en el que introduce algunas variaciones de diseño con respecto al edificio original. Luego, el alumno sitúa y orienta su modelo sobre la fotografía proporcionada para que, visto desde el punto de vista restituído, quede debidamente integrado y sustituya por completo al edificio original (Fig. 4).

Fig.4. Restitución geométrica e integración del modelo en el entorno fotografiado ⁵

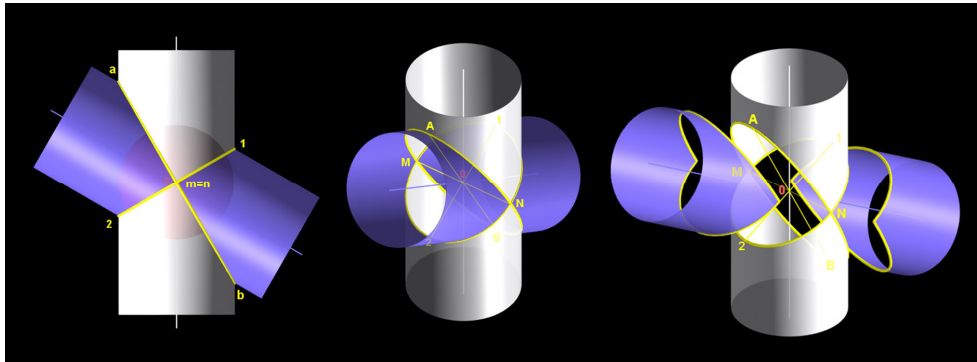


⁵ Proyecto de Ungers, Oswald M., Galerie der Gegenwart, Hamburgo, 1996

La innovación en la enseñanza de la Geometría Descriptiva

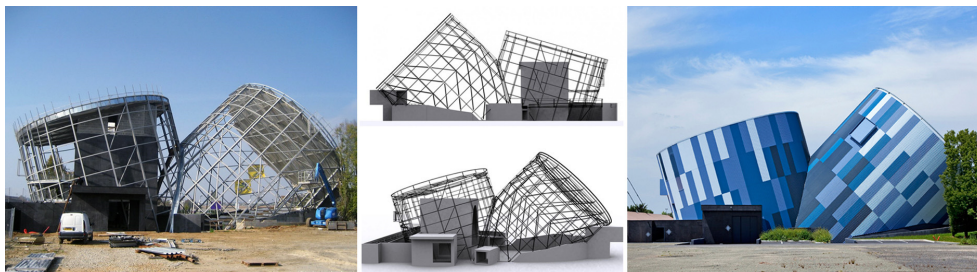
Los distintos temas teóricos del curso se exponen proyectando imágenes y animaciones que hemos realizado para facilitar la comprensión de las propiedades proyectivas y las características geométricas de las formas (fig.5) e incluso utilizamos imágenes estereoscópicas.

Fig.5. Una de las imágenes mostradas a los alumnos en clase para clarificar los conceptos teóricos



Cuando se presentan y describen las propiedades de las distintas formas, se proyectan también ejemplos de aplicación en arquitectura que facilitan su comprensión y motivación hacia su conocimiento. De este modo se ofrece un repertorio de aplicaciones reales que, además de servir para su análisis, nutren la memoria visual del alumno que actúa a menudo como el desencadenante de las operaciones proyectuales (fig.6).

Fig.6. Ejemplo de aplicación de las superficies cilíndricas en un caso real ⁶



Los ejercicios prácticos son obligatorios y se realiza uno por semana, que se evalúa y califica, proporcionando al alumno un informe personalizado con las deficiencias detectadas o los aspectos a mejorar. El alumno tiene la posibilidad de enmendar los errores y realizar una segunda entrega que le permitirá mejorar la calificación obtenida.

La evaluación de la asignatura se efectúa teniendo en cuenta la calificación media de los ejercicios prácticos que suponen un 20% de la calificación total. Estos ejercicios preparan

⁶ Proyecto de Moussafir Arquitectos Asociados. La Luciole Concert Hall, Alençon (Francia), 2008

Juan J. Cisneros – Pedro M. Cabezos

al alumno para superar las 3 pruebas de nivelación, repartidas durante el curso, que tienen un peso en la calificación del 30%, 20% y 30%, respectivamente.

Conclusiones y ejemplos

Con la metodología que acabamos de exponer, el aprendizaje pasa por cuatro fases: el conocimiento de las formas, el descubrimiento de sus referentes reales en arquitectura, la obtención de un modelo tridimensional de uno de estos referentes y, finalmente, su representación bidimensional ya sea lineal o modelizada. La asignatura actúa como el cauce científico que proporciona el nexo entre la arquitectura y su lenguaje gráfico, es decir, constituye el medio a través del cual la arquitectura se convierte en lenguaje y expresión inteligente de su realidad.

El elenco de ejercicios supone el elemento clave y vertebrador de la asignatura que sirve para motivar al alumno con casos reales de aplicación a la arquitectura. El uso del ordenador nos permite llegar más lejos y los propios alumnos, en la encuesta que pasamos al finalizar el curso, nos comentan que se sorprenden de hasta dónde han podido avanzar en el dominio de las técnicas gráficas en un solo curso, ya que sus gráficos saltan fácilmente de las dos a las tres dimensiones y viceversa, lo que les proporciona un mayor dominio del espacio y consiguen mejores resultados académicos y menos frustraciones.

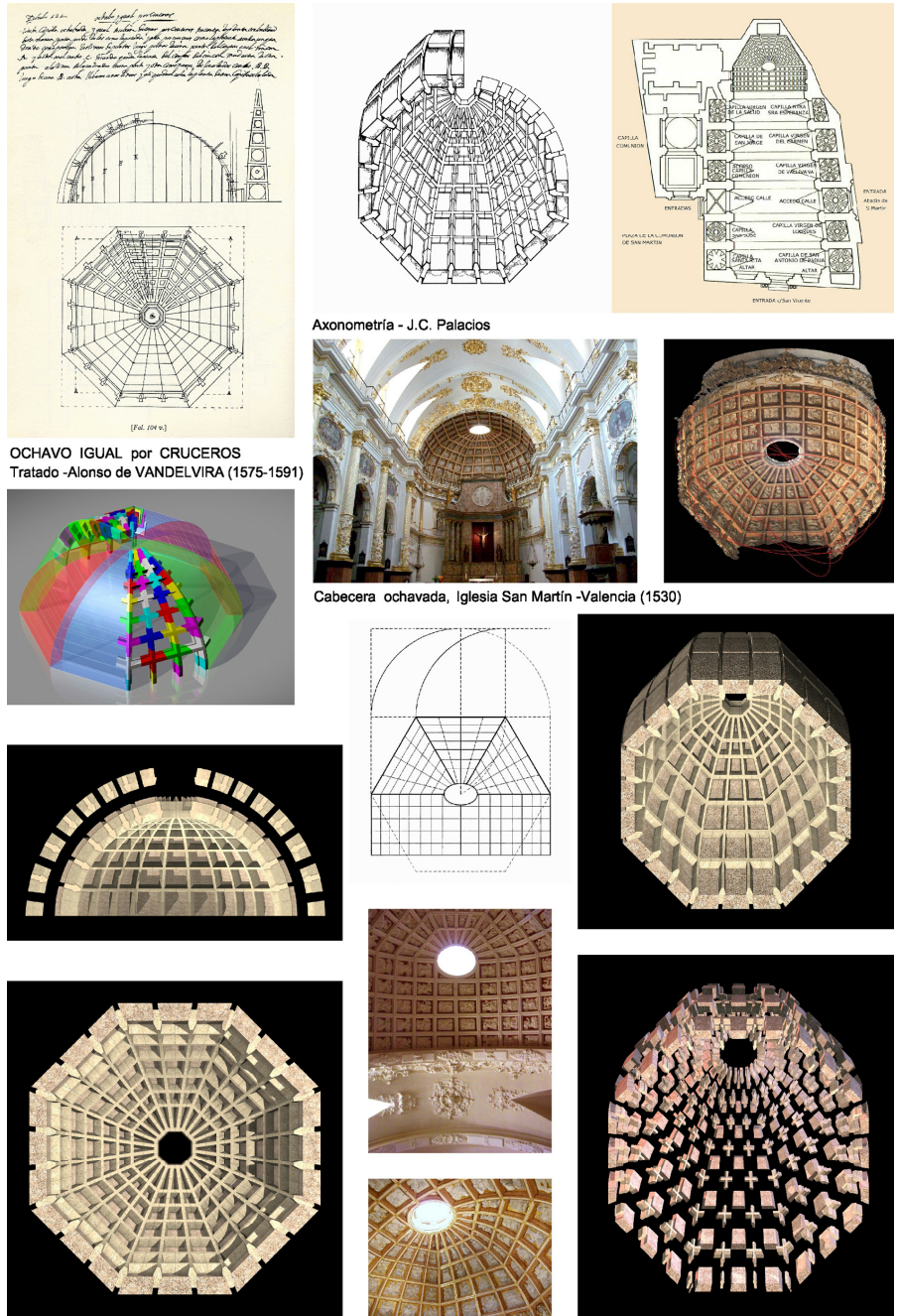
A continuación, se muestra, a modo de ejemplo, algunos de estos enunciados tal como se les entrega a los alumnos; normalmente se trata de una imagen digital en formato A4, que se complementa con datos adicionales como los planos originales de la obra o algún otro tipo de información gráfica como fotografías o axonometrías que permita restituir los datos necesarios para su modelado 3D.

Cada lámina obedece al estudio de alguna forma o superficie en particular, por lo que no se trata de modelar la totalidad del edificio sino sólo aquellas partes que tengan que ver con las superficies o formas de estudio.

Deseamos que esta breve y modesta exposición, basada en nuestra experiencia, sirva para alentar a todos aquellos compañeros que estén interesados en renovar sus metodologías a que den el paso, si las circunstancias se lo permiten, pues los alumnos seguramente se lo agradecerán. Sin duda tropezarán en el camino con nuevos inconvenientes provocados por una dinámica distinta, pero las ventajas superan con creces las desventajas.

La innovación en la enseñanza de la Geometría Descriptiva

Figura 7. Enunciado referente al estudio y aplicación de la intersección entre superficies cilíndricas



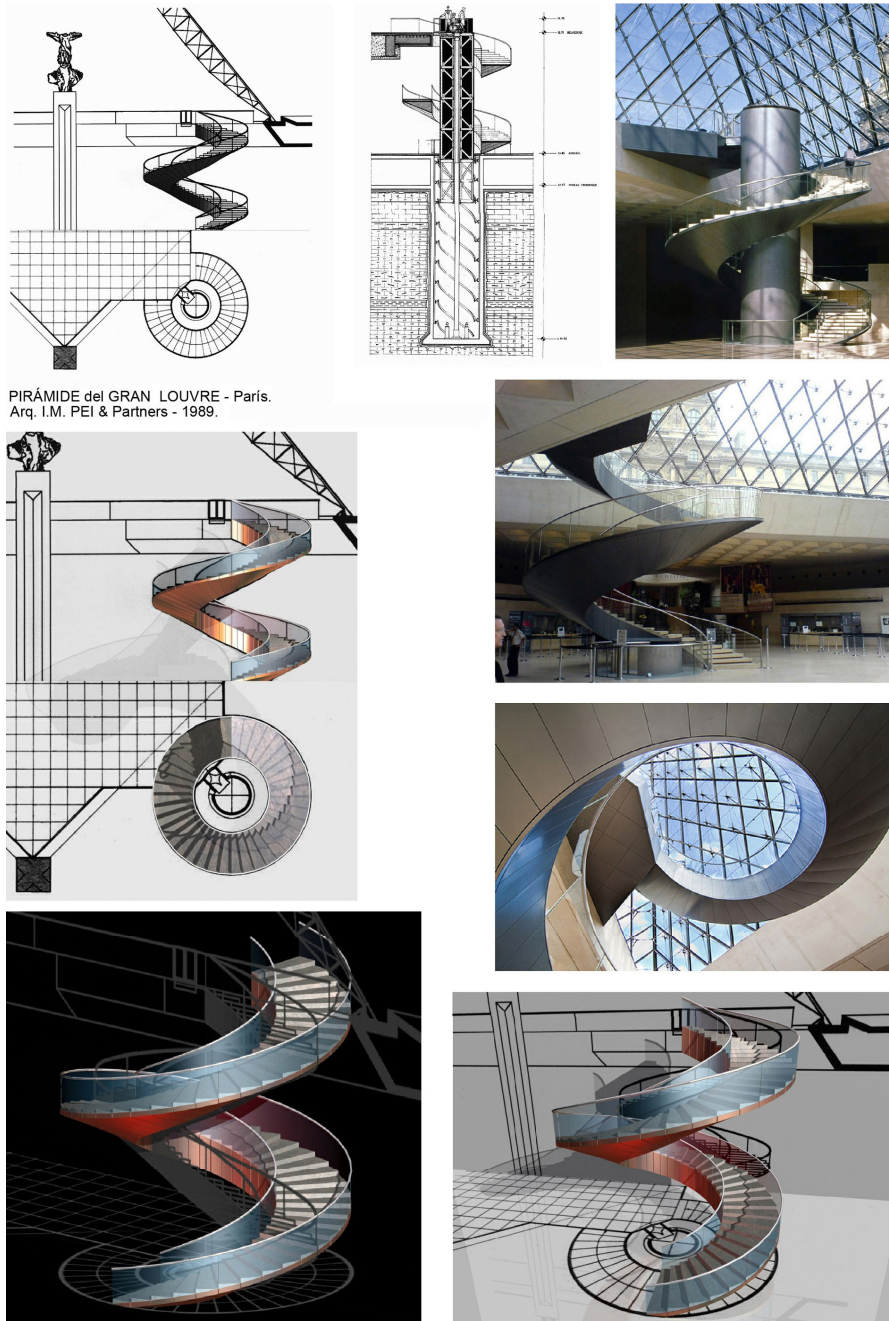
OCHAVO IGUAL por CRUCEROS
Tratado -Alonso de VANDELVIRA (1575-1591)

Axonometría - J.C. Palacios

Cabecera ochavada, Iglesia San Martín -Valencia (1530)

Juan J. Cisneros – Pedro M. Cabezos

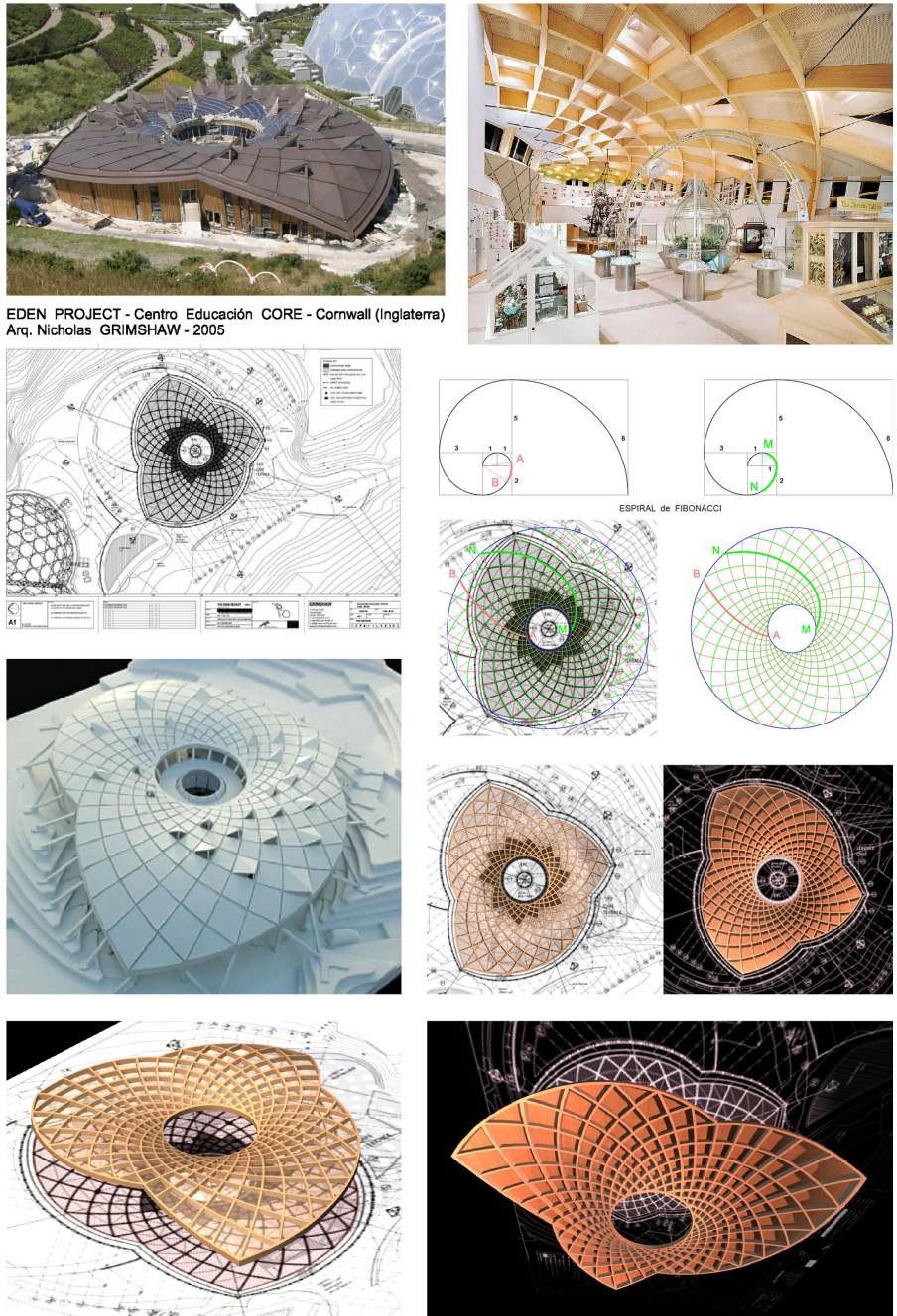
Figura 9. Enunciado referente al estudio y aplicación de las superficies helicoidales



PIRÁMIDE del GRAN LOUVRE - Paris.
Arq. I.M. PEI & Partners - 1989.

La innovación en la enseñanza de la Geometría Descriptiva

Figura 10. Curso 2013/2014 enunciado referente a las superficies tóricas y las espirales de Fibonacci



Juan J. Cisneros – Pedro M. Cabezos

Referencias

- Poincaré, H. (1913). *Dernières pensées*. Ed.Flammarion. París.
- Sainz, J. (1990). *El Dibujo de arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico*. Ed. Nerea. Madrid
- Cabezos Bernal, P. M., Cisneros Vivó, J. (2003) Axonometrías oblicuas a partir de modelos tridimensionales. En AA.VV. *L'insegnamento della Geometria Descrittiva nell'era dell'informatica*. Ed. Gangemi, Roma. p. 81-82.
- Cabezos Bernal, P. M., Cisneros Vivó, J. (2010) Obtención de perspectivas militares y caballeras a partir de modelos tridimensionales. *Revista EGA*, Nº 16, p. 82-87.
- Cabezos Bernal, P. M., Cisneros Vivó, J. (2012). La proyección cónica aplicada a la restitución 3D de elementos arquitectónicos a partir de fotografías. En AA.VV. *Actas del XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación APEGA, Valencia, 29-30 noviembre*. p. 897-908.
- Cabezos Bernal, P. M., Cisneros Vivó, J. (2012) Stereoscopic images in education. *Revista Disegnare idee immagini*. 2012, Nº 43, p. 46-55

APLICACIÓN DEL PROTOCOLO LTI A LA RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS EN UNA PLATAFORMA MOODLE

Jordi Cosp-Vilella^a, Roc Meseguer-Pallares^b y Herminio Martínez-García^a

^aEscola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB); Consorci de l'Escola Industrial de Barcelona (CEIB); Departament d'Enginyeria Electrònica; Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). BarcelonaTech; c/ Comte d'Urgell, 187. 08036. Barcelona (Espanya); {jordi.cosp/herminio.martinez}@upc.edu; ^bEscola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels (EETAC); Departament d'Arquitectura de Computadors; Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). BarcelonaTech; c/ Esteve Terradas, 7 - 08860 Castelldefels (Barcelona - Espanya); roc.meseguer@upc.edu

Abstract

This paper presents the development of an application to propose complex exercises to students on a Moodle platform by connecting to an external server through LTI (Learning Tools Interoperability) protocol. The system has been applied to automatic grading of hardware descriptions made by students using the high level hardware description language VHDL. In this application the student has to upload his or her description in a Moodle platform and this description is simulated in another server with the appropriate simulation software. Thus, an immediate evaluation of the exercise is obtained with the need of additional software in the platform that hosts the Moodle platform and the student database, being another computer managed by teachers that performs simulations. The system is easily scalable to other fields different from digital electronics as Pspice.

Keywords: IMS LTI, LMS, TSUGI, Moodle, e-learning, elearning, interoperability, VHDL, automatic assessment

Resumen

En el presente artículo se muestra el desarrollo de una aplicación que permite proponer a los estudiantes ejercicios complejos sobre una plataforma Moodle mediante la conexión a un servidor externo a través del protocolo LTI (Learning Tools Interoperability). El sistema se ha aplicado concretamente a la corrección automática de descripciones hardware realizadas por los alumnos mediante el lenguaje de descripción hardware de alto nivel

Aplicación del protocolo LTI a la resolución de ejercicios en una plataforma Moodle

VHDL. En él, el estudiante debe cargar su descripción en una plataforma Moodle que será simulada en otro servidor con el software de simulación adecuado. De esta manera, se consigue una evaluación inmediata y automática del ejercicio propuesto sin la necesidad de instalar software adicional en el servidor que aloja la plataforma Moodle y la base de datos de estudiantes, siendo otro ordenador gestionado por el profesorado el que realiza las simulaciones. El sistema es fácilmente escalable a simuladores de otras disciplinas diferentes a la electrónica digital como Pspice.

Palabras clave: IMS LTI, LMS, TSUGI, Moodle, e-learning, elearning, interoperabilidad, VHDL, corrección automática

Introducción

Desde el curso 2009-2010, en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB) de la Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC-BarcelonaTech) se vienen impartiendo los nuevos grados dentro del marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Concretamente, los planes que se ofrecen son los grados en Ingeniería Biomédica, Ingeniería de la Energía, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática [1].

El cambio, además de eliminar las tradicionales ingenierías técnicas y superiores y establecer un nuevo currículum distribuido en grado y máster, ha comportado cambios en la forma de impartir los estudios donde la parte práctica y realización de trabajos por parte de los estudiantes ha cobrado mucho más importancia respecto a los planes anteriores y reduciendo el peso de las pruebas teóricas presenciales. Este modelo, más allá de las ventajas que pueda tener en la formación de los estudiantes, implica un considerable aumento del esfuerzo por parte del personal docente en las asignaturas impartidas.

Por este motivo, es necesario desarrollar nuevas técnicas y herramientas que permitan a los profesores hacer un seguimiento del trabajo del estudiante sin que ello implique un aumento apreciable en su carga de trabajo. Los gestores de contenidos para el aprendizaje o LCMS (Learning Content Manager Systems) como Moodle son unas buenas herramientas que incorporan múltiples funcionalidades y permiten llegar a todos los estudiantes de forma masiva. Habitualmente las altas de los estudiantes en el sistema es totalmente transparente al personal docente que dispone de una plataforma virtual con todos los datos de los estudiantes ya introducidos a principios de cada curso. El inconveniente que pueden tener es que, al no ser administradas por el profesor, existan limitaciones importantes en su uso. Para ello, existe la posibilidad de crear conectores entre el servidor del LCMS y otro externo que

Jordi Cosp-Vilella, Roc Mesguer-Pallares y Herminio Martínez-García

sí puede estar administrado por el profesor y, por lo tanto, instalar en él todo el software que considere necesario.

En este trabajo se presenta un sistema instalado en un servidor remoto que mediante el protocolo LTI (Learning Tools Interoperability) desarrollado por IMS Global [2] que permite aprovechar las bases de datos de alumnos de los cursos de un servidor Moodle y luego evaluar automáticamente los ejercicios propuestos a los estudiantes en otro ordenador administrado por el profesor. Concretamente, se trata de descripciones de sistemas digitales en el lenguaje VHDL para una asignatura de electrónica digital del grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

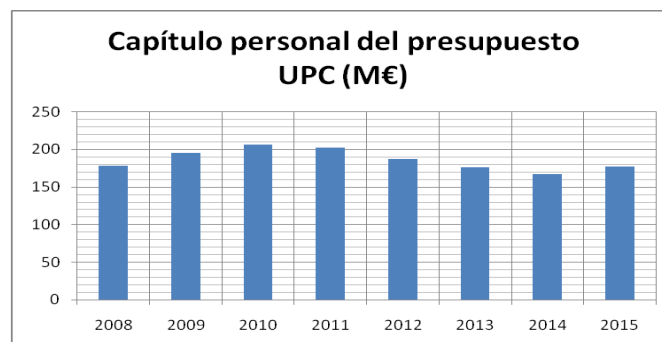
Limitaciones presupuestarias coincidentes con el despliegamiento del EEES

La implantación del EEES en la EUETIB de la UPC se empezó a llevar a cabo en el curso 2009-2010 y progresivamente ha sustituido a los planes de estudio implantados en los cambios del 1995 y la reforma del 2002.

En un principio, a pesar del aumento de la carga docente del nuevo sistema, el cambio de modelo debía llevarse a cabo con coste cero, es decir, con la misma capacidad docente que se disponía para el modelo antiguo. Ello implicaba unas serias limitaciones ya que los nuevos planes requerían un mayor esfuerzo por parte del personal docente y debían ponerse en marcha con los mismos recursos que los planes antiguos. Sin embargo, la realidad ha sido más dura ya que debido a la situación de crisis económica vivida durante estos últimos años que ha sido más acentuada en los países del sur de Europa, los presupuestos no solamente han sido congelados sino que se han visto disminuidos considerablemente. Concretamente, en la Universidad Politécnica de Catalunya [3], y sin tener en cuenta correcciones debidas a la inflación o al envejecimiento de la plantilla con su correspondiente aumento de la relación coste/horas de dedicación docente, el presupuesto en el capítulo de personal ha pasado entre el año 2010 y el 2015 de 206 a 177 millones de euros aproximadamente, lo que representa que el presupuesto al inicio del despliegamiento del EEES en 2010 era un 16% mayor que al finalizar el proceso en 2015. Estas cifras, extraídas del documento del presupuesto de la universidad publicados en su web y mostrados en la figura 1, contemplan tanto el personal docente e investigador como el de administración y servicios pero la proporción entre ambos no ha variado excesivamente en estos cinco últimos años y puede servir para hacerse una idea de la evolución de los recursos disponibles.

Aplicación del protocolo LTI a la resolución de ejercicios en una plataforma Moodle

Figura 1 Evolución del capítulo de personal del presupuesto de la UPC en millones de € durante los últimos años



La asignatura en la que se ha aplicado la herramienta de corrección automática

Entorno de la asignatura dentro del plan de estudios

A pesar del entorno económico desfavorable, los planes de estudios adaptados al EEES han sido cambiados con esfuerzo pero con éxito. Es dentro del plan de estudios del grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática que se encuentra la asignatura “Electrónica Digital y Microprocesadores (EDM)” [4]. Esta asignatura está ubicada en el 5º cuadrimestre (primer cuadrimestre del tercer año) juntamente con otra asignatura de la especialidad, Tecnología Electrónica, y un cuadrimestre después de la asignatura de Sistemas Electrónicos (STI) en la que se ve una introducción a la disciplina.

En la asignatura EDM los estudiantes deben haber adquirido la competencia específica “Conocimientos básicos de electrónica digital” y deben desarrollar las competencias también específicas “Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores” y parte de “Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia”. Además, los estudiantes la competencia genérica “Comunicación eficaz oral y escrita” aunque esta competencia no se va a tratar en este trabajo.

Los estudiantes llegan a la asignatura EDM una vez han cursado la asignatura STI, que es transversal a todos los grados de ingeniería impartidos en la EUETIB, en la que ven los aspectos básicos de la electrónica y entre ellos, los de la electrónica digital. De esta manera, en la asignatura EDM a parte de profundizar en el diseño de los sistemas digitales a nivel de puertas lógicas y bloques más complejos, también existe una parte importante de aplicación en la que los estudiantes desarrollan la capacidad de describir circuitos digitales mediante el lenguaje de descripción hardware de alto nivel VHDL [5]. El lenguaje VHDL es un lenguaje parecido al lenguaje de programación ADA pero su aplicación no es la definición de algoritmos para que los lleve a cabo un autómata digital (microprocesador) sino que es la

Jordi Cosp-Vilella, Roc Meseguer-Pallares y Herminio Martínez-García

descripción de sistemas digitales para su modelado, simulación y/o síntesis. Con él, el ingeniero puede describir su sistema para, luego, ser implementado sobre un dispositivo lógico programable (PLD) o un circuito integrado de aplicación específica (ASIC). De esta manera se reduce enormemente el tiempo de diseño e implementación de los circuitos comparado con la implementación tradicional sobre circuitos integrados TTL. A parte, en el proceso hay una importante reducción de costes y la posibilidad de implementar circuitos medianamente complejos, hecho que no es práctico si se usan técnicas manuales tradicionales. En la figura 2 se muestra la descripción de una simple puerta NOT.

Figura 2 Ejemplo de descripción VHDL elemental. Puerta NOT

```

library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.all;

entity inversor is
    port(
        A: in std_logic;
        X: out std_logic);
end inversor;

architecture LOGIC of inversor is

    begin
        X<=not A;
    end LOGIC;
    
```

Desarrollo y planificación de la asignatura

La formación en este curso está dividida en sesiones teóricas en las que se presentan los conceptos básicos, sesiones prácticas en que los estudiantes prueban sus diseños sobre una placa de desarrollo comercial [6] basada en una FPGA (Field-Programmable Gate-Array) y trabajo en casa en el que escriben y simulan las descripciones que luego serán probadas en el laboratorio. Esta parte de la formación es muy importante ya que no se dispone de suficiente tiempo en el laboratorio para la realización completa de las descripciones y el estudiante debe tener suficientemente avanzado el diseño para poder terminar el ejercicio en la sesión de laboratorio.

Las descripciones de los estudiantes son revisadas manualmente por el profesor tanto en el laboratorio, donde se puede dar un feed-back al estudiante, como una vez finalizado el ejercicio para su corrección y evaluación. Este proceso es imprescindible pero también enormemente tedioso. En la revisión de la descripción, el profesor debe tener en cuenta una diversidad de características. Algunas de ellas deben ser realizadas por el profesor como son la valoración global de la descripción, el uso de las técnicas concretas pedidas como es si la descripción debe ser estructural o por comportamiento y la más importante de todas, el feedback hacia el estudiante y la comunicación personal. En cambio, hay otras características que pueden ser valoradas de forma automática como son la correcta sintaxis de la des-

Aplicación del protocolo LTI a la resolución de ejercicios en una plataforma Moodle

cripción y su correcta funcionalidad. Una herramienta capaz de realizar estas valoraciones es una gran ayuda en el proceso de corrección de los ejercicios permitiendo así al profesor focalizar su atención en los primeros aspectos que debe imprescindiblemente realizar él y no pueden dejarse a la máquina.

Herramientas para la corrección automática

El desarrollo de las herramientas automáticas de corrección de ejercicios es un campo de investigación importante dada la gran interés que tienen en las enseñanzas técnicas por la complejidad de algunos ejercicios, y la programación y la descripción de hardware no son una excepción. Numerosos ejemplos existen de estas aplicaciones. Algunos ejemplos son [7] en el que se aplica una herramienta de corrección automática para programas Java en el que los estudiantes reciben una corrección previa a sus trabajos previa a la entrega final al profesor. Y también [8] en el que se ha desarrollado un módulo para Moodle capaz de verificar de forma automática las descripciones cargadas por parte de los estudiantes liberando a los profesores de la supervisión continua de los trabajos de los alumnos.

En el análisis de estas herramientas es necesario tener en cuenta las siguientes características [9]: El abanico de lenguajes de programación y/o descripción de hardware soportados; el lenguaje de programación usado para su desarrollo en vistas al despliegue y mantenimiento de la herramienta, la arquitectura lógica que marcará su modularidad, escalabilidad y flexibilidad; el hardware necesario; si puede trabajar sola o requiere de otros módulos; las tecnologías usadas por la herramienta (estándares, protocolos, librerías, etc.) y las métricas que es capaz de evaluar así como calcula la nota de los trabajos.

Se puede encontrar una buena revisión de las aplicaciones existentes en [9] y en [10].

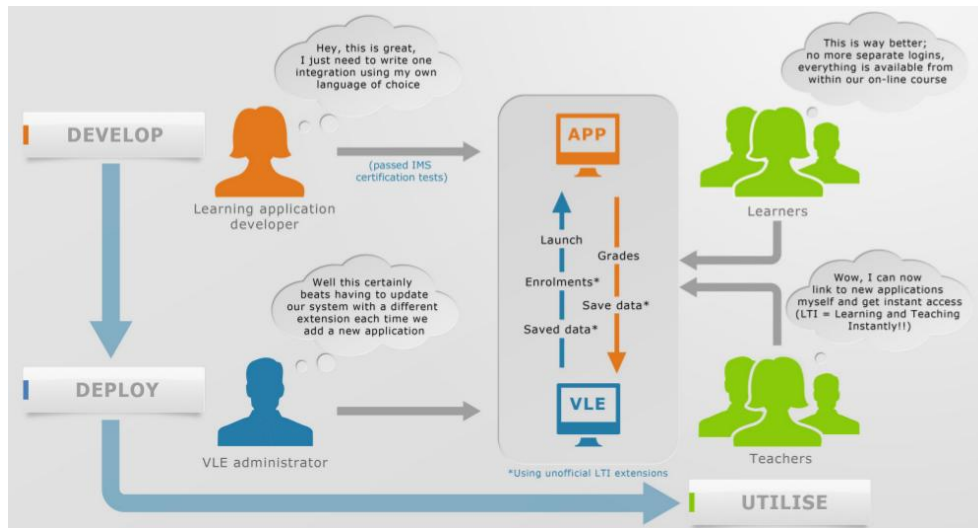
Moodle y el protocolo LTI

Para la aplicación de la corrección automática de los ejercicios en la asignatura tratada en este artículo, en la Universidad Politécnica de Catalunya se dispone de una plataforma docente virtual, Atenea [11], basada en la herramienta Moodle. Esta plataforma permite, entre otras opciones, proponer tests con respuestas cerradas o solucionar ejercicios matemáticos a través de herramientas como WIRIS quizzes [12] pero, evidentemente, no existen módulos específicos para todas las disciplinas como pueden ser compiladores y simuladores informáticos. Ello impide proponer ejercicios a los estudiantes sobre el desarrollo de descripciones de hardware de alto nivel como VHDL. Sin embargo, existe un módulo que permite conectar la plataforma Atenea con un servidor externo usando el protocolo LTI [2]. Ello (figura 3) permite generar una tarea en el servidor Atenea que se conecta con el servidor externo pasándole la información sobre el estudiante y abriendo una ventana en la plataforma virtual con los contenidos generados por la aplicación externa. A partir de este

Jordi Cosp-Vilella, Roc Meseguer-Pallares y Herminio Martínez-García

punto, el estudiante interactúa en el entorno del LCMS pero con los contenidos generados por la aplicación externa.

Figura 3 Esquema de un sistema LCMS+LTI.



Fuente: www.celtic-project.org

Por otro lado, para facilitar el despliegue del protocolo y el desarrollo de aplicaciones que usen LTI existen librerías que encapsulan las tareas más habituales para la comunicación entre dos servidores con el protocolo LTI.

Descripción de la herramienta

Para la corrección automática de los ejercicios consistentes en descripciones VHDL para la asignatura “Electrónica digital y microprocesadores” se ha desarrollado una aplicación en PHP que funciona sobre un servidor administrado por los profesores de la asignatura y que se comunica mediante el protocolo LTI a un servidor Moodle (versión Atenea propia de la Universitat Politècnica de Catalunya) usando las librerías TSUGI [13].

La herramienta permite crear en Moodle una tarea externa mediante la cual se comunica con nuestro servidor y donde el estudiante puede cargar la descripción que se le ha encargado. Luego, una vez cargado el fichero, nuestro servidor procede a la simulación de la descripción mediante el simulador VHDL de libre distribución ghdl [14]. Previamente, el profesor ha cargado en la tarea correspondiente un testbench también en VHDL, para la prueba del diseño pedido. El resultado de la compilación (si no hay errores) y la simulación (si el comportamiento del diseño del estudiante cumple con el comportamiento esperado

Aplicación del protocolo LTI a la resolución de ejercicios en una plataforma Moodle

por el testbench desarrollado por parte del profesor para la tarea en concreto) es guardado en una hoja de cálculo en el servidor gestionado por los profesores. Dado que la implementación de Moodle disponible solamente permite el uso del protocolo LTI v.1.1 y no la versión más reciente, v.2.0, no es posible devolver al servidor Moodle los resultados de los ejercicios, de manera que deben ser gestionados por el servidor externo.

En la figura 4 se muestra la ventana de carga de los ficheros VHDL para ser simulados (nótese que se trata de la versión visible al profesor ya que permite la carga del fichero de estímulos o testbench)

Figura 4 Ventana incrustada en el LCMS para la carga de ficheros a testear. Versión visible para el profesor que incluye el fichero de estímulos (testbench)

LTI test

Dades desades a la base de dades :
 Nota anterior de l'activitat < LTI test> : 1

-- Arxiu de simulació

No s'han trobat fitxers

Upload file (max 2MB)

Upload File:

No se ha seleccionado ningún archivo.

-- Arxiu d'estímulus per a simulació

- [tb_inverter.vhd](#) (Delete)

Només es pot pujar un arxiu d'estimuls

Conclusiones

En este trabajo se ha presentado el desarrollo de una aplicación para la evaluación automática de descripciones hardware de alto nivel, concretamente VHDL, realizadas por alumnos de la asignatura Electrónica Digital y Microprocesadores del grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática de la Escuela Universitaria de Ingeniería Industrial de Barcelona en la Universitat Politècnica de Catalunya.

La aplicación está basada en lenguaje PHP y está corriendo en un servidor que puede conectarse a la plataforma docente virtual de la UPC (Atenea, basada en Moodle) mediante el protocolo LTI. En ella, los estudiantes después de acceder a la asignatura desde la plataforma Moodle, son redirigidos al servidor externo donde sus descripciones VHDL son

Jordi Cosp-Vilella, Roc Meseguer-Pallares y Herminio Martínez-García

compiladas, simuladas y verificado su comportamiento mediante un testbench o banco de pruebas creado por el profesor. Una vez terminado el ejercicio, los resultados de cada uno de los estudiantes son exportados a una hoja de cálculo para poder ser usada en la evaluación de la asignatura.

Actualmente, el trabajo está en fase de desarrollo y para el próximo cuatrimestre de otoño del curso 2015-2016 se va a aplicar en la impartición del curso de Electrónica Digital y Microprocesadores.

Referencias

- [1] Universitat Politècnica de Catalunya, *Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)*, <http://www.upc.edu/aprender/centros-docentes/euetib> (acceso 7 de junio de 2015)
- [2] Severance C., Hanss T., Hardin J. (2010). *IMS Learning Tools Interoperability: Enabling a Mash-up Approach to Teaching and Learning Tools*. Technology, Instruction, Cognition & Learning. 7 (3/4). pp. 245-262
- [3] Servicio de Economía de la Universitat Politècnica de Catalunya, *Pressupost UPC*, <https://www.upc.edu/economia/informes/pressupost-upc> (acceso 7 de junio de 2015)
- [4] Cosp J., Gutiérrez F. Programa asignatura Electrónica Digital y Microprocesadores, <http://www.euetib.upc.edu/els-estudis/estudis-de-grau/grau-en-enginyeria-electronica-industrial-i-automatica/guiadocent-obtenir-pdf?codi=820224&idioma=es&grup=1> (acceso 7 de junio de 2015)
- [5] Institute of Electric and Electronic Engineers. (2009). *IEEE Standard VHDL Language Reference Manual IEEE Std 1076-2008 (Revision of IEEE Std 1076-2002)*. Institute of Electric and Electronic Engineers.
- [6] Digilent Inc. *Basys™2 Spartan-3E FPGA Board*. Digilent Inc. <http://www.digilentinc.com/basys2/> (acceso 7 de junio de 2015)
- [7] Baruque B. Herrero Á. (2015). *Self-Assessment Web Tool for Java Programming*. International Joint Conference, Advances in Intelligent Systems and Computing. Á. Herrero et al. (eds.), 369, pp.583-592.
- [8] Gutiérrez E., Trenas M. A., Ramos J., Corbera F., Romero S. (2010). *A New "Moodle" Module Supporting Automatic Verification of VHDL-Based Assignments*. Computers & Education. Ed. Elsevier. 54 (2). pp. 562-577
- [9] Caiza J. C., del Álamo Ramiro J. M. (2013). Programming assignments automatic grading: review of tools and implementations. Informe interno E.T.S.I. Telecomunicación (UPM). http://oa.upm.es/25765/1/INVE_MEM_2013_160449.pdf (acceso 7 de junio de 2015)
- [10] Ihantol P., Ahoniemi T., Karavirta V., Seppälä O. (2010). *Review of recent systems for automatic assessment of programming assignments*. Proceedings of the 10th Koli Calling International Conference on Computing Education Research - Koli Calling '10. ACM Press. pp. 86-93

Aplicación del protocolo LTI a la resolución de ejercicios en una plataforma Moodle

- [11] Instituto de Ciencias de la Educación. ICE-UPC. *Servicio Atenea. Introducción.* <http://www.upc.edu/atenea/servicio-atenea> (acceso 7 de junio de 2015)
- [12] Instituto de Ciencias de la Educación. ICE-UPC. *Servicio Atenea. WIRIS quizzes.* <http://www.upc.edu/atenea/servicio-atenea/aplicaciones-y-recursos-en-atenea/wiris-quizzes> (acceso 7 de junio de 2015)
- [13] Galanis N., Alier M. Casany M. J., Mayol E., Severance C. (2014). TSUGI. Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality - TEEM '14. ACM Press. pp. 409-413
- [14] Gingold T. (2005) *GHDL Home Page.* <http://home.gna.org/ghdl/> (acceso 7 de junio de 2015)

Hacia un nuevo entorno de aprendizaje en la Electrónica de Potencia: de lo virtual a lo personal

F.D. Trujillo-Aguilera^a, A. Pozo-Ruz^a, P.J. Sotorrío-Ruiz^a, E.B. Blázquez-Parra^b y J. Sánchez-Rodríguez^c

^aDepartamento Tecnología Electrónica, Universidad de Málaga, {fdtrujillo, apoza, pjsotorrio}@uma.es, ^bDepartamento Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos, Universidad de Málaga, ebeatriz@uma.es, ^cDepartamento Didáctica y Organización Escolar, Universidad de Málaga, josesanchez@uma.es

Abstract

Nowadays, the European Higher Education Area means an important change in the teaching/learning process: it is necessary to involve more efficiently to the students as well as to promote their independence and active participation. This new framework includes the increase in the development and use of New Information and Communication Technology in education and the analysis of the academic performance of students. In this paper, it is described the implementation and development of a new learning environment for Power Electronics. To evaluate the benefits and drawbacks of this new environment and the compliance with the objectives, several surveys have been designed, for students. The obtained results demonstrate the benefits of the use of this new learning environment and the increase in the motivation students.

Keywords: *Power Electronics, learning environment, educational innovation, educational technology, teaching/learning process.*

Resumen

La llegada del Espacio Europeo de Educación Superior conlleva importantes cambios en el proceso de enseñanza/aprendizaje: es conveniente involucrar de forma más efectiva a los alumnos así como promover su independencia y participación activa en este proceso. Este nuevo marco engloba el aumento en el desarrollo y utilización de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en el campo de la educación y el análisis del resultado académico de los estudiantes. Se describe, a continuación, la implementación de un nuevo entorno de aprendizaje para Electrónica de Potencia. Para evaluar

Hacia un nuevo entorno de aprendizaje en la Electrónica de Potencia: de lo virtual a lo personal

Las ventajas e inconvenientes de este nuevo entorno y el cumplimiento de los objetivos, se han diseñado diversos cuestionarios para los estudiantes. Los resultados obtenidos demuestran los beneficios en el uso del nuevo entorno de aprendizaje y un importante aumento en la motivación de los alumnos.

Palabras clave: *Electrónica de Potencia, entorno de aprendizaje, innovación educativa, tecnología educativa, proceso de enseñanza/aprendizaje.*

Introducción

La incorporación de las nuevas tecnologías, y en especial de Internet, en los distintos ámbitos de actividad humana ha provocado un cambio en nuestros hábitos y prácticas. La educación no ha sido relegada de esta nueva realidad y, en la actualidad, son diferentes las modalidades y el grado de incorporación de estas herramientas a la educación formal, no formal o informal. Para vivir, aprender y trabajar con éxito en una sociedad cada vez más compleja, rica en información y basada en el conocimiento, los estudiantes y los docentes deben utilizar la tecnología digital con eficacia.

El ámbito de la enseñanza, por lo tanto, precisa de una redefinición en todos los niveles, desde el curricular hasta el metodológico, redefinición que afecta a los roles del alumnado y del profesorado en un nuevo contexto en el que el uso de la tecnología y el acceso universal a la información son las claves.

Internet se ha convertido en la mayor fuente de información, conocimiento y comunicación que jamás hemos tenido y supone, por tanto, un recurso que se puede desaprovechar, tanto en la formación del alumnado como en el aprendizaje de cualquier profesional a lo largo de su vida. Todo esto implica y supone la consecución de nuevos modelos de trabajo y nuevas formas de relacionarse y comunicarse, desbancando de forma progresiva al correo tradicional, fax, teléfono, etc; convirtiéndose, de igual forma, en un medio importante de creación de cultura (con el fenómeno de la Web 2.0) y de expresión personal. Gracias a su utilización continua y eficaz en los procesos educativos, los estudiantes tienen la oportunidad de adquirir importantes capacidades y competencias: implicación activa en el proceso de aprendizaje; atención a las destrezas emocionales e intelectuales a distintos niveles; preparación para asumir responsabilidades en un mundo en rápido y constante cambio; y flexibilidad para entrar en un mundo laboral que demandará formación a lo largo de toda la vida.

Con este nuevo panorama, el sistema educativo no puede quedarse indiferente si se pretende que los centros educativos den una respuesta adecuada a la realidad social en la que están inmersos y, por extensión, los docentes deben prepararse para integrar con garantías suficientes esta tecnología que se va imponiendo. La incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el campo educativo, ha permitido rediseñar los esce-

*F.D. Trujillo-Aguilera, A. Pozo-Ruz, P.J. Sotorriño-Ruiz,
E.B. Blázquez-Parra y J. Sánchez-Rodríguez*

narios donde se producen los procesos de enseñanza/aprendizaje, lo que ha provocado que sea cada vez más corta la barrera entre educación presencial, semipresencial y virtual e igualmente entre educación formal, no formal e informal; donde los roles de docente y estudiante deben cambiar, produciéndose de este modo una verdadera revolución en la manera de concebir las experiencias de aprendizaje si se compara con la forma como se hacía antes.

La Sociedad de la Información y el Conocimiento

La rápida universalización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha dado lugar a que el paso de la sociedad industrial a la llamada sociedad de la información haya sido tan acelerado que no ha dado tiempo a adaptar los procedimientos, prácticas y usos. Este concepto de sociedad de la información hace referencia al uso de las TIC para la creación, distribución y gestión de la información con la certeza de que esto contribuye al desarrollo social, económico y cultural de las comunidades.

Sin embargo, ha emergido un nuevo concepto de forma casi paralela, la sociedad del conocimiento, que aunque se utiliza frecuentemente como equivalente al anterior, se refiere a la apropiación crítica y selectiva de la información por la ciudadanía con el objeto de generar conocimiento.

Efectivamente, la información por sí misma no es capaz de generar conocimiento, una identificación que procede de las teorías de la información y la cibernética durante la década de los años cuarenta del pasado siglo. Por tanto, mientras que la sociedad de la información es una realidad, gracias a la popularización y accesibilidad de las nuevas tecnologías y especialmente de Internet (Web 2.0), la sociedad del conocimiento es más bien una utopía hacia la que debemos orientar nuestros esfuerzos.

Comunidades de Aprendizaje

Las experiencias de aprendizaje en red adquieren su auténtico sentido cuando se generan en el seno de una comunidad. Se puede definir una comunidad como un grupo heterogéneo (en cuanto a experiencias previas y disponibilidad de recursos) de personas en el que cada individuo puede beneficiarse de las aportaciones del resto. Una comunidad de aprendizaje (en línea) sería, por tanto, como un lugar común (en línea) en el cual todos sus miembros puedan obtener y compartir información y conocimiento con el resto.

Existen definiciones más sofisticadas, como aquella que define las Comunidades Virtuales de Aprendizaje como agregaciones sociales que emergen de la red cuando un número suficiente de personas entablan discusiones públicas durante un tiempo lo suficientemente largo, con suficiente sentimiento humano, para formar redes de relaciones personales en el ciberespacio.

Hacia un nuevo entorno de aprendizaje en la Electrónica de Potencia: de lo virtual a lo personal

Desde finales de la pasada década las iniciativas gubernamentales han promovido, en escuelas y otras instituciones educativas, el desarrollo de comunidades de aprendizaje en línea, por ser estos espacios ideales para el intercambio eficaz de experiencias, información y conocimientos.

Las Comunidades Virtuales de Aprendizaje crecen mejor cuando formar parte de ellas tiene algún valor para sus miembros. Paradójicamente, mientras la puesta en común de la información es uno de los grandes valores de las comunidades virtuales, una de las cosas más difíciles en cualquier comunidad es lograr que las personas den información. Una de las razones de este hecho es que las personas, de forma natural, creemos que las cosas que hacemos no tienen importancia, cuando en realidad estas aportaciones son el corazón del valor de la comunidad.

Se plantean, por lo tanto, tres principios básicos para que una comunidad de aprendizaje tenga éxito: a) las comunidades de aprendizaje crecen, no se construyen; b) la narrativa personal es vital para las comunidades de aprendizaje en línea; c) las comunidades de aprendizaje necesitan líderes.

No cabe duda de que las aulas o campus virtuales han proliferado en las instituciones educativas a todos los niveles. A ello ha contribuido la proliferación en el uso de las TIC, dando lugar al famoso *e-learning* (formación a distancia, presencial o mixta) y su concreción tecnológica por excelencia, los LMS (*Learning Management Systems*) o VLE (*Virtual Learning Environments*). Del análisis del diseño de los procesos alojados en los VLE puede observarse que la unidad básica es el curso (un grupo de alumnos, una materia o asignatura, y uno o varios profesores); los roles están bien definidos (esencialmente dos: profesores y estudiantes, cada cual con su conjunto de permisos para hacer ciertas tareas dentro del curso); existen sistemas para la distribución de los materiales de aprendizaje en diversos formatos; etc. Y, sobre todo, suelen ser espacios de relación cerrados en los que nadie ajeno al curso puede entrar.

Sin embargo, el auge de la Web 2.0 y las redes sociales han promovido una manera diferente de pensar sobre el aprendizaje, llegándose al aprendizaje que se produce fuera de las instituciones, observando a otras personas actuar, mediante ensayo y error, experimentando directamente, con la ayuda de amigos y contactos más experimentados, etc. Hay que ser conscientes de que se aprende a diario, en diversos contextos, de numerosas fuentes, de múltiples formas que enriquecen los conocimientos, habilidades, competencias, actitudes y valores. Todo esto conlleva la introducción de nuevas variables de acceso y de manejo de la información que han modificado radicalmente el panorama informacional y relacional de las personas.

*F.D. Trujillo-Aguilera, A. Pozo-Ruz, P.J. Sotorrío-Ruiz,
E.B. Blázquez-Parra y J. Sánchez-Rodríguez*

Y esta nueva serie de interacciones y comunicaciones son la base del aprendizaje permanente de las personas. Es en este contexto donde tiene lugar y sentido los debates actuales sobre los Entornos Personales de Aprendizaje (PLE).

El concepto pedagógico de los Entornos Personales de Aprendizaje

La nueva generación, conocida como Web 2.0, ha hecho de Internet un entorno más dinámico. Esta generación se caracteriza por la creación de páginas cuyos contenidos son producidos y compartidos por los usuarios de aquellas. Frente a la web tradicional, en la que la información era creada por el editor de la misma y consumida por los usuarios como meros receptores, la Web 2.0 sitúa al usuario como partícipe de sus contenidos. Dentro de una comunidad, cualquier persona puede acceder a esa información, modificarla, enviarla o recibirla y, especialmente, compartirla. La base de esta interacción radica en las nuevas herramientas o aplicaciones especialmente diseñadas para simplificar el proceso de publicar o compartir recursos y contenidos, como los repositorios multimedia, los blogs, las wikis o las redes sociales.

El desarrollo de las herramientas de la Web 2.0 no sólo ha revolucionado el modo de usar Internet, sino también el modo de usar Internet para el aprendizaje. Las herramientas de la Web 2.0 permiten tres procesos cognitivos básicos: leer, reflexionar y compartir. Por tanto, puede hablarse de tres clases de herramientas: herramientas de acceso a la información, herramientas de reflexión y herramientas de relación. Y ha sido en este nuevo contexto en el que han aparecido los PLE como enfoque del aprendizaje basado en el uso de estas herramientas.

No es tarea sencilla encontrar una definición ampliamente aceptada de PLE. Ello se debe, en parte, a que hace apenas una década los PLE no existían ni como concepto. Al menos, sí existe cierto consenso al considerar que los PLE se basan en el uso de Internet y sus posibilidades en el aprendizaje. Con ello se manifiestan dos elementos. De un lado, el elemento tecnológico, basado en el *e-learning* y la Web 2.0. De otro, la experiencia didáctica.

Más allá de la consideración del PLE como sistema informático, software, existe cierta corriente, cada vez más extensa, que lo cataloga como un concepto pedagógico, como el aprendizaje sustentado en las TIC. Dentro de esta corriente, hay autores que definen los PLE como el conjunto de herramientas, fuentes de información, conexiones y actividades que cada persona utiliza de forma asidua para aprender. En este sentido, el PLE se refiere al momento del aprendizaje que tiene su base inmediata en las TIC.

Los PLE suponen un nuevo paradigma para el aprendizaje y la enseñanza. Se han identificado siete aspectos diferentes que caracterizan el cambio respecto al modelo tradicional de aprendizaje:

Hacia un nuevo entorno de aprendizaje en la Electrónica de Potencia: de lo virtual a lo personal

- Rol de estudiante: el estudiante deja de ser mero consumidor de información o contenidos para ser a la vez productor de los mismos.
- Personalización: cada persona determina el contenido y alcance de su entorno de aprendizaje.
- Contenido: el objeto de aprendizaje no se limita al material preparado por el profesor, sino que se extiende sobre toda la Web 2.0.
- Implicación social: se incrementa la importancia del elemento social en el proceso de aprendizaje. Los PLE tienen su base en la comunidad, en la interacción y colaboración de varias personas o grupos de personas que comparten, al menos, unos intereses comunes.
- Propiedad: la facilidad con la que los contenidos educativos o de otra clase pueden ser distribuidos en la web, casi de forma ilimitada, plantea nuevos problemas, como la propiedad intelectual de la información.
- Cultura educacional y organizativa: los PLE parten de la base de que cada estudiante diseña su propio entorno para el aprendizaje, adaptado a sus propios intereses y necesidades, consiguiendo dinamismo y flexibilidad en la nueva estructura de la educación.
- Aspectos tecnológicos: los PLE se asientan sobre las TIC, en general, y sobre la Web 2.0 en particular.

Los PLE, entendidos como sistemas, están compuestos de uno o, de forma habitual, de varios subsistemas. Esto es, mientras que un PLE podría estructurarse en torno a una herramienta web única, lo normal es que se encuentre estructurado en torno a un conjunto de aquellas. Este conjunto respondería a los tres procesos cognitivos básicos (leer, reflexionar y compartir), de forma que el estudiante puede servirse de diferentes herramientas para acceder a la información (Internet, wikis, blogs, repositorios, etc.), para reflexionar respecto a la misma (paquetes ofimáticos, editores multimedia, blogs, etc.) y para establecer relaciones con otras personas (básicamente, las redes sociales).

Nuevo Entorno de Aprendizaje en la Electrónica de Potencia: objetivos y características

Los profesores responsables de las diversas asignaturas englobadas dentro del módulo de Electrónica de Potencia han detectado, durante los diversos años de docencia, que los estudiantes tienen dificultades a la hora de entender y comprender el funcionamiento y las características de las topologías circuitalas más típicas de la Electrónica de Potencia, debido

*F.D. Trujillo-Aguilera, A. Pozo-Ruz, P.J. Sotorrío-Ruiz,
E.B. Blázquez-Parra y J. Sánchez-Rodríguez*

principalmente a las diversas posibilidades de funcionamiento, dependiendo de los parámetros de control así como de las posibles cargas.

Sin embargo, gracias a la implementación de este nuevo entorno de aprendizaje se consigue un importante aumento del nivel de aprendizaje a la vez que se fomenta el autoaprendizaje del alumnado y su participación activa en el nuevo proceso de enseñanza/aprendizaje, provocando su propia construcción del conocimiento, haciendo responsable al alumnado de su propio aprendizaje y, en cierto modo, gracias a la red de contactos, del aprendizaje de otros alumnos, a la vez que es posible controlar los contenidos y actividades que los estudiantes llevan a cabo.

El principal objetivo que se persigue es ayudar en el proceso de enseñanza/aprendizaje gracias al uso de las nuevas facilidades que las TIC permiten: vídeos, simulaciones de circuitos, cuestionarios de evaluación, herramientas interactivas, aplicaciones multimedia, red de contactos, etc. De este modo, y gracias a la implementación del entorno virtual, los profesores responsables cuentan con un amplio conjunto de herramientas para captar el interés de los estudiantes. Asimismo, las posibles explicaciones de teoría pueden apoyarse en animaciones y vídeos; y las soluciones de los problemas planteados pueden corroborarse con la simulación de los mismos en diferentes entornos (PSpice, PSIM and EasyJava), resultado de un profundo estudio y análisis de las mejores herramientas de simulación de circuitos electrónicos.

Nuevo Entorno de Aprendizaje en la Electrónica de Potencia: contenidos y estructura

La implementación del nuevo entorno para la Electrónica de Potencia se divide en cuatro secciones:

- Teoría: el funcionamiento de los diversos convertidores de Electrónica de Potencia se explica a través de vídeos y animaciones (Figura 1) y de diversas herramientas interactivas (Figura 2). También se incluye un libro en línea, escrito por los autores (Figura 3).
- Práctica: los estudiantes pueden simular los convertidores de Electrónica de Potencia con cualquier tipo de carga y diversos esquemas de control usando diversas aplicaciones de PSpice, PSIM or EasyJava (Figura 4). Esta sección, incluye igualmente ejercicios de laboratorio con la idea de mejorar las habilidades de los estudiantes en este sentido (Figura 5).
- Evaluación: por una parte, implementación de una colección de cuestionarios para que los estudiantes puedan comprobar el grado de asimilación y entendimiento de los contenidos. Estos cuestionarios incluyen diferentes tipos de

Hacia un nuevo entorno de aprendizaje en la Electrónica de Potencia: de lo virtual a lo personal

cuestiones (múltiples respuestas, preguntas verdadero/falso, rellenar huecos, etc.). Por otra parte, también se han implementado diversos cuestionarios para conocer la percepción de los estudiantes del nuevo entorno de aprendizaje desde diversos puntos de vista (usabilidad, características técnicas, consecución de objetivos, estructura de contenidos, etc.).

- Comunidad: donde cualquier alumno y profesor encuentre un lugar donde exponer y resolver dudas, organizar grupos de trabajo o comunicarse con sus compañeros de clase con el fin de facilitar y fomentar la comunicación entre alumnos y docentes. (Figura 6).

Figura 1 Animación de un convertidor de Electrónica de Potencia

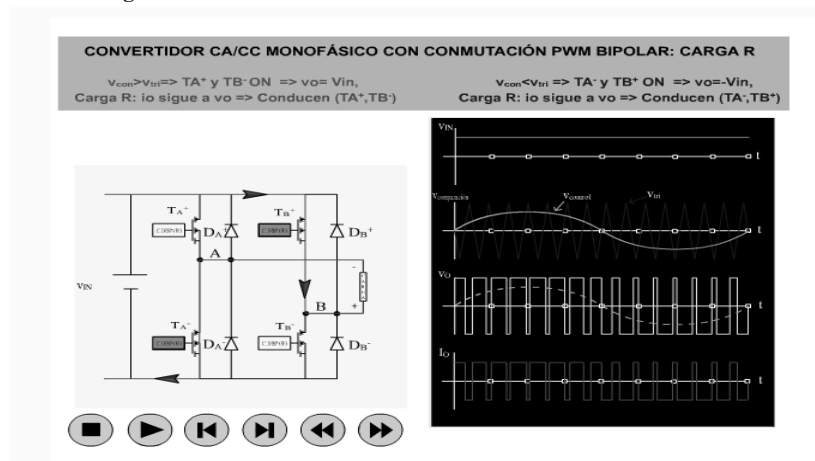


Figura 2 Tutorial interactivo sobre dispositivos semiconductores de potencia



F.D. Trujillo-Aguilera, A. Pozo-Ruz, P.J. Sotorrío-Ruiz,
E.B. Blázquez-Parra y J. Sánchez-Rodríguez

Figura 3 Libro en línea

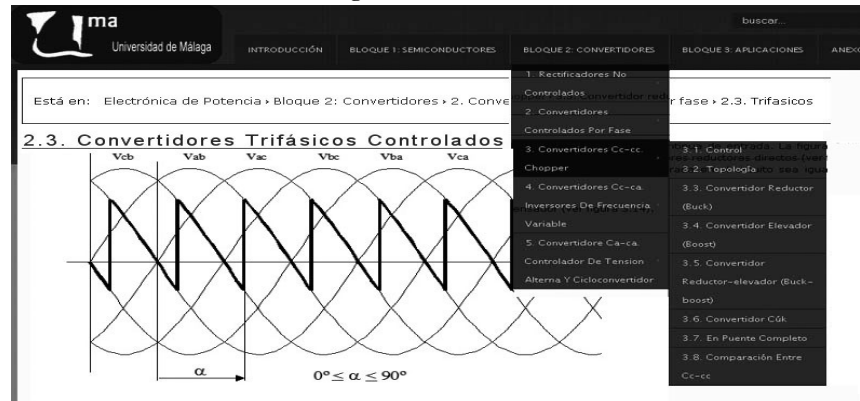


Figura 4 Ejemplo de un circuito típico de Electrónica de Potencia

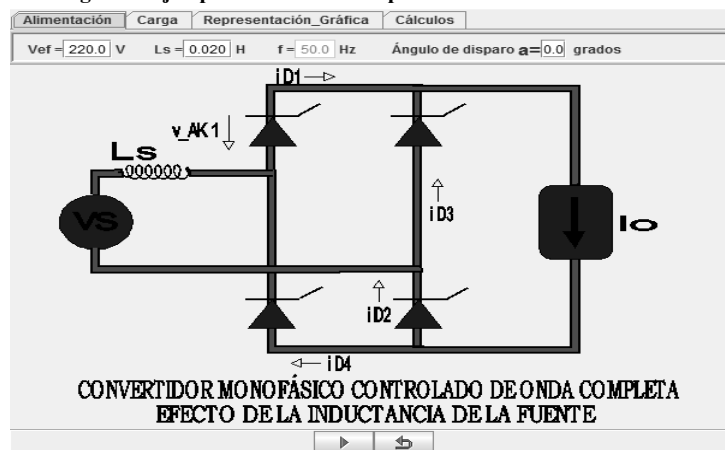


Figura 5 Prácticas de laboratorio



Hacia un nuevo entorno de aprendizaje en la Electrónica de Potencia: de lo virtual a lo personal

Figura 6 Comunidad de contactos



Nuevo Entorno de Aprendizaje en la Electrónica de Potencia: satisfacción del alumnado

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la percepción del nuevo entorno de aprendizaje. La Figura 7 representa el análisis del cuestionario de satisfacción y la Figura 8 el estudio del cuestionario de validación. Es necesario indicar que muestran tanto los valores medios de los aspectos más importantes así como la desviación estándar obtenida en cada uno de los ítems. Dicha desviación estándar es lo suficientemente baja (poca dispersión en las respuestas) como para dar validez a los resultados obtenidos. Los cuestionarios constan de 60 preguntas en total, con escala tipo Likert, siendo el 1 la puntuación más baja (totalmente en desacuerdo) y el 5 la puntuación más alta (totalmente de acuerdo).

Figura 7 Análisis del cuestionario de satisfacción



F.D. Trujillo-Aguilera, A. Pozo-Ruz, P.J. Sotorrío-Ruiz,
E.B. Blázquez-Parra y J. Sánchez-Rodríguez

Figura 8 Análisis del cuestionario de validación



Puede apreciarse, a tenor de lo mostrado en las figuras anteriores, que los alumnos constatan la adecuación y validez del nuevo entorno de aprendizaje para el estudio de la Electrónica de Potencia y la consecución de los objetivos pedagógicos planteados así como la adquisición de nuevas competencias y habilidades, como el aprendizaje autónomo y el trabajo en equipo.

Conclusiones y consideraciones futuras

El nuevo entorno de aprendizaje desarrollado para la Electrónica de Potencia significa una importante y substancial innovación en el tradicional proceso de enseñanza/aprendizaje, de acuerdo a los paradigmas del Espacio Europeo de Educación Superior, fomentando la independencia del estudiante y su activa participación.

Además, hay que ser conscientes de la importancia de evaluar la calidad de este nuevo entorno de aprendizaje para garantizar el uso correcto del mismo así como la consecución de los objetivos planteados inicialmente. Los cuestionarios estudiados y analizados demuestran la validez del nuevo entorno, dentro y fuera del aula, mejorando la sensación de bienestar del alumnado.

Entre las posibles ampliaciones futuras de este trabajo, hay que señalar la implementación de nuevas aplicaciones, para aumentar el número de herramientas incluidas en el nuevo entorno de aprendizaje, así como su extensión a otras universidades donde se impartan materias relacionadas con la Electrónica de Potencia. Del mismo modo, también se plantea la inclusión del entorno dentro de las redes sociales, como puede ser Facebook o Twitter.

Con idea de complementar todo el análisis descrito, desde una vertiente más subjetiva, se considera de importancia relevante un análisis objetivo que constate las posibles ventajas o desventajas del nuevo entorno propuesto. Para ello, se propone la realización de un estudio pormenorizado de los resultados académicos de los estudiantes, comparándolos con los re-

Hacia un nuevo entorno de aprendizaje en la Electrónica de Potencia: de lo virtual a lo personal

sultados académicos de cursos en los que aún no se había implementado este nuevo entorno. Se puede suponer que la mejora en el rendimiento académico debería ser sustancialmente considerable, dando con ello una justificación solvente a la nueva praxis educativa planteada y otorgando credibilidad a la investigación.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado la Universidad de Málaga a través del Proyecto de Innovación Educativa (PIE13-094): “Evaluación de la calidad docente y análisis del grado de satisfacción percibido por estudiantes de grado en el marco de los nuevos procesos de enseñanza/aprendizaje en el ámbito de la Electrónica de Potencia”.

Referencias

- Adell J., Catañeda L. (2010). *Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje*. Roig Vila R. y Fiorucci M. (Eds.), Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas. Marfi Ed. Alcoy.
- Attwell G. (2007). *Personal Learning Environments: the future of eLearning?*. eLearning Papers, vol. 2, n. 1, pp. 1-7.
- Biel I., García J., González D. (2011). *Entornos Personales de Aprendizaje (PLE): una red de posibilidades*. II Jornadas sobre Docencia del Derecho y Tecnologías de la Información y la Comunicación. Barcelona (España).
- Cabero J. (1999). *Tecnología educativa*. Síntesis Ed. Madrid.
- Castañeda L., Adell J. (2013). *Entornos Personales de Aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red*. Marfil Ed. Alcoy.
- Castañeda L., Gutiérrez I. (2010). *Redes sociales y otros tejidos online para conectar personas*. Castañeda L. (Coord.), Aprendizaje con Redes Sociales. Tejidos educativos en los nuevos entornos. MAD Eduforma. Sevilla.
- García Peñalvo F. J. (2008). *Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies*. IGI Global. Londres.
- Góngora Rojas A., Pérez Vicente M. D., López Mijano F., Alfonso Accino J. (2007). *Enseñanza virtual para la innovación universitaria*. Narcea S. A. de Ediciones. Madrid.
- Humanante P. R., García-Peñalvo F. J., Conde M. A. (2013). *Entornos Personales de Aprendizaje y Aulas Virtuales: una Experiencia con Estudiantes Universitarios*. Versión Abierta Español-Portugués de la Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, vol. 1, n. 4.
- Jobring O., Svensson I. (2010). *Supportive systems for continuous and online professional development*. eLearning Papers, vol. 22, n. 1.

*F.D. Trujillo-Aguilera, A. Pozo-Ruz, P.J. Sotorrío-Ruiz,
E.B. Blázquez-Parra y J. Sánchez-Rodríguez*

Pozo Ruz A., Trujillo Aguilera F. D. (2011). *A Web-Based Tool for a Power Electronics Course*. II Conferencia Internacional en Fomento e Innovación con Nuevas Tecnologías en la Docencia de la Ingeniería (FINTDI). Teruel (España).

Rheingold H. (1993). *The virtual community*. Addison-Wesley. Reading (Estados Unidos).

Romero Forteza F., Carrió Pastor M. L. (2014). *Virtual language learning environments: the standardization of evaluation*. Multidisciplinary Journal for Education, in Social and Technological Sciences, vol. 1, n. 1, pp. 135-152.

Schaffert S., Hilzensauer W. (2008). *On the way towards Personal Learning Environments: Seven crucial aspects*. eLearning Papers, vol. 9, n. 1.

Tornatzky L., Fleischer M. (1990). *The Processes of Technological Innovation*. Lexington Books. Nueva York.

Trujillo F. D., Martín M. O., Akka O., Akka H. (2009). *Evaluación, investigación y comparativa de herramientas de simulación y de apoyo a la docencia en Electrónica de Potencia*. I Congreso de Docencia Universitaria (CIDU). Santiago de Compostela (España).

Trujillo Aguilera F. D., Pozo Ruz A., Sotorrío Ruiz P. J., Sánchez Pacheco F. J., Sánchez Rodríguez J. (2014). *El cuestionario como medio de evaluación en la implementación de nuevos procesos de enseñanza/aprendizaje en Electrónica de Potencia*. XI Congreso en Tecnologías, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica (TAEE). Bilbao (España).

UNESCO (2008). *Estándares de competencia en TIC para docentes*. Londres.

La Docencia de la Estadística en las Titulaciones de Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València.

Suitberto Cabrera G.^a, Asela Cabrera U.^b, Suitberto Cabrera U.^c, Andrés Carrión G.^d

^aUniversitat Politècnica de València, Escuela Superior de Diseño, suicabga@eio.upv.es, ^bUniversitat Politècnica de València, Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, ascabul@eio.upv.es, ^cIES Poeta Sánchez Bautista, Llano de Brujas, Murcia, suitberto.cabrera@murciaeduca.es, ^dUniversitat Politècnica de València, Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, acarrión@eio.upv.es.

Abstract

This project presents an analysis of the teaching of statistics, as taught in the Degrees in Mechanical Engineering at the School of Design Engineering of the UPV (Polytechnic University of Valencia), from the 2008/2009 academic year to the present. The grades obtained are presented, the teaching project is analysed, and comments are made on some aspects of the application of new technologies in teaching and information technology. A comparison is made between the grades obtained in the last three years of the Statistical Methods for Engineering course, as taught in the Degree in Technical Engineering (Mechanical), and the first three years of the Statistics course, included in the current Mechanical Engineering Degree, and the conclusion is that the improvement in grades obtained by the students is associated, with a high probability, to the increase in time dedicated to individual study.

Keywords: *statistics, teaching Project, new technologies, grades obtained, individual study.*

Resumen

En el presente trabajo se realiza un análisis de la docencia de la estadística en las Titulaciones de Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València desde el curso académico 2008 2009 hasta la fecha. Se exponen algunos resultados de la docencia, se analiza el proyecto docente y se comentan algunos aspectos relacionados con la aplicación de las nuevas tecnologías de la docencia y la información.

La Docencia de la Estadística en las Titulaciones de Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València.

Se comparan los resultados obtenidos en los últimos tres cursos de la asignatura Métodos Estadísticos de la Ingeniería de la Titulación Ingeniería Técnica Industrial Especialidad Mecánica y los primeros tres años de la asignatura Estadística impartida en el Grado de Ingeniería Mecánica y se concluye que la mejora del rendimiento docente de los alumnos está vinculado, con una alta probabilidad, al aumento del tiempo de trabajo individual.

Palabras clave: *Estadística, proyecto docente, nuevas tecnologías, resultados docentes, trabajo individual*

Introducción

En los planes de las antiguas Ingenierías Técnicas impartidas en la Escuela Técnica Superior de Diseño (ETSID) de la Universitat Politècnica de València se impartían las asignaturas básicas de estadística bajo el nombre de Métodos Estadísticos de la Ingeniería y ya el nombre era una declaración de intenciones: una asignatura eminentemente práctica que contribuyera a adquirir las competencias necesarias en la solución de los problemas de ingeniería al futuro graduado. Con la adaptación al EEES, el nombre de las asignaturas fue cambiado al nombre más genérico de Estadística, pero el espíritu se mantiene.

Desde el curso académico 2005 2006 y hasta la fecha el colectivo de profesores de las asignaturas de estadística, y dentro de las actividades de mejora continua de la docencia, viene trabajando en la aplicación de metodologías activas y recursos docentes enmarcados en el desarrollo y aplicación de las Tics, lo cual ha sido posible por el sostenido apoyo y visión estratégica institucional. El plan estratégico de la Universidad Politécnica de Valencia desarrollado bajo el lema “La UPV es una universidad innovadora al servicio de la sociedad y de su progreso, excelente en la formación de profesionales y en la investigación”, incluye una profunda apuesta por la aplicación de las nuevas tecnologías y las metodologías activas en la docencia.

En una serie de trabajos de investigación docente se explican los principales aspectos de los Proyectos Docentes de la asignatura estadística impartida en las diferentes titulaciones en la ETSID a partir del curso académico 2008 2009 y hasta la actualidad. En el artículo (Cabrera et al., 2007) se fundamenta la aplicación de metodologías activas en la asignatura, en (Cabrera et al., 2007) se explica el uso del sistema Polimedia, en las ponencias (Cabrera, 2008; Cabrera, 2010) se exponen las consideraciones fundamentales sobre la enseñanza de la Estadística en los nuevos planes de estudios de la Titulación de Graduados en Ingeniería Mecánica en la Escuela Superior de Ingeniería del Diseño de la UPV, en el trabajo (Cabrera et al., 2009) se expone el uso de las Tics en la enseñanza de la estadística en la Escuela, en el artículo (Cabrera et al., 2011) se exponen algunos resultados de la docencia de la estadística en la adaptación al EES para el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo

Suitberto Cabrera G., Asela Cabrera U., Suitberto Cabrera U.

de Productos, en el trabajo (Cabrera et al., 2013) se explican los principios y métodos aplicados en la evaluación de la asignatura.

En el presente artículo se exponen algunos resultados de la aplicación de todas las mejoras docentes realizadas durante estos años, desde el curso 2008 2009 hasta la fecha, en la docencia de la estadística, se analiza la evolución de algunos indicadores y se comparan los resultados obtenidos en los últimos tres cursos de la asignatura Métodos Estadísticos de la Ingeniería de la Titulación Ingeniería Técnica Mecánica y los primeros tres años de la asignatura Estadística impartida en el Grado de Ingeniería Mecánica.

A continuación se expone un resumen de las principales líneas de mejora del proyecto docente y al final se valoran los resultados obtenidos.

Adecuación a los Planes de Estudios.

A partir de la experiencia en la impartición de la estadística en la ETSID y los planes de estudios de las antiguas titulaciones fue confeccionada la Guía de Estudio de las asignaturas. En ella fueron incluidos los contenidos más adecuados al perfil del Grado, definiéndose los objetivos docentes, los resultados de aprendizaje a alcanzar y estableciendo los recursos, materiales y bibliografía. Se realizó la distribución del tiempo de trabajo de los alumnos por Unidades Didácticas. Esta distribución del tiempo además se ha basado en estudios estadísticos realizados en grupos de alumnos.

En los nuevos planes se acentúa el criterio de hacer la asignatura “más práctica” expresado en dos direcciones fundamentalmente: un aumento de la proporción de horas dedicadas a actividades prácticas y el uso de metodologías activas y para ayudar en la consecución de estos objetivos el desarrollo de diferentes materiales docentes en diferentes formatos y de acceso a través de la web.

Se persigue que la asignatura contribuya a que los alumnos adquieran las siguientes competencias específicas:

- Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial
- Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.
- Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones

La Docencia de la Estadística en las Titulaciones de Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València.

Y las competencias transversales de análisis y resolución de problemas y pensamiento crítico.

Uso de metodologías activas.

El enfoque de la asignatura es eminentemente práctico con un uso destacado de programas estadísticos. Fundamentalmente se ha utilizado el aprendizaje basado en problemas y el trabajo cooperativo. Ha sido importante el aumento de horas de trabajo práctico junto a un aumento de grupos de prácticas con una disminución del número de alumnos por grupos.

Procesos de evaluación.

Consiste en un sistema para la evaluación continua, el cual exige una preparación individual mas continuada a lo largo del curso. Se realizan dos evaluaciones parciales, una de ellas a mitad del curso aproximadamente y la otra al final, consistente cada una de ellas en dos exámenes, uno que es el clásico examen de resolución de problemas auxiliándose con una calculadora y que tiene un peso total del 50% de la nota final (25 % cada uno de ellos), de forma escrita y un examen resolviendo problemas con el uso del Statgraphics con un peso del 30 % de la nota final (15 % cada uno) que se responde directamente en el Poliformat escribiendo las respuestas objetivas. Además se realizan un total de 14 prácticas, cada una de las cuales se evalúa mediante un examen objetivo mediante el Poliformat y la entrega de un informe escrito, siguiendo un guión elaborado para cada actividad práctica. Se proponen un conjunto de problemas para cada uno de los temas de la asignatura y se recomienda que sean entregados subiéndolos al espacio que cada alumno dispone en el Poliformat. El trabajo individual del alumno se evalúa con un 20 % de la nota final y la colección de problemas que entrega se valoran, si fuera necesario, para la asignación de las matriculas.

Para la evaluación objetiva mediante el Poliformat se han elaborado baterías de preguntas sobre los diferentes temas. Los exámenes confeccionados a partir de estas baterías contienen preguntas seleccionadas aleatorias lo que garantiza que cada alumno realice un examen diferente.

Las Tics.

Bajo este nombre han sido desarrolladas una serie de tareas dirigidas a potenciar el uso integral de la Plataforma de Aprendizaje Poliformat y la formación online por otro.

El Poliformat se utiliza para la presentación de las guías de estudio, de los materiales de estudio a partir de repositorios de objetos de aprendizaje, para la evaluación objetiva, para la interacción con los estudiantes a través de los espacios compartidos, chat, correo electrónico, etc.

Suitberto Cabrera G., Asela Cabrera U., Suitberto Cabrera U.

Los objetos de aprendizaje creados, en diferentes formatos, han sido concebidos para el apoyo integral al estudiante en el proceso de aprendizaje, pero con la connotación de incrementar el tiempo de trabajo individual y “desplazar” la preparación teórica del aula a realizarlo, de forma individual o en equipos, como estudio independiente.

Módulos y objetos de aprendizaje.

A lo largo del periodo que se analiza en el presente trabajo, se ha ido confeccionando un conjunto de objetos de aprendizaje en diferentes formatos, muchos de ellos se han depositado en los repositorios institucionales que con este fin tiene la UPV: Polimedia y Riunet. La ventaja del uso modular de estos objetos es que cualquier unidad docente puede confeccionarse con más facilidad. Esta propiedad de los objetos de aprendizaje ha hecho posible que algunos de ellos, de acuerdo a las necesidades de los planes de estudios, hayan sido utilizados en diferentes asignaturas además de incluirse en una asignatura OCW (<http://www.upv.es/contenidos/OCW/>).

En formato multimedia han sido producidos 122 objetos (polimedias) que se encuentran publicados en el portal de la UPV (<https://media.upv.es/#/catalog>), 65 objetos se encuentran publicados en el canal de Youtube de la UPV (<https://www.youtube.com/user/valenciaupv>) habiendo recibido 238 mil visitas hasta la actualidad, mientras que en el repositorio Riunet se encuentran 70 de estos objetos.

En la web de la asignatura, en contenidos, se sitúan unas 10 polimedias “principales”, es decir directamente en cada Tema, además se incluye un anexo con un total de unas 60 multimedias. De acuerdo a las indicaciones del profesor y según el calendario de la asignatura los estudiantes van usando los diferentes materiales.

Tabla 1. Visitas totales y semanales de los alumnos a la web de la asignatura.

	visitas/alumno curso	visitas/alumno a la semana
recursos	169,6	12,1
contenidos	80,7	5,8
exámenes	48,5	3,5
tareas	16,7	1,2
correo interno	6,3	0,5
total	321,8	23,0

Fuente: Elaboración de los autores.

En la Tabla 1 se observa que los alumnos como promedio acceden, semanalmente, en 23 ocasiones a la página de la asignatura, de ellas a contenidos 6 veces, lo cual nos da una idea del uso del material multimedia.

La Docencia de la Estadística en las Titulaciones de Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València.

En la Figura 1 se muestran las visitas realizadas por los estudiantes al sitio en el presente curso académico.

Figura 1. Uso de la web de la asignatura por los alumnos.



Encuestas

Durante los últimos seis cursos académicos se ha realizado a los alumnos dos tipos de encuestas, una relacionada con el tiempo dedicado por Tema al trabajo independiente y otra con relación a la “satisfacción” con el uso del material docente suministrado.

En la Tabla 2 y en la Figura 2 se muestran los resultados estadísticos de la comparación de medias del tiempo de trabajo independiente declarado por los estudiantes por cursos académicos.

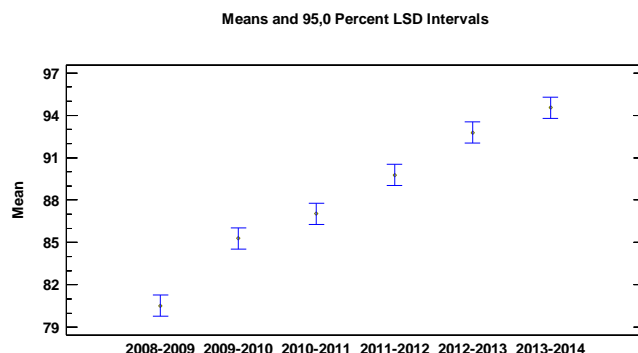
Tabla 2. Table of Means with 95,0 percent LSD intervals

	Count	Mean	Standard deviation	Lower limit	Upper limit
2008-2009	120	80,5236	5,75723	79,774	81,2733
2009-2010	119	85,2884	4,32367	84,5388	86,038
2010-2011	137	87,0417	5,85896	86,2921	87,7913
2011-2012	93	89,7682	5,67213	89,0186	90,5178
2012-2013	136	92,7727	6,90553	92,0231	93,5223
2013-2014	112	94,5348	2,96491	93,7852	95,2844
Total	717	88,3216			

Fuente: Elaboración de los autores.

Suitberto Cabrera G., Asela Cabrera U., Suitberto Cabrera U.

Figura 2. Diferencias de medias del tiempo de trabajo independiente del alumno.



Como se observa, existe una diferencia significativa entre las medias de los tiempos de trabajo independiente del alumno, que van desde las 80 horas en el curso 2008 2009 hasta las 94,5 horas en el curso 2013 2014.

En la Tabla 3 y en la Figura 3 se comparan los resultados de los tiempos recomendados por el profesor y los tiempos reales declarados por los alumnos. Se observa un incremento medio de 4,5 horas, pero este incremento no se expresa de igual forma para los diferentes temas, para los 4 primeros temas se produce un incremento, en el tema 5 se iguala y en los 3 temas últimos se produce una disminución. La causa de este efecto no está clara, ni los autores lo han estudiado aun, se quisiera creer que los estudiantes, en los primeros temas “aprenden a aprender” y que los conocimientos adquiridos los hacen más eficientes ante temas incluso más complejos, pero bien podría ser el efecto de la evaluación continua, que les hace acumular unas notas, de las cuales infieren, después de pasado el ecuador de la asignatura, que aprobar es más probable ya con menos esfuerzos.

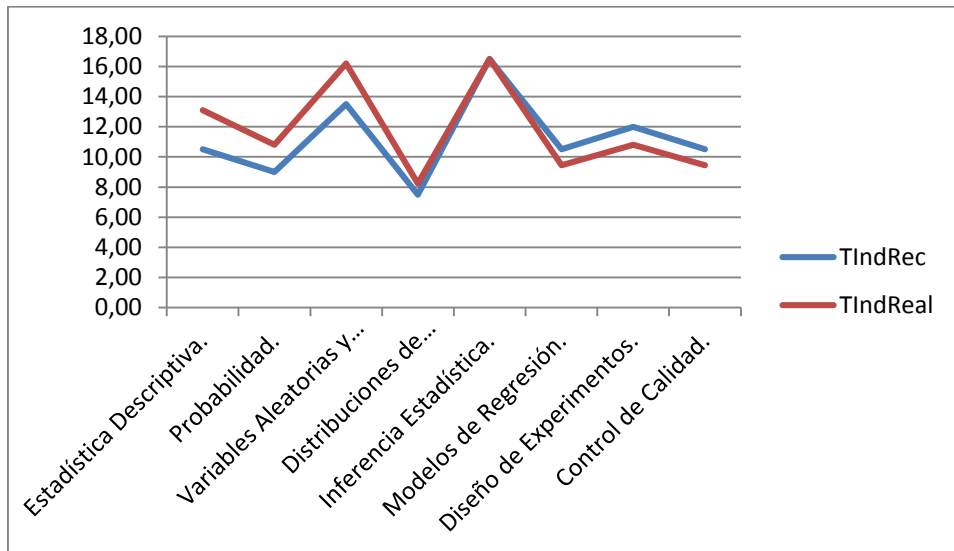
Tabla 3. Comparación del tiempo recomendado con el “real” para el curso 2013 2014.

	Teoría	Práctica	Total	TIndRec	TIndReal
Estadística Descriptiva.	3	4	7	10,50	13,10
Probabilidad.	3	3	6	9,00	10,80
VA y Distribuciones.	5	4	9	13,50	16,20
Distrib. de Probabilidad Conjunta.	2	3	5	7,50	8,23
Inferencia Estadística.	6	5	11	16,50	16,50
Modelos de Regresión.	4	3	7	10,50	9,45
Diseño de Experimentos.	4	4	8	12,00	10,80
Control de Calidad.	3	4	7	10,50	9,45
Total	30	30	60	90,00	94,53

Fuente: Elaboración de los autores.

La Docencia de la Estadística en las Titulaciones de Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València.

Figura 3. Comparación del tiempo recomendado con el “real” para el curso 2013 2014.



La satisfacción de los alumnos se ha estudiado mediante una encuesta en las que se le pedía contestar a las siguientes preguntas

- Prefiero este sistema que las clases convencionales.
- Los Polimedias han ayudado a comprender el tema teórico
- Los Polimedias han ayudado a hacer bien los ejercicios.
- Disfrutaron más que con las clases convencionales
- Recomendaría SOLO este método en futuros cursos.
- Recomendaría este método en COMBINACION con las clases tradicionales.
- La calidad de los videos es buena.
- La información se nos ha dado a un nivel apropiado para mi comprensión.
- En conjunto mi valoración de este método es BUENA

En una escala de:

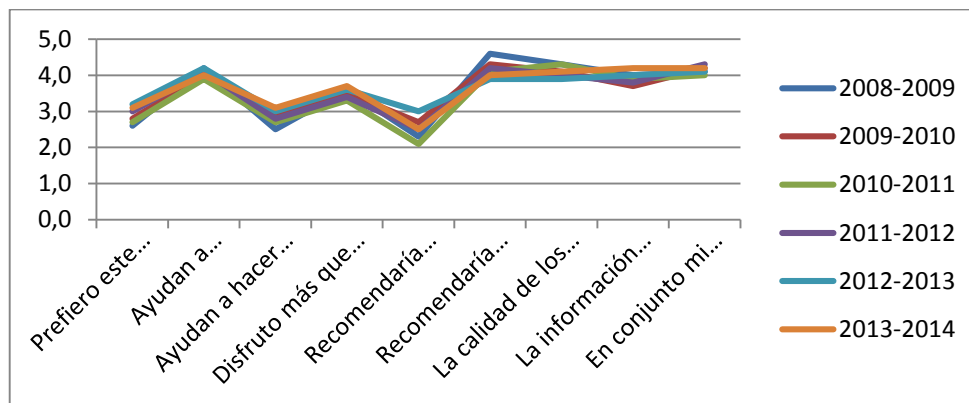
1. Nunca o casi nunca es verdad en mi caso.
2. Es cierto a veces.
3. Esta afirmación es cierta en la mitad de las ocasiones.
4. Con frecuencia es cierto en mi caso.
5. Siempre o casi siempre es verdad.

Los resultados de las encuestas se muestran en la Figura 4. Como se observa el nivel de satisfacción es razonable, presentando mayor dificultad para la solución de problemas que para la comprensión del material teórico y no recomendando el uso “total” (completamente

Suitberto Cabrera G., Asela Cabrera U., Suitberto Cabrera U.

on line), apostando por recomendar el uso “combinado” con el sistema tradicional de enseñanza.

Figura 4. Resultados de las encuestas de satisfacción de los alumnos.



Resultados docentes.

Un análisis de regresión nos permite, según se observa en la Tabla 4, establecer que no existe correlación entre los resultados de las notas medias de corte y los resultados medios de las notas de las asignaturas en los cursos que se analizan, lo cual conlleva a la conclusión de que la variación que se pueda apreciar en los resultados docentes, es muy probable, que se deba a las mejoras del proceso de aprendizaje enseñanza.

Tabla 4. Análisis de Varianza. Regresión Simple - Resultado vs. Nota de corte.

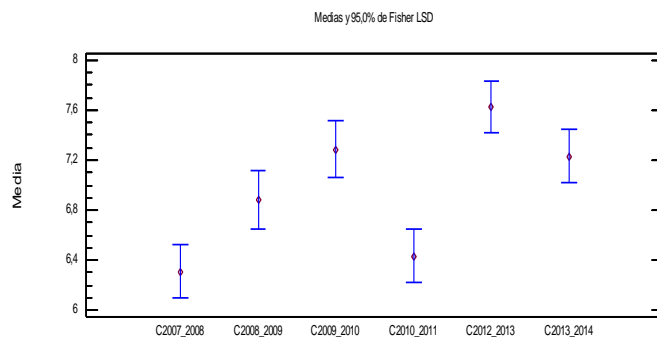
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,216724	1	0,216724	0,77	0,4297
Residuo	1,12562	4	0,281405		
Total (Corr.)	1,34234	5			

Fuente: Elaboración de los autores.

En la Figura 5 se muestran en un gráfico LSD de medias, los valores correspondientes a los intervalos de medias de las notas finales de los cursos académicos analizados. Como se observa en los 6 cursos analizados hay una tendencia creciente de los valores medios. En los últimos 3 cursos de la Titulación de Ingeniería Técnica Mecánica el crecimiento era más evidente si bien es cierto que solo la diferencia del último curso es significativa con relación al primer curso analizado.

La Docencia de la Estadística en las Titulaciones de Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València.

Figura 5. Comparación de las medias de las notas finales de la asignatura.



Al iniciarse el Grado de Ingeniería Mecánica hubo un descenso con relación a las notas del curso precedente. A partir de este momento vuelve a producirse un incremento en los valores medios de las notas finales de la asignatura. Siendo significativa la diferencia de las notas medias de los dos últimos cursos (no hay diferencias significativas entre ellas) con relación al primer curso analizado. A la fecha que se escribe este trabajo no se ha realizado el examen de recuperación de la signatura del curso actual (2014 2015), sin embargo la nota media es de 7,29 ligeramente superior a la del curso anterior y reafirma la tendencia creciente de las notas.

Conclusiones

Todo el trabajo de perfeccionamiento de la docencia de la asignatura en estos años ha logrado hacer más activa la participación de los alumnos en el proceso de aprendizaje, quedando demostrado que se ha producido un aumento del tiempo de estudio independiente y ello ha dado lugar a un incremento de los resultados docentes.

Referencias

- Cabrera García S. (2008). *Algunas consideraciones sobre la enseñanza de la Estadística en los nuevos planes de estudios de la Titulación de Graduados en Ingeniería Mecánica en la Escuela Superior de Ingeniería del Diseño de la UPV*. XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Universidad de Cádiz
- Cabrera García S. (2010). *La Enseñanza de la Estadística en la Ingeniería Mecánica*. Conferencia Internacional de Ingeniería Mecánica y Energía (CIIME 2010). Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.

Suitberto Cabrera G., Asela Cabrera U., Suitberto Cabrera U.

- Cabrera García S., Debón Aucejo A., Clemente Císcar M., Martínez Alzamora N., Cabrera Ulloa A. (2013). *Evaluación de la estadística en un entorno virtual*. XXI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ETSID. UPV.
- Cabrera García S., Debón Aucejo A., Martínez Alzamora N. (2011). *La Enseñanza de Métodos Estadísticos en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Diseño*. IV JORNADA DE INNOVACIÓN DOCENTE (JIDINF'11). UPV.
- Cabrera García S., Franco Rodríguez M. (2009). *El uso de las tic en la enseñanza presencial y semi-presencial de la estadística*. 2009. XIII Convención y Feria Internacional Informática 2009 : IX Simposio Internacional de Automatización. La Habana.
- Cabrera García S., Franco Rodríguez M., Cabrera Ulloa A. (2007). *Aplicación de metodologías activas en la asignatura "Métodos estadísticos de la ingeniería"*.
- Cabrera García S., Franco Rodríguez M., Cabrera Ulloa A. (2007). *Aplicación del sistema Polimedia en el proyecto docente de la asignatura "Métodos estadísticos de la ingeniería"*.
- Cabrera García S., Martínez Alzamora N., Torrent Martí D. (2011). *La Docencia de Estadística y su Adaptación al EEES en la Titulación de Grado en Ingeniería en Diseño industrial y Desarrollo de Productos de la Universidad Politécnica de Valencia*. XIX Congreso Universitario de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas. Universidad de Barcelona.
- Cabrera García S., Sánchez-Dehesa Moreno-Cid J., Torrent Martí D. (2009). *Uso del matlab en la docencia de la estadística en la escuela técnica superior de ingeniería del diseño de la UPV*. XVII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. ETSID. UPV.

TEMÁTICA 9

UNIVERSIDAD Y EMPRESA

- Alumni
- Cátedras y aulas de empresa
- Empleabilidad de egresados
- Formación continua
- Formación Dual. Diseño y evaluación de programas
- Innovación en prácticas profesionales



Alumni de la Universitat Politècnica de València (UPV). Servicio Universitario creado para mantener el vínculo de la universidad con sus titulados

Rosa Puchades Pla^a, Belén Arrogante Huertas^b, Silvia Ballester Collado^c

^aVicerrectora de Responsabilidad Social y Cooperación y Vicepresidenta de Alumni UPV (vrsc@upv.es), ^bCoordinadora de Alumni UPV (bearhue@upv.es), ^cTécnica Alumni UPV (silbalco@upv.es)^c.

Abstract

Alumni UPV is a University service created to maintain the connection between graduates and their University via a membership which allows them to access the various services which the University offers. Alumni UPV also maintain the UPV Alumni Network.

Keywords: Alumni UPV, graduate, University Polytechnic of Valencia..

Resumen

Alumni UPV es un servicio universitario que surge con el objetivo de promover y mantener los vínculos dinámicos y permanentes con los titulados que quieren seguir participando en las actividades de la Universitat y contribuir activamente a su proyección. Es, además, una plataforma para mantener la relación de los titulados con sus Escuelas o Facultades, y con sus compañeros de estudios.

Palabras clave: Alumni UPV, titulado, Universitat Politècnica de València.

Introducción

Alumni UPV es un servicio universitario que surge con el objetivo de promover y mantener los vínculos dinámicos y permanentes con los titulados que quieren seguir participando en las actividades de la Universitat y contribuir activamente a su proyección. Es, además, una plataforma para mantener la relación de los titulados con sus Escuelas o Facultades, y con sus compañeros de estudios.

Alumni UPV. Servicio Universitario creado para mantener el vínculo de la universidad con sus titulados

Antecedentes

Durante el año 2010, el Rectorado encargó a la Dirección Delegada de Empleo, posteriormente constituida Vicerrectorado de Empleo y Acción Social, la puesta en marcha de un servicio universitario para los titulados de la Universitat Politècnica de València.

En diciembre de 2010 el Consejo de Gobierno acordó poner en funcionamiento la Oficina del Titulado para favorecer el vínculo de los titulados con la Universitat, considerando que la nueva etapa que se inicia con la implantación de las titulaciones del Plan Bolonia y los procesos periódicos de evaluación para mantener la acreditación de los Grados, Másteres y Doctorados adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior, exigen la colaboración activa de los egresados de la universidad aportando su opinión sobre la formación recibida.

Como resultado de los trabajos realizados para el cumplimiento de aquel encargo, el 23 de junio del 2011, el Consejo de Gobierno de la Universitat Politècnica de València aprueba el reglamento para la creación y regulación del funcionamiento de Alumni UPV (BOUPV 06/2011 Núm. 50).

El 29 de mayo de 2012 el Consejo de Gobierno de la UPV aprueba la propuesta de modificación parcial del Reglamento para la creación y regulación del funcionamiento de Alumni UPV (BOUPV 05/2012 Núm. 60).

El 8 de mayo de 2013 tienen lugar las elecciones a Rector en la UPV y el 6 de junio de 2013, se celebra el acto de toma de posesión e investidura académica de Francisco Mora Más como rector de la Universitat Politècnica de València, el cual nombra a un nuevo equipo rectoral. Es a partir de entonces cuando Alumni UPV pasa a formar parte del Vicerrectorado de Responsabilidad Social y Cooperación.

El 15 de abril de 2014 el Consejo de Gobierno de la UPV aprueba la propuesta de modificación parcial del Reglamento para la creación y regulación del funcionamiento de Alumni UPV (BOUPV 02/2014 Núm. 78).

En septiembre de 2014 comienza la puesta en marcha del Club de Lectura y en octubre de 2014 se lleva a cabo la primera actividad del Club Gastronómico.

En 2015 se crea el Boletín Alumni UPV con una periodicidad mensual, comenzando el envío del primer Boletín en marzo a cerca de 30.000 titulados.

El 9 de mayo de 2015 se celebra el Primer Día Alumni UPV junto con la inauguración de la nueva sede de Alumni UPV en la primera planta del Edificio 3Q.

En la actualidad la Universitat Politècnica de València cuenta con más de 90.000 titulados, de los cuales más de 8.000 son miembros de Alumni UPV Plus.

Rosa Puchades Pla, Belén Arrogante Huertas, Silvia Ballester Collado

Miembros de Alumni UPV / Alumni UPV Plus

Según recoge el reglamento de Alumni de la Universitat Politècnica de València, los miembros serán:

Miembros ordinarios

Existirán dos categorías de miembros ordinarios:

1. Alumni UPV, que serán todos los egresados que han obtenido un título oficial o un título propio en la Universitat Politècnica de València.
2. Alumni UPV Plus, que serán los Alumni UPV, que se encuentren al corriente de pago de la cuota establecida. También serán Alumni UPV Plus los recién titulados, durante el primer año desde la obtención de su título.

Miembros asociados

1. Serán las personas que, no siendo titulados de la Universitat Politècnica de València:
 - a) Estén colegiadas en alguno de los Colegios Profesionales con los que la UPV tiene convenio.
 - b) Quines pertenezcan a alguno de los colectivos de personal docente e investigador o personal de administración y servicios, tanto si se encuentran en activo o están en situación de jubilación. Siempre que formalicen su inscripción en Alumni UPV.
 - c) El personal de investigación.

Siempre que formalicen su inscripción en Alumni UPV.

2. También será miembro asociado, siempre y cuando no sea titulado UPV, el representante de la Delegación de Alumnos mientras forme parte de la Junta Directiva de Alumni UPV.

Miembros de Honor e Instituciones Patrono

Son las personas físicas o jurídicas que han destacado por su apoyo a la Universitat Politècnica de València o han contribuido en modo relevante a su desarrollo, siendo nombradas por el Rector.

Alumni UPV. Servicio Universitario creado para mantener el vínculo de la universidad con sus titulados

Junta Directiva de Alumni UPV

1. La Junta Directiva es el órgano de dirección y coordinación de Alumni UPV que colaborará con la Universitat Politècnica de València para desarrollar la política hacia los antiguos alumnos y los amigos de la Universitat.

2. La Junta Directiva estará compuesta por:

- a) El Presidente
- b) El Vicepresidente
- c) Catorce vocales la Junta Directiva:

c1: Un representante de la Delegación de Alumnos de la Universitat Politècnica de València como miembro nato. El representante de la Delegación de Alumnos será nombrado por el Rector a propuesta de la Delegación de Alumnos, renovándose anualmente dicho nombramiento.

c2: Trece electivos que serán nombrados por el Rector a propuesta del Presidente. El nombramiento de estos vocales será por un periodo de cuatro años, prorrogables por cuatro años más, coincidiendo con el mandato del Rector. En todo caso cesarán en sus cargos cuando cese el Rector.

d) El Secretario de la Junta Directiva que será un funcionario de carrera del Grupo A, Subgrupo A1, adscrito a Alumni UPV será nombrado por el Rector

Los integrantes de la Junta Directiva de Alumni se reúnen de forma periódica cada dos meses.

Ventajas

Una de las finalidades de Alumni UPV consiste en facilitar el acceso de los titulados a los servicios de la Universitat Politècnica de València en las condiciones en que ésta acuerde en cada caso. En la Tabla 1.1. Ventajas recogemos el acceso diferenciado según las categorías establecidas en nuestro Reglamento.

Tabla 1.1. Ventajas

Servicios	Alumni UPV (Titulado UPV)	Alumni UPV Plus (Titulado UPV + PAS/PDI UPV + Colegiado)
Carné UPV (TUI)	x	✓

Rosa Puchades Pla, Belén Arrogante Huertas, Silvia Ballester Collado

Aparcamiento	x	✓
Correo electrónico	✓	✓
Directorio profesional	x	✓
Biblioteca	x	✓
Deportes	x	✓
Centro de Formación Permanente	x	✓
Centro de Lenguas	x	✓
Área de Promoción y Normalización Lingüística	x	✓
Servicio Integrado de Empleo	✓	✓
Instituto Ideas	✓	✓
Área de Medio Ambiente	x	✓
Área de Gestión Cultural	x	✓
Departamento de Lingüística Aplicada	x	✓
Escola d'Estiu	x	✓
Fundación CEDAT	x	✓
Boletín Alumni UPV	✓	✓
Participación en actividades Alumni UPV	✓	✓
Descuentos en formación, eventos y actividades	x	✓

Organismos en los que tiene representación Alumni UPV

1. Federación Alumni España

La Federación Alumni España es una agrupación de entidades de antiguos alumnos y amigos de las Universidades Españolas, cuya finalidad es aunar esfuerzos para la consecución de aquellos fines propios de cada entidad a partir de intereses comunes y del intercambio de

Alumni UPV. Servicio Universitario creado para mantener el vínculo de la universidad con sus titulados

experiencias. La Federación se encuentra inscrita en el Registro Nacional de Asociaciones del Ministerio del interior desde febrero de 2004.

La Universitat Politècnica de Valencia forma parte de la Federación Alumni España desde 2011.

2. Conferencia Internacional de Entidades Alumni

La Conferencia Internacional de Entidades Alumni es una asociación que reúne a profesionales líderes en la gestión Alumni dentro del ámbito de la educación superior.

La Universitat Politècnica de Valencia forma parte de la Conferencia Internacional de Entidades Alumni desde 2014.

Acciones a destacar

Boletín Alumni UPV

Entre las acciones de mejora implantadas durante el año 2015 se encuentra el desarrollo de nuevos canales de comunicación mediante la creación del Boletín Alumni UPV, esto ha permitido agrupar y organizar el envío de la información considerada de interés para los titulados de la UPV.

El Boletín se envía mensualmente y en la preparación del mismo se trabaja en colaboración con el Área de Comunicación de la Universitat Politècnica de València.

Para facilitar la accesibilidad de la información que se quiere transmitir a los titulados también se pueden consultar los boletines publicados hasta la fecha en la web de Alumni UPV (<http://www.upv.es/entidades/ALUMNI/info/859289normalc.html>).

Celebración del Día Alumni UPV

Más de 200 titulados disfrutaron de las actividades gratuitas organizadas por la Universitat Politècnica de València con motivo de su primer Día Alumni celebrado el día 9 de mayo de 2015.

Hubo charlas y exposición de drones, monólogos a cargo del cómico Alex Martínez, talleres infantiles, visitas guiadas al campus escultórico, rueda pirotécnica, charla sobre la fórmula 1, batucada, sorteo solidario de un dron de ayuda a Nepal, a través de la Coordinadora de ONGs Valenciana y un cóctel como cierre de la jornada.

En el acto participó D. Francisco Mora, Rector de la Universitat Politècnica de Valencia, D^a Rosa Puchades, Vicerrectora de Responsabilidad Social y Cooperación, D. Javier Turé-

Rosa Puchades Pla, Belén Arrogante Huertas, Silvia Ballester Collado

gano, Presidente de la Junta Directiva de Alumni UPV, y D. Pablo Lozano, titulado en Ingeniería de Telecomunicación y Director de Recursos Humanos de Everis Comunidad Valenciana, en representación de los titulados.

La actividad estuvo abierta a toda la comunidad universitaria en su sentido más amplio: alumnos y egresados, miembros o no de la red Alumni, profesores, personal de la administración y los servicios... El objetivo fue reunir a las personas que sienten una vinculación con la UPV para reforzar los lazos entre ellos. “Los titulados son un patrimonio de gran valor para el futuro de la Universitat Politècnica de València”. “Los estudiantes que se han formado en las aulas de la UPV contribuyen ahora al desarrollo y progreso de la sociedad y tienen una presencia importante en España y en el mundo. La Universitat Politècnica de València quiere mantener una relación estrecha, directa, dinámica y permanente con todos ellos”, apunta el rector Francisco Mora.

Como complemento a todo ello, la jornada sirvió para inaugurar las nuevas instalaciones de Alumni, ubicadas cerca del edificio de Rectorado, y para dar a conocer la nueva web del servicio.

Fotografía 1 Celebración Día Alumni UPV – 9 de mayo de 2015



Aplicación y web

Debido a la gran apuesta que ha realizado la Universitat Politècnica de València en la creación y desarrollo de Alumni UPV, dotando durante estos años de personal y presupuesto a

Alumni UPV. Servicio Universitario creado para mantener el vínculo de la universidad con sus titulados

este nuevo servicio universitario se han podido ir desarrollando nuevas actividades y planificar muchas más. No obstante, dos de las limitaciones encontradas han sido la aplicación y la web actuales. Por tanto, debido a que Alumni UPV necesita una herramienta mucho más potente que la que tiene actualmente para gestionar las relaciones con sus miembros, durante el presente año se ha contratado a una empresa para que desarrolle un proyecto que contemple todas necesidades.

Los objetivos del mismo son:

- Contar con una plataforma tecnológica que permita fomentar y mantener un vínculo con los antiguos alumnos de la UPV y permita afianzar la relación entre la UPV y aquellas personas o entidades que confían en el proyecto de la Universidad.
- Dotar a Alumni UPV de un sistema ágil para la introducción de la información de los miembros, asegurando la consistencia y normalización de la base de datos.
- Registrar y centralizar en el nuevo sistema la información de los miembros y las relaciones entre estos y Alumni UPV.
- Publicar la nueva web del servicio universitario Alumni UPV que ofrecerá contenido público sobre Alumni y también tendrá un área privada que permitirá a los miembros de Alumni UPV acceder a contenido protegido, personalizado y de su interés.
- La nueva web contará también con la posibilidad de crear foros de discusión sobre temas específicos o que los propios miembros puedan compartir información a través de blogs personales.

Clubs Nacionales y *Chapters* Internacionales

Hoy en día la UPV cuenta con un importante número de alumni que se encuentran ejerciendo su profesión fuera de España, en muchos casos ocupando puestos relevantes, tanto en el sector público como en el privado. Potenciaremos y pondremos en valor la relación con todos ellos para que sigan vinculados con su universidad y que colaboren con la UPV en el desarrollo de nuevos proyectos y detección de oportunidades.

Organizaremos la red nacional e internacional de Alumni UPV, identificando y localizando a nuestros titulados, creando clubs nacionales y *chapters* internacionales en aquellas ciudades donde haya un mayor número de titulados.

Cada club o *chapter* contará con una persona responsable, que se encargará de organizar periódicamente encuentros y actividades para aquellos titulados que se allí se encuentren.

Rosa Puchades Pla, Belén Arrogante Huertas, Silvia Ballester Collado

Colaborarán mejorando la imagen de la UPV, difundiendo los valores de la Universidad, participarán en las acciones de promoción y captación de estudiantes, en definitiva se convertirán en los mejores embajadores con los que la UPV puede contar.

Mentoring Alumni UPV

Tiene como objetivo que titulados de la Universitat Politècnica de València, de forma voluntaria y según su experiencia profesional, apoyen en su carrera laboral, compartan su conocimiento y ofrezcan asesoramiento personalizado sobre un determinado sector, bandas salariales, mercado laboral, etc. a estudiantes y recién titulados.

También queremos mantener vivo el contacto de la Universidad Politècnica de València con los titulados y estudiantes UPV y de estos entre sí, acercar la Universidad al titulado UPV y viceversa, fomentar sinergias entre los estudiantes y titulados, fidelizar al titulado, facilitar espacios de relación social y oportunidades de encuentro con los titulados UPV; además de que el titulado pueda devolver aquello que la Universidad le aportó personal y profesionalmente durante sus años de estudio en la UPV

Por parte de los estudiantes, pretendemos que puedan conocer de primera mano la realidad laboral y profesional de determinados puestos y sectores empresariales, además de que puedan conocer a otros titulados UPV y al servicio universitario Alumni UPV antes de que finalicen sus estudios.

Se implantará en colaboración con otros servicios universitarios en el curso académico 2015/2016, como son Delegación de Alumnos, Vicerrectorado de Alumnado y Extensión Universitaria y Dirección Delegada de Emprendimiento y Empleo.

1. Usuarios

Los dos tipos de usuarios que tendremos en el programa serán *mentee* y mentor.

1.1. *Mentee*

Podrán ser *mentee* los estudiantes de último curso y a recién titulados con no más de dos años de graduación.

1.2. Mentor

Podrán ser mentores, los titulados con más de cinco años de graduación

2. Metodología

Se realizarán dos convocatorias por curso académico. A través de un formulario electrónico se recogerán los datos de las personas que quieran ser mentores y de quienes quieren recibir orientación.

Alumni UPV. Servicio Universitario creado para mantener el vínculo de la universidad con sus titulados

En el caso de los mentores se creará una bolsa de solicitudes que podrán ser llamados en cualquiera de las dos convocatorias anuales.

Se realizará un estudio de cada una de las solicitudes y se asignarán los mentores a las personas que hayan solicitado participar en el programa de Mentoring Alumni UPV, intentando que ambos perfiles sean coincidentes, para que el proceso sea efectivo.

A la finalización se realizará una evaluación a ambos para conocer el grado de efectividad de la acción, para mejorar el programa en cada una de las convocatorias, y realizar un seguimiento efectivo del programa.

3. El Mentor

3.1. Requisitos para ser Mentor

- Ser titulado de la Universitat Politècnica de València
- Titulado con más de cinco años de graduación
- Ser una persona con iniciativa
- Ser una persona solidaria
- Tener muchas ganas de ayudar y orientar a los demás

3.2. Procedimiento para ser Mentor

Deberán rellenar un formulario donde, entre otras cosas, se recogerán sus datos mínimos curriculares como son el puesto que ocupan, empresa en la que trabajan, experiencia profesional, área de conocimiento, disponibilidad, etc.

3.3. Compromisos del Mentor

- Se trata de una colaboración voluntaria y altruista
- Deberá previamente prepararse los encuentros/reuniones con el *mentee*, para ello, deberá tener conocimientos de:
 - Su empresa (organigrama, cultura, misión, estructura, etc.)
 - Sector en el que trabaja o ha trabajado
 - Perfiles más demandados en su empresa o en su sector profesional
 - Cómo se accede a su empresa (fases del proceso de selección, cómo es el reclutamiento, calendario de incorporaciones, como hacer llegar el CV, etc.)
 - Tareas que se desempeñan en cada departamento o puesto

Rosa Puchades Pla, Belén Arrogante Huertas, Silvia Ballester Collado

- Etc.
- Ser puntual en sus citas
- Fijar el objetivo de las sesiones
- Realizar una breve evaluación posterior sobre el resultado de las sesiones y del programa
- Interesarse por la persona que orientará.
- El mentor no desempeñará funciones de un profesor particular, sino que orientará en las cuestiones que se le planteen.
- Adaptarse a los horarios y lugar del mentorizado, para fijar las reuniones de forma conjunta
- La asignación del mentor se realizará por orden de peticiones

4. El *Mentee*

4.1. Requisitos para ser *Mentee*

- Ser estudiante de Grado de último curso o
- Ser recién titulados con no más de dos años de graduación
- Tener ganas de aprender de otras personas que estudiaron en la misma Universidad que ellos, y ahora están ocupando puestos relevantes.
- Querer conocer un poco mejor el mercado laboral actual
- Querer resolver dudas e incertidumbres laborales de la mano de titulados que probablemente se encontraron los mismos problemas que ellos al acabar su carrera

4.2. Procedimiento para ser *Mentee*

Deberán rellenar un formulario donde, entre otras cosas, se recogerán sus datos mínimos curriculares como son sus preferencias laborales, áreas de conocimiento, experiencia profesional, etc.

4.3. Compromisos del *Mentee*

- El mentor actúa de forma voluntaria, por ello, deberá entender que él no podrá atenderle siempre que sea requerido.
- Adaptarse a los horarios y lugar del mentor, para fijar las reuniones de forma conjunta
- Ser puntual en sus citas con el mentor

Alumni UPV. Servicio Universitario creado para mantener el vínculo de la universidad con sus titulados

- Realizar una breve evaluación posterior sobre el resultado de las sesiones y del programa
 - El mentor no desempeñará funciones de un profesor particular, sino que orientará en las cuestiones que se le planteen.
 - La asignación del mentor se realizará por orden de peticiones
 - Fijar el objetivo de las sesiones
5. Características de las sesiones
- Se realizarán dos convocatorias anuales, en los meses de octubre y febrero.
 - Las características de las sesiones serán:
 - Sesiones por mentor: 2 con cada *mentee*
 - Cada sesión tendrá una duración de 1 hora
 - Duración del Mentoring: 3 meses
 - *Mentees* máximos por mentor en cada convocatoria: 2
 - Las sesiones se celebrarán dónde y cuándo ambas partes convengan
 - Podrán realizarse por Skype

Estas son las características del programa básico y que contarán con el seguimiento de Alumni UPV, si ambos llegan a un acuerdo y ven necesarias más reuniones, deberá ser comunicado a Alumni UPV para su posterior seguimiento y valoración.

6. Evaluación y Seguimiento

6.1. Mentor

Los mentores serán evaluados por las personas que tutorizarán teniendo en cuenta el cumplimiento de los objetivos del programa y de la propia valoración personal.

También deberán realizar una evaluación del *mentee* y de las sesiones llevadas a cabo.

6.2. Mentee

Los *mentees* serán evaluados por los mentores teniendo en cuenta el cumplimiento de los objetivos del programa y de la propia valoración personal.

También deberán realizar una evaluación del mentor y de las sesiones llevadas a cabo.

Rosa Puchades Pla, Belén Arrogante Huertas, Silvia Ballester Collado

Figura 1 Logo Alumni UPV – Programa de Mentoring



TEDxUPValència

TED es un evento anual donde algunos de los pensadores y emprendedores más importantes del mundo son invitados a compartir aquello que les apasiona. “TED” significa Tecnología, Entretenimiento y Diseño, tres grandes áreas que, colectivamente, le dan forma al futuro. De hecho, el evento es todavía más amplio, abarcando ideas que merece la pena explicar, sea cual sea su disciplina.

Figura 2 Logo TED



El público que asiste a los eventos (directores ejecutivos, científicos, creativos, filántropos) es casi tan extraordinaria como los ponentes, entre los que se han incluido Bill Clinton, Bill Gates, Jane Goodall, Frank Gehry, Paul Simon, Sir Richard Branson, Philippe Starck y Bono.

TED se llevó a cabo por primera vez en Monterey, California, en 1984. En 2001, la Fundación de Chris Anderson, la “Sapling Foundation”, adquirió TED a su fundador, Richard Saul Wurman. En los últimos años, TED se ha ampliado para incluir una conferencia internacional en el Reino Unido, TEDGlobal e iniciativas mediáticas, incluyendo TED Talks y TED.com, así como el Premio TED.

Figura 3 Logo TEDxUPValència



Alumni UPV. Servicio Universitario creado para mantener el vínculo de la universidad con sus titulados

Siguiendo con el espíritu de ideas que vale la pena compartir, TED ha creado un programa llamado TEDx. TEDx es un programa de eventos locales y auto organizados que reúnen a gente para compartir una experiencia TED. Nuestro evento se llama TEDxUPValència, donde la x= evento TED organizado de forma independiente.

En nuestro evento, que se celebrará en el Campus de Vera de la Universitat Politècnica de València el 19 de febrero de 2016, combinaremos ponentes y videos de TEDTalks, para así propiciar una discusión y una conexión más profunda.

Agradecimientos

A Francisco Mora Mas, Rector de la Universitat Politècnica de València por creer en la importancia de Alumni UPV y a su equipo.

A la Junta Directiva de Alumni por su colaboración y dedicación a la Universidad.

A los Centros de la UPV por su apoyo incondicional.

A Delegación de Alumnos por tenernos siempre presentes.

A todos nuestros titulados por hacer posible una Universidad como la UPV.

A todos los servicios universitarios que colaboran día a día con nosotros para ofrecer el acceso a los titulados de la UPV y aquellos que nos ayudan en la organización de actividades para los Alumni UPV.

A todas aquellas personas que de forma desinteresada hacen posible Alumni UPV.

Referencias

BOUPV 06/2011. Núm.50.

BOUPV 05/2012. Núm. 60.

BOUPV 02/2014. Núm. 78.

Memoria de Actividades 1997 - 2012. Federación Alumni España.

Web de la Conferencia Internacional de Entidades Alumni. (<http://www.conferencialumni.org/>).

Estudio de empleabilidad de las personas tituladas en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

Juan Carlos Campo, Hilario López, Manuel García

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, Universidad de Oviedo. C/ Luis Ortiz Berrocal s/n. Campus de Gijón, 33203 Gijón (Asturias).

Abstract

In the Polytechnic School of Engineering of Gijón, studies of three knowledge braches: industry, telecommunications and computing. This study presents the results of a survey between alumni of the School. Near 800 people has filled the survey.

Only the the studies with format previous to those of the European Higher Education Area are considered.

Keywords: employability, engineering, survey

Resumen

En la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón se imparten estudios de tres ramas: industrial, telecomunicación e informática. El presente estudio, presenta los resultados de una encuesta sobre empleabilidad realizada entre egresados de la Escuela y a la que han respondido cerca de 800 personas. Se recogen únicamente las titulaciones no adaptadas al EEES incluyedo ingeniería e ingeniería técnica de las tres ramas de conocimiento.

Palabras clave: empleabilidad, ingeniería, encuesta,

Introducción

La Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón –EPI GIJÓN– es un centro que surgió en 2010 a partir de la fusión de las Escuelas que impartían los estudios de ingeniería e ingeniería técnica de las ramas industrial, telecomunicación e informática. Actualmente se imparten siete grados y numerosos másteres universitarios, lo que supone cerca de 4.500 estudiantes.

Estudio de empleabilidad de las personas tituladas en la EPI GIJÓN

La primera promoción de los grados finalizó los estudios en el curso 2013-2014. El presente estudio no contempla a estas personas puesto que fue realizado con anterioridad a su finalización y, en cualquier caso, podría ser muy prematuro.

El estudio presenta los resultados de una encuesta que se publicitó a través de las redes sociales de la Escuela (Facebook, Twitter, LinkedIn). También fue recogido en medios de comunicación regionales (La Nueva España, El Comercio), lo que contribuyó a su difusión.

La encuesta

El cuestionario se realizó tipo on-line, a través de una página web entre abril y mayo de 2013. Las preguntas eran las que se muestran en la tabla 1.

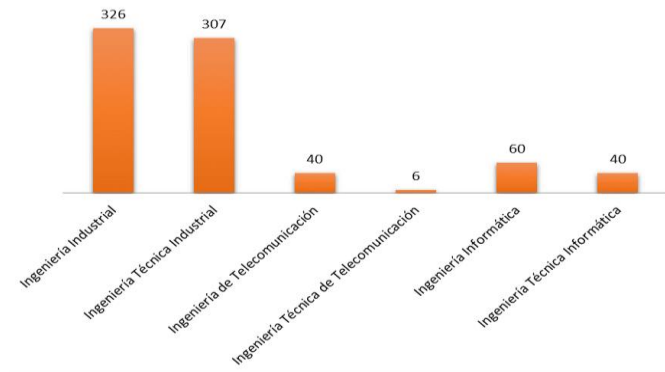
Tabla 1. Preguntas de la encuesta de empleabilidad

Información académica	Durante sus estudios:
Titulación obtenida en la Escuela: <input type="text" value="seleccione..."/>	Ha realizado prácticas en empresa: <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Estudios posteriores: <input type="text"/>	Ha realizado defensa de trabajos en público (no PFC): <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Año de finalización de los estudios en la escuela: <input type="text"/>	Ha realizado trabajos en grupo: <input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Año de obtención del primer trabajo: <input type="text"/>	
Información laboral	
Trabajo actual: <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	Idiomas (actual):
Realización del trabajo actual en puesto de ingeniero: <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	Inglés hablado/escrito: <input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Sueldo actual mayor de: <input type="text" value="seleccione..."/>	Otros aparte de inglés y castellano: <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Realización de trabajo actual en: <input type="text" value="seleccione..."/>	
Ha realizado estancias en el extranjero:	
Durante sus estudios: <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	
Posteriormente a sus estudios: <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	
Estancia Erasmus: <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	
Estancia para realizar el proyecto fin de carrera: <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	
Estancia para prácticas en empresa: <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	

Se recibieron un total de 779 encuestas repartidas por titulaciones según se muestra en la Figura 1.

J.C. Campo, H. López, M. García

Figura 1. Número de encuestas cubiertas que se han recibido según titulaciones



Una de las preguntas más importantes de la encuesta es la relativa a si el encuestado trabaja o no en el momento de la encuesta. La información que se obtiene de esta pregunta no permite estimar el nivel de paro. Habría que distinguir entre las personas que no trabajan entre inactivos y parados, datos que no se pueden extraer de la encuesta.

Hay muchos aspectos involucrados en estos últimos términos: personas que han finalizado los estudios de una titulación pero siguen estudiando otra (por ejemplo, un máster), personas que están opositando, jubilados, personas que no desean trabajar, etc. Por ello, se ha optado por una pregunta sencilla, pero orientativa, y que es también uno de los ejes de la referencia más próxima al presente trabajo (Lorences, 2005).

Resultados globales

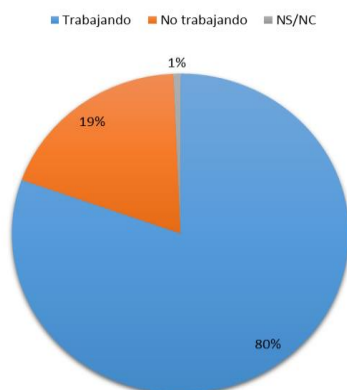
La tasa de empleo se ha obtenido a partir de las repuestas a la cuestión “Trabajo actual” Sí/No, sin más consideraciones. También se ha obtenido tasas agregadas tomando a partir de las preguntas: “Trabajo actual” Sí/No y “Año de finalización de los estudios en la Escuela” de forma que para un año dado, se han tomado todas las encuestas en las que el año de finalización fuera ese o anterior. Los resultados se muestra en la figura 2.

Los últimos años, como cabe esperar, presentan porcentajes menores puesto que los titulados más recientes tardan un cierto tiempo en encontrar trabajo. En el mencionado informe de Lorences se menciona la referencia de evaluar los datos correspondientes a cuatro años después de la graduación. Esto implicaría que en la gráfica, los datos más representativos serían los de 2008 o antes.

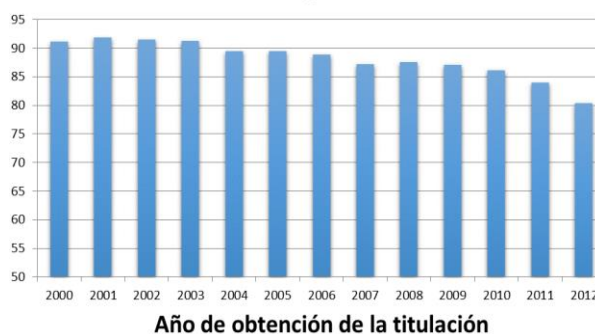
Estudio de empleabilidad de las personas tituladas en la EPI GIJÓN

Figura 2. Resultados globales de empleabilidad (basado en la respuesta a la pregunta relativa a si trabaja el encuestado en el momento en el que se hace la encuesta)

Tasa de empleo de los titulados en 2012 o antes



% de personas que trabajan de los titulados en el año indicado y anterior al mismo



De los que finalizaron el año 2012 están trabajando el 75,6%

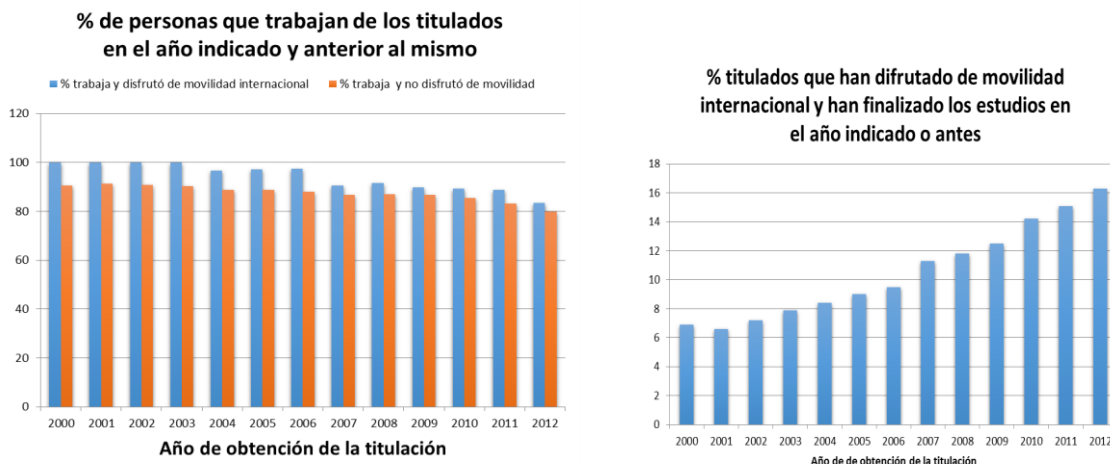
Se han obtenido las tasas de empleo agregadas para titulados que han disfrutado de algún tipo de movilidad internacional y aquellos que no la han disfrutado. Los resultados se han obtenido a partir de las siguientes preguntas:

- “Trabajo actual” Sí/No
- Año de finalización de los estudios en la Escuela
- Estancias extranjero: Estancia Erasmus
- Estancias extranjero: Estancia para realizar el proyecto fin de carrera:
- Estancias extranjero: Estancia para prácticas en empresa

Como se puede observar en la figura 3 que, el hecho de disfrutar de movildades en los estudios, resulta favorable para una mayor empleabilidad. También se puede observar que los datos que la proporción de titulados que han disfrutado de movildades es, como cabía preveer, creciente. Nótese que son datos agregados, es decir, no es el porcentaje de estudiantes que han disfrutado de movildades un año concreto (que en los últimos años es superior al 30% en nuestra Escuela) sino el porcentaje que ha disfrutado de movildad y ha finalizado un año concreto o antes.

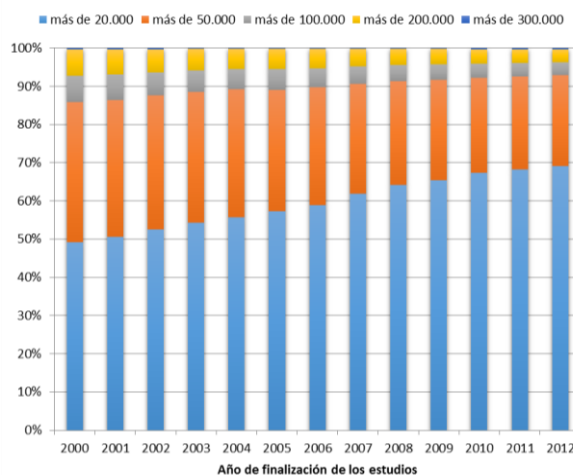
J.C. Campo, H. López, M. García

Figura 2. Resultados globales de empleabilidad en relación a movidades disputadas en los estudios y proporción de estudiantes agregada que ha disfrutado de movidades



Respecto al sueldo de los titulados, las preguntas relativas a sueldo medio se realizaron por tramos: Más de 20.000 €/ Más de 50.000 €/ Más de 100.000 €/ Más de 200.000 €/ Más de 300.000 €. Los resultados agregados se pueden ver en la figura 3. Como es previsible, el sueldo medio es más bajo cuando más reciente se toma la fecha de finalización de los estudios.

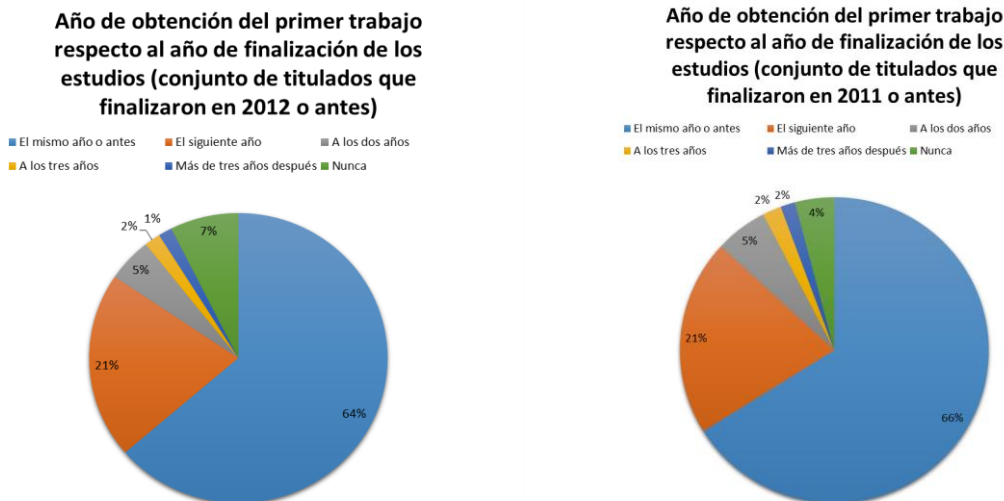
Figura 3. Sueldo en euros. Datos agregados (titulados en el año indicado y anteriores)



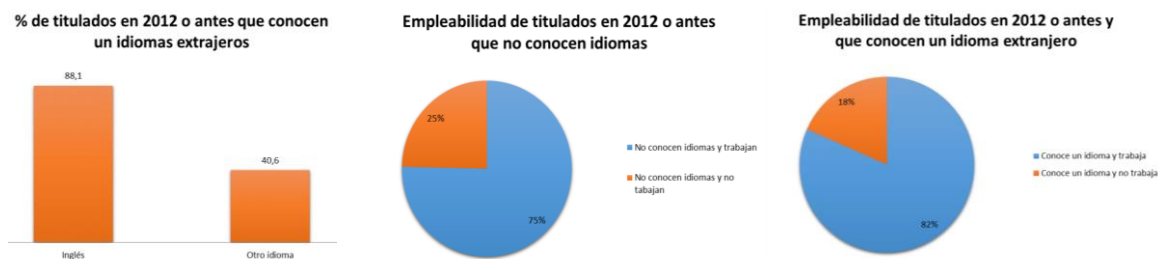
Estudio de empleabilidad de las personas tituladas en la EPI GIJÓN

Como se puede observar en la figura 4, los titulados obtienen su primer trabajo, en términos generales, el mismo año de la titulación o el siguiente. Como en el gráfico de la izquierda han considerado los titulados hasta 2012, tiene mucho peso en el porcentaje de los que no han obtenido nunca empleo. Por ello, resulta conveniente incluir un gráfico más que de margen a considerar el año de obtención de la titulación y el siguiente. Por ello, se obtiene el siguiente gráfico que considera el conjunto de titulados que finalizaron en 2011 o antes. Es decir, de los alumnos que han finalizado los estudios en 2011 o antes, tan solo el 4% no ha trabajado nunca.

Figura 4. Año de finalización del primer trabajo respecto al año de finalización de los estudios (conjunto que finalizaron en 2012 o antes, y conjunto finalizado en 2011 o antes. Encuesta realizado entre abril y mayo de 2013



Finalmente, los resultados relativos al conocimiento de idiomas y su influencia en la empleabilidad se muestran en la figura 5.



J.C. Campo, H. López, M. García

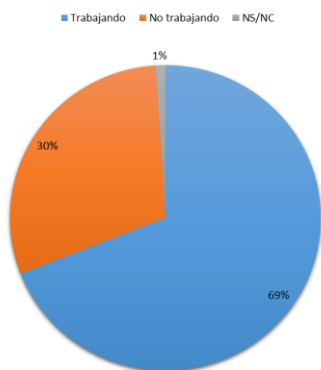
Es destable tanto la mayor empleabilidad cuando se conocen idiomas como el destable conocimiento de un segundo idioma además del inglés.

Resultados por titulaciones

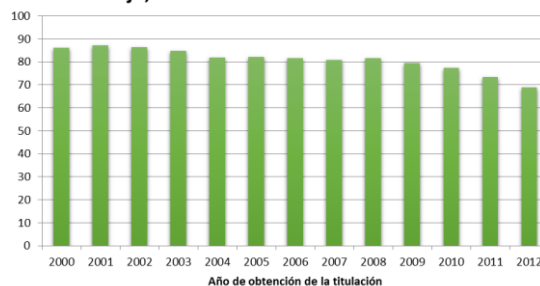
En las siguientes tablas se recogen algunos de los datos más específicos de las diferentes titulaciones.

Figura 5. Resultados de las titulaciones de Ingeniería Técnica Industrial

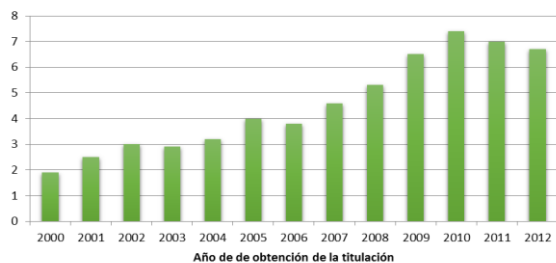
Ingenieros Técnicos Industriales titulados en 2012 o antes



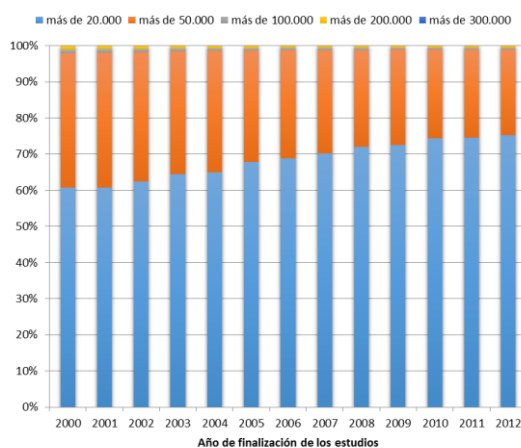
Ingenieros Técnicos Industriales: % que trabaja, titulada en el año indicado o antes



Ingenieros Técnicos Industriales: % que ha disfrutado de movilidad internacional en los estudios, titulados en el año indicado o antes



Ingenieros Técnicos Industriales: sueldo en € (titulados en el año indicado y anteriores)

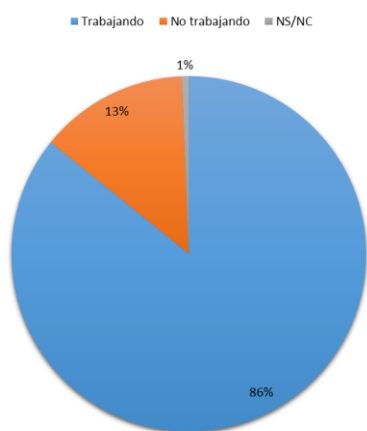


Estudio de empleabilidad de las personas tituladas en la EPI GIJÓN

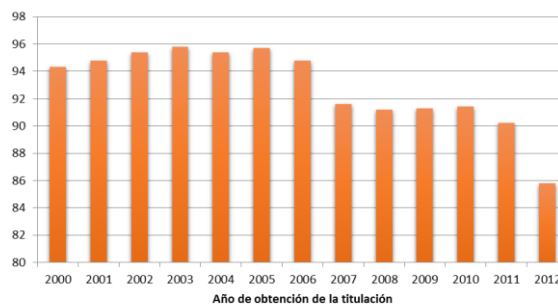
Debe tenerse también en cuenta, en el caso de la ingeniería técnica industrial que la proporción de personas que continúan realizando estudios universitarios es más elevada en la Ing. Técnicas y que es una titulación muy antigua en la Escuela, por lo que muchos de los titulados ya no están en activo.

Figura 6. Resultados de la titulación de Ingeniería Industrial

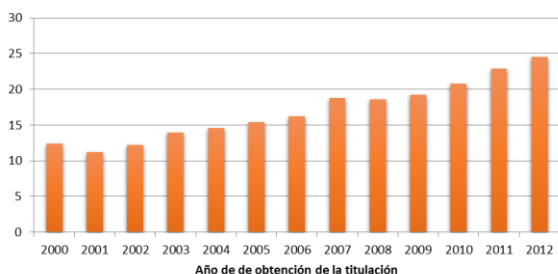
Ingeniero Industrial titulados en 2012 o antes



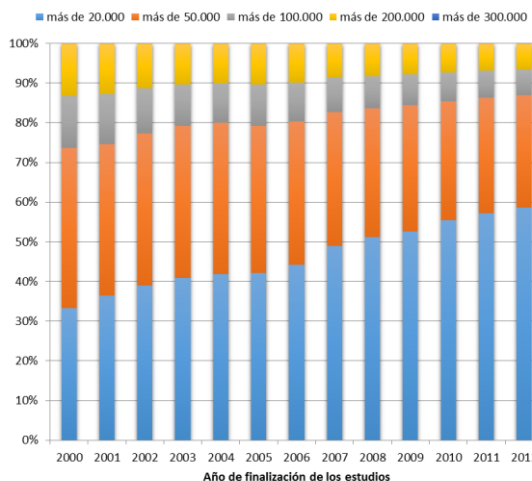
Ingenieros Industriales: % que trabaja, titulada en el año indicado o antes



Ingenieros Industriales: % que ha disfrutado de movilidad internacional en los estudios, titulados en el año indicado o antes



Ingenieros Industriales: sueldo en € (titulados en el año indicado y anteriores)

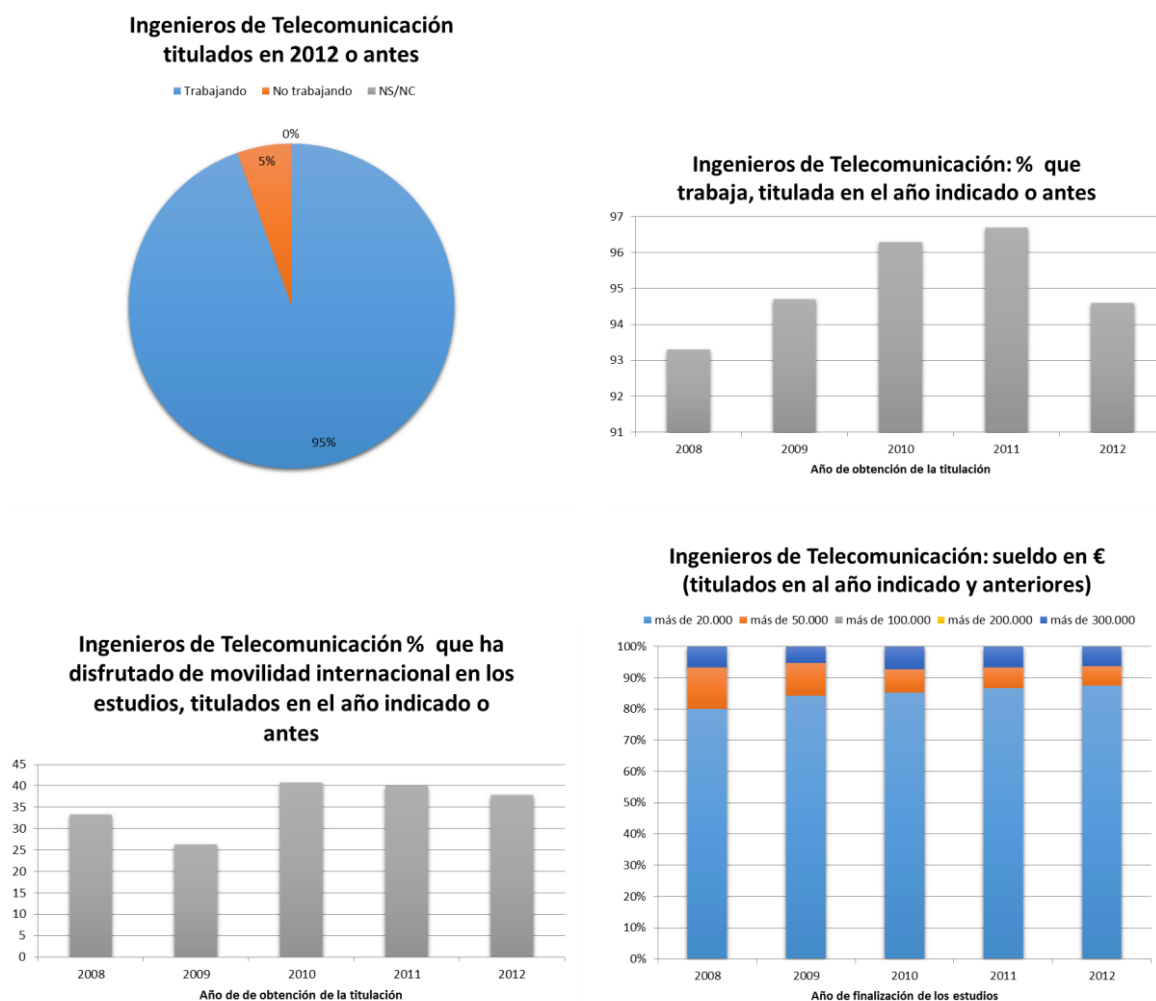


J.C. Campo, H. López, M. García

Respecto a la ingeniería técnica de telecomunicación tan sólo se han recibido 6 encuestas por lo que los datos son poco significativos. De las 6, tan solo 2 son de titulados en 2012 o antes. Por ello, no se han elaborado series históricas. En resumen, el 100% de las personas tituladas en 2012 o antes está trabajando.

De ingeniería de telecomunicación, se han considerado los últimos 5 años, debido a la reciente implantación de la titulación.

Figura 7. Resultados de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación

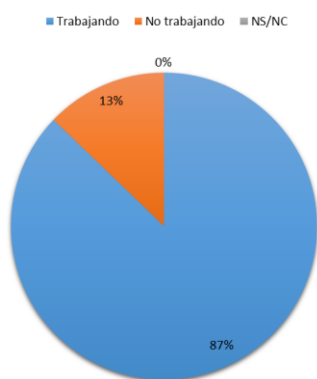


Estudio de empleabilidad de las personas tituladas en la EPI GIJÓN

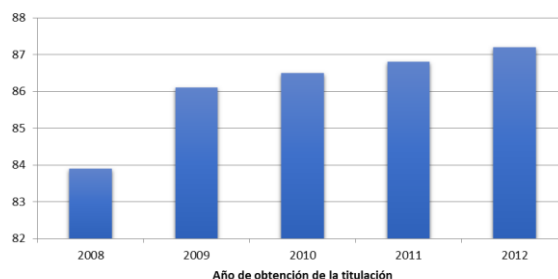
Las resultado de las titulaciones de Informática (figura 8 y figura 9) presenta resultados muy positivos. Hay que tener en cuenta que en Asturias se han instalado numerosas empresas recientemente, desde multinacionales a empresas regionales, que han demandado cientos de profesionales y que han llevado a que actualmente no se cubra la demanda.

Figura 8. Resultados de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación

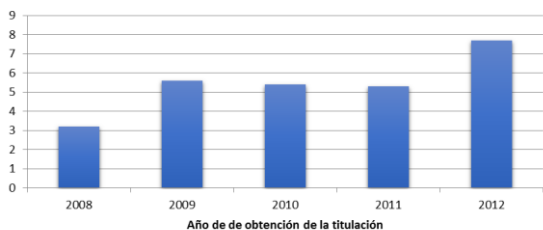
Ingenieros Técnicos en Informática titulados en 2012 o antes



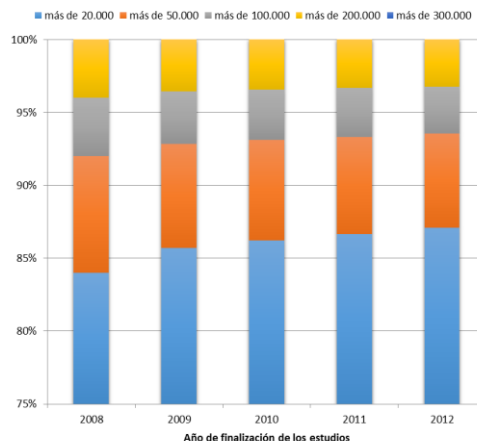
Ingenieros Técnicos en Informática: % que trabaja, titulada en el año indicado o antes



Ingenieros Técnicos en Informática: % que ha disfrutado de movilidad internacional en los estudios, titulados en el año indicado o antes



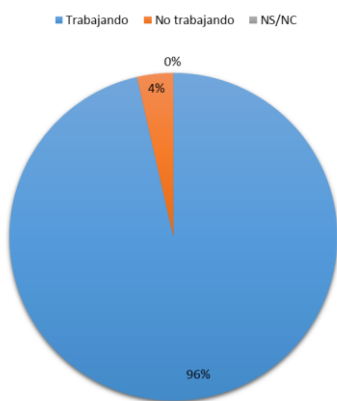
Ingenieros Técnicos en Informática: sueldo en € (titulados en el año indicado y anteriores)



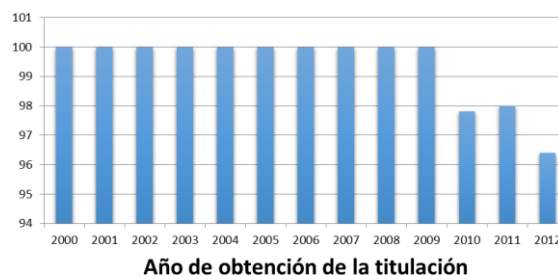
J.C. Campo, H. López, M. García

Figura 9. Resultados de la titulación de Ingeniería en Informática

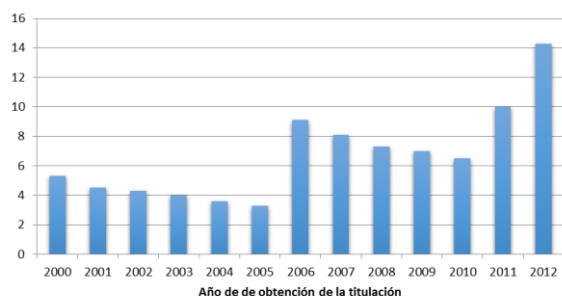
Ingenieros en Informática titulados en 2012 o antes



Ingenieros en Informática: % que trabaja, titulada en el año indicado o antes



Ingenieros en Informática: % que ha disfrutado de movilidad internacional en los estudios, titulados en el año indicado o antes



Ingenieros en Informática: sueldo en € (titulados en el año indicado y anteriores)



Referencias

J. Lorences (2005), "Empleabilidad de los Titulados de la Universidad de Oviedo". Consejería de Economía y Administración Pública del Gobierno del Principado de Asturias.

Las prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València.

Suitberto Cabrera G., Enrique Ballester S., Elena Grimalt N., Ana Ballester C., Malak Kubessi P.^a

^aTodos los autores pertenecen a la Escuela Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València. Los e-mails son, respectivamente (suicabga@eio.upv.es), (eballest@isa.upv.es), (mgrimalt@upvnet.upv.es), (anbalcol@cap.upv.es) y (mkubessi@sie.upv.es).

Abstract

This project presents a statistical analysis of the main characteristics of work placements undertaken by students of the Escuela Técnica Superior de Diseño (School of Technical Design) of the Universitat Politècnica de València. The last 14 academic years have been studied, in order to evaluate the number of placements per degree course, proportion of enrolled students undertaking placements in each academic year, the duration of placements in each academic year, the number of compulsory placements, participation of external partner companies, the evolution of satisfaction ratings given by students in placements, and future plans and expectations of the work placement program.

Keywords: *work placements, main characteristics, statistical analysis, plans and expectations.*

Resumen

El presente trabajo presenta un análisis estadístico de los principales indicadores que caracterizan la actividad de prácticas en empresas realizadas por los alumnos de la Escuela Técnica Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València. Se estudia para los últimos 14 cursos académicos la evolución del número de prácticas por titulación, la proporción de prácticas en relación a la matrícula por curso académico, la duración de las prácticas por curso académico, el número de prácticas curriculares, la participación de Empresas Colaboradoras, la evolución de la satisfacción de los alumnos con las prácticas y los planes y perspectivas de la actividad.

Las prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia.

Palabras clave: *Prácticas, empresas, indicadores, análisis estadístico, planes y perspectivas.*

Introducción

La primera regulación de las prácticas de los estudiantes universitarios quedó recogida en el Real Decreto 1497/1981, de 19 de junio de 2010, sobre Programas de Cooperación Educativa. El objetivo fundamental de este Decreto era conseguir una formación integral del alumno universitario a través de proyectos de cooperación educativa con las empresas para la formación de los alumnos de los dos últimos cursos de la carrera.

La última actualización de la normativa de prácticas queda recogida en el Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, que establece el marco por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios y que deroga el RD 1497/1981. En este Decreto se definen las prácticas como una actividad formativa, cuyo objetivo es aplicar y complementar los conocimientos adquiridos, favoreciendo la adquisición de competencias que preparen al estudiante para el ejercicio de actividades profesionales, faciliten su empleabilidad y fomenten la capacidad de emprendimiento. El Consejo de Gobierno de la Universitat Politècnica de València en su sesión del 28 de mayo de 2015 derogó el Reglamento por el que se establece la Normativa sobre Prácticas en Empresas e Instituciones de los alumnos de la Universitat Politècnica de València”, aprobado por el Consejo de Gobierno de la UPV en su sesión de 8 de marzo de 2012, aprobando en su lugar el Reglamento sobre prácticas en Empresas e Instituciones de los estudiantes de la Universitat Politècnica de València.

La Universitat Politècnica de València ha prestado durante todos estos años una especial atención al desarrollo de las prácticas en Empresas, creando las estructuras administrativas, y las condiciones de trabajo para el desarrollo de este importante aspecto en la formación de los estudiantes. La actual normativa de prácticas de la UPV recoge en su desarrollo que “las prácticas en empresas durante los estudios universitarios contribuyen a complementar, mediante experiencia laboral, la formación adquirida en la Universidad y son uno de los medios más eficaces para la consecución del primer empleo de los titulados universitarios. La Universitat Politècnica de València ha venido desarrollando una gran actividad en este campo, desde hace años, con empresas e instituciones de su entorno y de ámbito nacional e internacional, situándose entre las primeras universidades en gestión de prácticas en empresas e instituciones para sus estudiantes, recogiendo en sus Estatutos las prácticas tuteladas, con arreglo a un proyecto formativo y velando por los intereses del alumno”.

Consciente de la importancia de las prácticas en el proceso formativo del estudiante, a partir de los conceptos estipulados en la Normativa vigente, de la experiencia recogida en varios estudios realizados (Ballesteros et al., 2001), (García, 2002), (Martínez, 2003) y de los resultados de las prácticas que han tenido lugar en la Escuela (Kubessi y Ballester, 2010), la

Suitberto Cabrera G., Enrique Ballester S., Elena Grimalt N., Ana Ballester C., Malak Kubessi P.

Escuela Técnica Superior de Diseño de la UPV (ETSID) ha desarrollado una amplia labor para la vinculación de sus alumnos a las prácticas en Empresas. En el presente trabajo se realiza un análisis descriptivo que muestra la evolución del número de prácticas realizadas a lo largo de los últimos 14 cursos académicos y se definen los retos a los que se enfrenta la Escuela para la mejora continua de esta actividad y su adecuación a las exigencias actuales del entorno.

Análisis estadístico de la cantidad de prácticas realizadas en los últimos cursos académicos en la ETSID.

Según la información que aparece en las Memoria de Actividades 2014 del Servicio Integrado de Empleo de la UPV en el año 2014 se realizaron 6788 prácticas en 2594 Empresas, de ellas 822 practicas en 385 Empresas corresponden a la ETSID (un 12,1% y un 14,8 % del total respectivamente).

En la Tabla 1 se recoge el número total de prácticas realizadas en las diferentes titulaciones y cursos académicos en la ETSID.

Tabla 1. Prácticas Totales por curso académico y Especialidades.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ing. Téc. Industrial, Esp. Electricidad	79	94	111	198	124	112	110	68	73	78	69	69	42	6
Ing. Téc. Industrial, Esp. Electrónica Industrial	102	156	149	193	206	188	178	122	114	109	94	78	40	4
Ing. Téc. Industrial, Esp. Mecánica	180	181	160	184	242	258	214	143	145	137	121	84	47	17
Ing. Téc. Industrial, Esp. Química Industrial	81	95	114	129	146	135	105	78	88	92	69	48	15	1
Ing. Téc. Diseño Industrial	110	149	160	218	238	187	148	101	131	83	70	26	15	
Ing. Organización Industrial (2º Ciclo)				4	47	118	115	100	134	174	201	214	140	35
Ing. Aeronáutico							10	5	21	24	30	29	25	14
G. Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos										3	20	68	109	36
G. Ing. Aeroespacial											1	3	8	4
G. Ing. Eléctrica											2	11	50	27
G. Ing. Electrónica Industrial y Automática												14	47	27
G. Ing. Mecánica											2	27	103	38
M.U. Ingeniería del Diseño						9	18	13	12	30	30	5		
M.U. Ingeniería del Mantenimiento							4	14	19	31	26	15	11	8
M.U. Diseño y Fabricación Integrada Asistidos por Computador									3	7	7	3	1	
M.U. Sensores para Aplicaciones Industriales													1	1
M.U. Diseño y Fabricación Integrada Asistidos por Ordenador											1	19	38	5
M.U. Ingeniería Mecatrónica													7	7
M.U. Ingeniería Aeronáutica														1

En la Tabla 2 se agrupan los datos anteriores para las titulaciones de las antiguas ingenierías técnicas, los nuevos grados y los masters universitarios y el total para la ETSID. Como se observa en la Figura 1 hasta el curso 2005- 2006 el número de prácticas de la ETSID correspondía a las titulaciones de las Ingenierías Técnicas y las mismas fueron en aumento desde las 552 prácticas en el curso 2001 al 2002 hasta las aproximadamente mil prácticas de los cursos 2005-2006 y 2006-2007. A partir de estos cursos se produce una disminución

Las prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia.

del número de prácticas en las antiguas titulaciones, disminución que no compensa el aumento de las prácticas de los nuevos grados ya que sus alumnos se encuentran en los primeros años de los grados.

Han desaparecido dos titulaciones en la escuela: la Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Química Industrial y la Ingeniería en Organización Industrial (2^{do} ciclo), y a pesar de que este proceso ha sido paulatino, ya en el año 2014 se produjo una disminución de 91 prácticas con relación al promedio que durante estos años aportó la titulación de ITI de Química. De esta forma se llega a un pico negativo en el curso 2008-2009 con 644 prácticas. A partir de ese año la tendencia ha sido al alza estabilizando la cantidad de prácticas alrededor de las 740 prácticas los dos últimos cursos. Se espera de la misma manera una disminución de unas 90 prácticas mas este curso por la culminación de los estudios de los alumnos de Ingeniería en Organización Industrial (2^{do} ciclo).

Aunque los autores no cuentan con un estudio que justifique la afirmación siguiente si tienen la certeza que la crisis de la economía de los últimos años ha incidido en la cantidad de prácticas en los correspondientes cursos académicos. El número medio de prácticas al año en los últimos 14 cursos académicos tiene un valor medio de 781 prácticas con una desviación típica de 138 prácticas

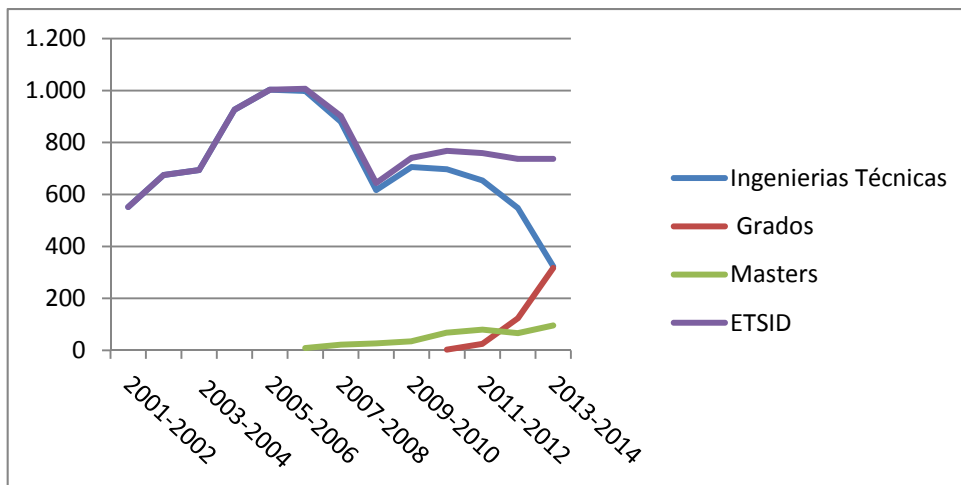
Tabla 2. Prácticas Totales por curso académico

	Ingenierías Técnicas	Grados	Masters	ETSID
Curso 2001-2002	552			552
Curso 2002-2003	675			675
Curso 2003-2004	694			694
Curso 2004-2005	926			926
Curso 2005-2006	1.003			1.003
Curso 2006-2007	998		9	1.007
Curso 2007-2008	880		22	902
Curso 2008-2009	617		27	644
Curso 2009-2010	706		35	741
Curso 2010-2011	697	3	68	768
Curso 2011-2012	654	25	80	759
Curso 2012-2013	548	123	66	737
Curso 2013-2014	324	317	96	737

Fuente: Elaboración de los autores.

Suitberto Cabrera G., Enrique Ballester S., Elena Grimalt N., Ana Ballester C., Malak Kubessi P.

Figura 1 Prácticas por cursos académicos.

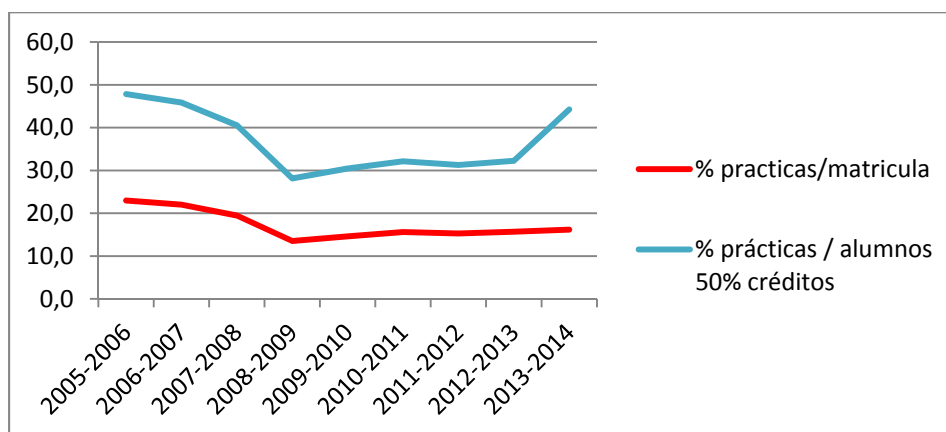


Fuente: Elaboración de los autores.

A la pregunta de cuántos alumnos del total de alumnos matriculados realizan prácticas se responde con los datos de la tabla 2 y Figura 2. Aunque realmente lo más interesante es conocer qué proporción de los alumnos “que pueden” realizar las prácticas, es decir, aquellos que han aprobado al menos el 50% de los créditos, *las realizan*.

Este indicador por cursos se presenta en la última columna de la tabla 3, el mismo presenta, en los cursos incluidos en el análisis, un valor medio del 37,0 % y desviación típica igual a 7,6 %. Dicho indicador recoge pues las potencialidades que aun, de forma numérica, existen en el incremento de prácticas.

Figura 2. Tasas de alumnos que realizan prácticas.



Las prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia.

Tabla 3. Proporción de prácticas en relación a la matrícula por curso académico

	Matricula	Practicass	%	Alumnos 50% créditos	%
2005-2006	4.366	1.003	23,0	2.096	47,9
2006-2007	4.574	1.007	22,0	2.196	45,9
2007-2008	4.634	902	19,5	2.224	40,6
2008-2009	4.764	644	13,5	2.287	28,2
2009-2010	5.066	741	14,6	2.432	30,5
2010-2011	4.922	768	15,6	2390	32,1
2011-2012	4.960	759	15,3	2425	31,3
2012-2013	4.694	737	15,7	2284	32,3
2013-2014	4.550	737	16,2	1666	44,2

Fuente: Elaboración de los autores.

No obstante cabe señalar que no se incluye en este análisis, pues no se dispone de los datos en este momento, el número de alumnos que compaginan sus estudios con trabajos remunerados o contratos y de otros alumnos que tienen experiencia laboral en Empresas y que permitiría valorar realmente que proporción de alumnos terminan sus estudios universitarios en la Escuela conociendo de forma práctica la realidad empresarial.

Aproximadamente el 40 % del total de prácticas son curriculares. En la Tabla 4 se presentan las prácticas realizadas para los diferentes Grados en el curso académico 2013 - 2014 en la Escuela, señalando del total que por ciento corresponden a esta modalidad de prácticas.

Tabla 4. Prácticas Curriculares por Grado en el curso 2013 - 2014.

	Total	Curriculares	%
G. Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	109	26	23,9
G. Ing. Aeroespacial	8	2	25,0
G. Ing. Eléctrica	50	21	42,0
G. Ing. Electrónica Industrial y Automática	47	22	46,8
G. Ing. Mecánica	103	53	51,5
ETSID	317	124	39,1

Fuente: Elaboración de los autores.

Suitberto Cabrera G., Enrique Ballester S., Elena Grimalt N., Ana Ballester C., Malak Kubessi P.

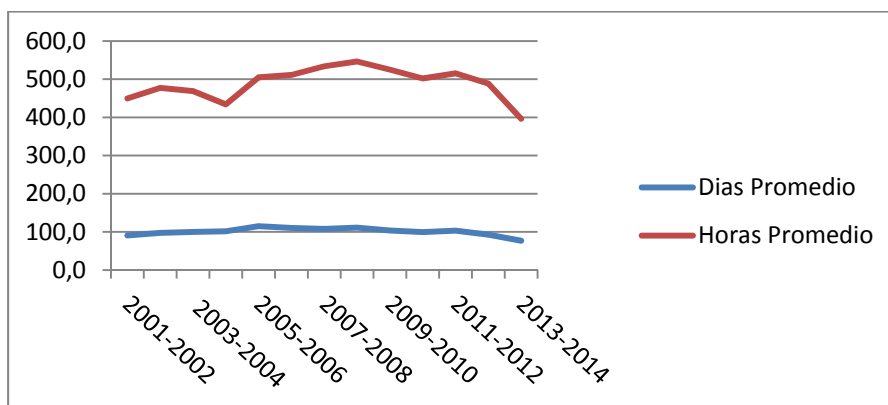
Un aspecto importante es la duración de las prácticas. En la Tabla 5 y en la Figura 3, se muestra la evolución de la duración media de las prácticas, en días y horas, como se observa, estos valores se mantienen estables en el periodo analizado, con una media aproximada de 101 días y una desviación típica de 10 días y una media de 489 horas y desviación típica de 43 horas respectivamente.

Tabla 5. Duración de las prácticas por curso académico

	Días Promedio	Horas Promedio
2001-2002	90,5	449,6
2002-2003	97,5	477,3
2003-2004	99,7	468,8
2004-2005	101,6	434,0
2005-2006	114,8	504,9
2006-2007	110,3	511,2
2007-2008	107,7	534,0
2008-2009	111,4	546,7
2009-2010	103,5	525,0
2010-2011	99,4	502,1
2011-2012	103,2	515,6
2012-2013	92,5	488,8
2013-2014	76,7	396,6

Fuente: Elaboración de los autores.

Figura 3. Duración de las prácticas por cursos académicos.



Las prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia.

La participación de las Empresas es un factor imprescindible para el desarrollo de las prácticas de los estudiantes. En la tabla 6 se presenta el número de empresas donde los estudiantes de los diferentes Grados han desarrollado sus prácticas. Se observa una tendencia al aumento de las Empresas que ofertan prácticas a los alumnos de los diferentes Grados que se explica por el aumento de alumnos que pueden realizar sus prácticas. En el año 2013 se alcanzan más de 300 Empresas y en el presente curso académico puede sobrepasarse esta cantidad.

Tabla 6. Número de Empresas Colaboradoras por Grados y cursos académicos.

Grados	2010	2011	2012	2013	2014	Total
G. Ing. en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	3	20	68	109	36	236
G. Ing. Aeroespacial		1	3	8	4	16
G. Ing. Eléctrica		2	11	50	27	90
G. Ing. Electrónica Industrial y Automática			14	47	27	88
G. Ing. Mecánica		2	27	103	38	170
Total ETSID	3	25	123	317	132	600

Fuente: Elaboración de los autores.

Tabla 7. Muestra de Empresas Colaboradoras.

Empresas	Prácticas
VOSSLOH ESPAÑA S.A.	32
ELECNOR, S.A.	24
SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, S.A.	15
TECNOLOGIA DE CORTE E INGENIERIA, S.L.	12
DULCESA S.L.UNIPERSONAL	11
SYSTEMTRONIC, S.A.	11
PMM INSTITUTE FOR LEARNING C.B.	10
ITERA SOLUCIONES DE INGENIERIA S.L.U.	9
MARSAN INGENIEROS, S.L.	7
MATRIU, S.L.	7
BALTERRA INGENIERÍA, S.L.	6
ORBITA INGENIERIA, S.L.	6
ENERGESIS GROUP S.L.	5
FORD ESPAÑA, S.L.	5
IMTECH SPAIN, S.L.	5

Fuente: Elaboración de los autores.

Suitberto Cabrera G., Enrique Ballester S., Elena Grimalt N., Ana Ballester C., Malak Kubessi P.

Una muestra de las Empresas colaboradoras se muestra en la tabla 7. Se relacionan estas Empresas por su meritoria y sistemática participación en la acogida y formación de los alumnos, pero se reconoce la labor formativa de todas las más de 300 Empresas, que a través de sus tutores participan activamente en esta importante actividad.

El análisis anterior permite tener una visión global del desarrollo y situación actual de la gestión y realización de las prácticas en empresas por los alumnos de la ETSID. Este es un análisis cuantitativo que no ha tenido en cuenta los aspectos de cómo se han realizado estas prácticas.

Un indicador de la satisfacción alcanzada por los estudiantes en los últimos cursos académicos se muestra a partir de los resultados de las encuestas realizadas a los alumnos. En la Tabla 8 se muestra la cantidad de encuestas realizadas. En término medio un 33 % de los alumnos contestó a las encuestas. Las preguntas a las cuales contesta el alumno es su grado de satisfacción con las prácticas en sentido general y el grado de satisfacción con la labor de la Unidad de Prácticas en Empresas de la ETSID. Los resultados de las respuestas a estas dos interrogantes se muestran en la Figura 4.

Tabla 8. Número de Encuestas.

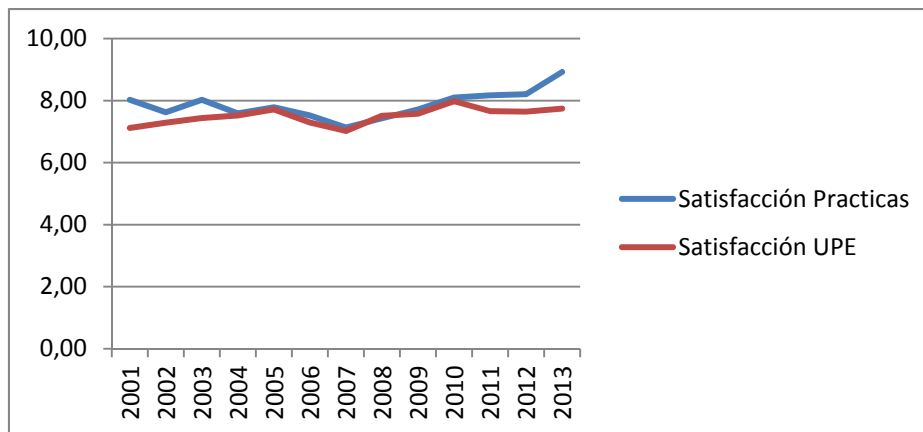
	Practicass	Encuestas	%
2005-2006	1.003	426,00	42,5
2006-2007	1.007	483,00	48,0
2007-2008	902	350,00	38,8
2008-2009	644	206,00	32,0
2009-2010	741	195,00	26,3
2010-2011	768	220,00	28,6
2011-2012	759	208,00	27,4
2012-2013	737	201,00	27,3
2013-2014	737	217,00	29,4

Fuente: Elaboración de los autores.

La satisfacción promedio con las prácticas en su conjunto en estos cursos es de 7,9 mientras que con relación a la Unidad de Prácticas de la ETSID es del 7,5, observándose una ligera tendencia creciente.

Las prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia.

Figura 4. Satisfacción de los alumnos con las prácticas.



Conclusiones, planes y perspectivas

Los indicadores que caracterizan la actividad son buenos y mantienen una tendencia ascendente, no obstante a partir de los resultados obtenidos y en la coyuntura actual y dentro de un proceso de mejora continua, es necesario tomar una serie de medidas para continuar mejorando los indicadores del sistema.

De acuerdo a la actual normativa las prácticas se realizan en base a un Convenio de Colaboración Educativa Empresa UPV que recoge los diferentes aspectos relacionados con la práctica alrededor de un proceso formativo dirigido por dos tutores, uno de la Empresa y el otro de la Escuela que al finalizar la práctica valoran la misma en función del cumplimiento de los objetivos y tareas planteados.

La nueva normativa aprobada en la UPV tiende a fortalecer los objetivos formativos e incluye algunos cambios en cuanto a un aumento de las horas de prácticas que pueden hacer los alumnos, la regulación de la realización de prácticas en el extranjero y en la propia UPV y lograr incluir y medir en los proyectos formativos de prácticas la adquisición, además de las específicas de cada titulación, de las competencias transversales definidas por la UPV:

1. Comprensión e integración.
2. Aplicación y pensamiento práctico.
3. Análisis y resolución de problemas.
4. Innovación, creatividad y emprendimiento.
5. Diseño y proyecto.
6. Trabajo en equipo y liderazgo.
7. Responsabilidad ética, medioambiental y profesional.
8. Comunicación efectiva.
9. Pensamiento crítico.

Suitberto Cabrera G., Enrique Ballester S., Elena Grimalt N., Ana Ballester C., Malak Kubessi P.

10. Conocimiento de problemas contemporáneos.
11. Aprendizaje permanente.
12. Planificación y gestión del tiempo.
13. Instrumental específica.

En este marco es recomendable:

Consolidar los valores de los indicadores obtenidos hasta el momento y analizar las medidas para mejorarlos, para ello hay que desarrollar tareas tendientes a:

- Que los alumnos conozcan la importancia de la realización de las prácticas y los procedimientos para realizarlas desde el primer curso del Grado.
- Fortalecer las relaciones con las Empresas actualmente participantes del proceso para lograr que continúen y en su caso aumenten el número de alumnos en prácticas.
- Lograr la incorporación de nuevas Empresas.
- Perfeccionar los proyectos formativos incluyendo y midiendo las competencias.
- Promover la participación de los profesores de la Escuela en las labores de tutoría de prácticas.
- Desarrollar labores divulgativas entre los alumnos para que conozcan las características de las empresas a través de la organización de jornadas, charlas, seminarios en asignaturas, etc., con la participación de personal técnico de las diferentes empresas.
- Vincular al desarrollo de las prácticas las necesidades de investigación, innovación y desarrollo de las Empresas con la posibilidad de ser incluidas en PFC, tesis de máster y trabajos y proyectos de investigación.

Referencias

- Ballesteros Velázquez, B., Manzano Soto, N. y Moriano, J. A. (2001). *Seguimiento y evaluación en la UNED del sistema de prácticas de los alumnos en empresas*. RELIEVE, v. 7, n. 1, p. 3-21.
http://www.uv.es/RELIEVE/v7n1/RELIEVEv7n1_1.htm
- Boletín Oficial de Estado, Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios. Publicado en: «BOE» núm. 184, de 30 de julio de 2014.
- García Delgado, J (2002). *Lo que hemos aprendido en 20 años de prácticas en empresas*. Revista de Docencia Universitaria. Vol. 2 Nº 1. Disponible en: <http://revistas.um.es/redu/index>.
- Kubessi, M y Ballester, E (2010). *Gestión e implantación de prácticas en empresa en una titulación de nueva creación en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño: Ingeniería Aeroespacial*. XVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Santander.

Las prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia.

Martínez Martín R (2003). *La inserción laboral de los universitarios a través de las prácticas en empresas*. Revista Española de Investigaciones Sociológicas 2003, (101). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99717912008>. ISSN 0210-5233

Repetto T.E., Pérez-González J.C (2007). *Formación en competencias socioemocionales a través de las prácticas en empresas*. Revista Europea de Formación Profesional Nº 40 2007/1.

Servicio Integral de Empleo (2014). *Memoria de Actividades 2014*. Ref. Editorial: 2094_06_01_01. Editorial Universitat Politècnica de València. Disponible en: [http://www.upv.es/entidades/SIE/menu_urlc.html?entidades/SIE/info/Memoria del Servicio Integrado de Empleo 2014.pdf](http://www.upv.es/entidades/SIE/menu_urlc.html?entidades/SIE/info/Memoria_del_Servicio_Integrado_de_Empleo_2014.pdf).

Universitat Politècnica de Valencia (2012). *Reglamento sobre prácticas en Empresas e Instituciones de los estudiantes de la Universitat Politècnica de València*. Disponible en: http://www.upv.es/contenidos/SIEPRACT/menu_urlc.html?contenidos/SIEPRACT/info/web/siepract/info/U0691021.pdf

PONENCIAS POR TEMÁTICA (índice)



ÍNDICE CON AUTORES (POR TEMÁTICA)

1029	Enseñanza de Geología en Ingeniería Civil: retos actuales. <i>I. Menéndez-Pidal de Navascues, A. Lomoschitz Mora-Figueroa, J. I. Jiménez López, E. Sanz Pérez</i>	22
1036	Aplicación de la distancia de Mahalanobis al estudio del rendimiento académico de los títulos de grado. <i>Hervás A., Polit J., Jiménez A., Capilla R.</i>	36
1037	Estudio del rendimiento académico de los grados del área industrial. <i>Capilla R., Polit J., Jiménez A., Peinado J.</i>	47
1098	Relación de la nota de selectividad y la nota media del primer y segundo curso de los Grados de Energía y Mecánica de la EUE-TIB. <i>José López López, Pablo Buenestado Caballero, Joan Grau Barceló, Juan Martínez Sánchez, Ricardo Torres Cámara, Olga Alca-raz Sendra</i>	56
1100	Reflexiones sobre el progreso académico de los estudiantes en la Escola Politècnica Superior de la Universitat de les Illes Balears: Implicaciones del perfil de ingreso. <i>M. Roca, Y. González, R. Mas, J. Rosselló, L. Carrasco, F. Forteza, B. Cardona, M. Llabrés y C. Guerrero</i>	66
1032	Procedimiento para la incorporación de resultados de aprendizaje en las guías docentes, orientado a la acreditación de títulos de Grado en Ingeniería..... <i>M^a Victoria Moya, M^a Carmen Aranda, Óscar de Cózar, Alberto Fernández, Antonio Guerra, Rafael Molina, Inmaculada de las Peñas, Alejandro Rodríguez</i>	77
1052	Circunstancias y condiciones existentes en el proceso de acreditación de las titulaciones de grado en la Escuela de Ingenieros Industriales de Albacete	89
1101	Acreditación de las titulaciones de grado. Experiencia de la EET-UPC..... <i>M^a Dolores Álvarez, Mireia Mata, Javier Cañavate, Joaquim Marqués, Carme Espot, Santiago Forcada, Jordi Voltas, Núria Garrido, Jordi Sellarés y Alfred Gil</i>	102
1105	Evaluación por Curriculum en los Títulos de Grado y Máster en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño..... <i>M^a Pilar Molina Palomares, Enrique Ballester Sarrias, Bernardo Álvarez Valenzuela, Juan Ángel Saiz Jimenez</i>	119
1024	Evaluación de competencia transversales. Experiencia en evaluación del trabajo en equipo en proyectos de implantación de Poka-Yoke. <i>Eva Maria Lopez Perea, Miguel Angel Mariscal Saldaña, Susana García Herrero</i>	131
1039	Desarrollo de competencias genéricas y estratégicas mediante plataforma Wiki en grados de ingeniería industrial. <i>Luis Celorrio Barragué, Armando Lopes Ramalho y Marcelo Rudolfo Calvete Gaspar</i>	145
1076	Experiencia piloto de desarrollo de competencias transversales mediante aprendizaje basado en proyecto en Ingeniería de Telecomunicación <i>J. Reig Pascual, M. Cabedo Fabrés, C. Carceller Candau</i>	159
1077	Los arquitectos técnicos también necesitan hablar en público: mejora de la competencia en comunicación oral. <i>Pons-Morera María, Navarro-Astor Elena, Fernández-Plazaola Igor</i>	172
1095	Decálogo para el desarrollo de la creatividad <i>Pedro Fuentes-Durá y Marina Puyuelo Cazorla</i>	185
1115	Evaluación de la competencia transversal Comunicativa Efectiva en la ETSID de Valencia <i>Rafa Seiz</i>	198
1079	“Competencia transversales: Implantación comparativa en distintos países”. <i>Torner Feltre, ME, Navarro García, ML, Molines Cano, JM, Llinares Millán, J</i>	210

1081	Claves de éxito para la implantación de un proceso de mentoría en una Escuela Técnica Superior de Ingeniería <i>Almudena Ochoa, Manuel Merino, Teodoro Adrada, Fernando Álvarez, Jesús Caja, Luís Dávila-Gómez, Daniel Fox, Piera Maresca, Carmen Martínez-Arévalo, Susana Yáñez.....</i>	222
1111	Desarrollo de la competencia transversal análisis y resolución de problemas en el Grado de Ingeniería Química, mediante el uso de MATLAB. <i>María-Fernanda López-Pérez, S.C. Cardona, J. Lora, A. Abad.....</i>	236
1030	Metodología de enseñanza-aprendizaje con la lengua inglesa como lengua vehicular en un entorno de Blended-Learning <i>Mª Angeles Carrasco García, Demetrio Fuentes Ferrera y Emiliano Almansa Rodríguez.....</i>	250
1033	Evaluación de la competencia transversal UPV: "Responsabilidad ética, medioambiental y profesional" mediante herramientas de ludificación. <i>N. Pascual-Seva, S. Asensio, M.T., Sebastián-Frasquet, M. Vargas.....</i>	260
1044	Evaluación de la competencia transversal "comunicación escrita" en las asignaturas de Física. <i>J.A. Gómez-Tejedor, M. Ardid Ramírez, V.P. Cuenca Gotor, J.M. Meseguer-Dueñas, J. Molina Mateo, J. Riera Guasp, I. Salinas Marín, M.H. Giménez, A. Vidaurre.....</i>	270
1092	Propuestas para la evaluación de la competencia transversal en Aplicación y Pensamiento Práctico en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos <i>Josep Lluís Suñer Martínez, Javier Carballeira Morado, Paloma Vila Tortosa y José Martínez Casas.....</i>	285
1112	Formula Student, talento fuera de las clases. <i>Sergio Peña-Miñano, Javier Catalán, Lucas Mestre, Juan Antonio García-Manrique.....</i>	297
1055	Integración empresarial en el desarrollo de proyectos para Ingeniería del Diseño <i>Inmaculada Marqués Pérez, Inmaculada Guaita Pradas.....</i>	309
1071	Propuesta metodológica para analizar la intención emprendedora de los estudiantes universitarios en relación a su perfil socioeconómico. Validación en el Campus d'Alcoi de la Universitat Politècnica de València. <i>Lucía Pérez Blanco, José Millet Roig, Pablo Díaz García y Pau Miró Martínez.....</i>	320
1017	Actualización de criterios formativos en gestión de la sostenibilidad: Contenidos temáticos para su aplicación transversal en diversas asignaturas de grados de ingeniería. <i>Francisco Javier Rodríguez Rodríguez, Xavier Núñez-Nieto, Rosa Devesa Rey, Itziar Goicoechea Castaño, Belén Barragáns Martínez.....</i>	336
1054	¿Por qué no enseñamos MODELIZACIÓN con hoja de cálculo para ANÁLISIS de SENSIBILIDAD y PROSPECTIVA en Escuelas de Ingeniería, ni siquiera en prestigiosas Escuelas de Negocios? <i>Ferran Virgós Bel.....</i>	348
1066	Experiencia en la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial en la implantación del Doble Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid <i>Roque Calvo, Isabel Carrillo, Luis Castedo, Raquel Cedazo, Daniel Fox, Juan Mario García, Fernando Gómez, Emilio Gómez, Julián Narbón, Rosa Ocaña.....</i>	362
1083	DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA LA RECOGIDA DE INFORMACIÓN Y EL ANÁLISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE ASIGNATURAS EN LA UPM. CONCLUSIONES RESPECTO AL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA <i>Francisco Santos Olalla, Juan Manuel Arroyo Sanz, Jesús Caja García, José Javier Fernández-Golfín Seco, Piera Maresca, Jesús Novillo Carmona.....</i>	372
1049	Proyecto de orientación y mentorización al alumnado de nuevo ingreso en una escuela de ingeniería <i>Juan Pedro Peña Martín, Eva González Parada, Carmen García Berdonés y Eduardo Javier Pérez Rodríguez.....</i>	383
1068	Estudio de empleabilidad de las personas tituladas en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón <i>Juan Carlos Campo, Hilario López, Manuel García.....</i>	397
1075	La duración de los estudios de Ingeniería a debate <i>Isabel Sánchez Bascónes Jesús Ángel Pisano Alonso, Cristina Pérez Barreiro, Esperanza Alarcia Estévez.....</i>	408

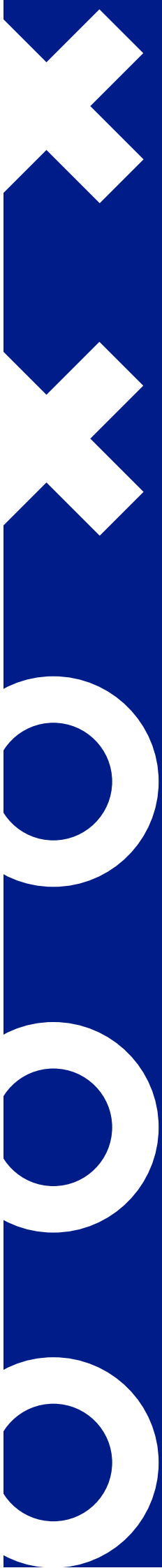
1091	La Actividad Dirigida como Elemento de Transversalidad en los Estudios de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática <i>Herminio Martínez García y Jordi Cosp Vilella</i>	420
1099	Buscando mejorar la eficiencia: xperiencia tras el primer año de una nueva Subdirección <i>Ricardo Cobacho y Bernardo Álvarez</i>	434
1023	Experiencias en la implantación del Master en Ingeniería Industrial en la Universidad de Burgos <i>Miguel Angel Mariscal Saldaña, Francisco Javier Rodriguez Vidal y Monserrat Díez Mediavilla</i>	445
1065	Aplicación práctica del Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura Construcciones Industriales del Master Universitario de Ingeniería Industrial. <i>Luis Celorrio Barragué</i>	455
1082	DisTecD, una revista para la divulgación del Diseño y la Tecnología para el Desarrollo <i>María del Mar Recio, Manuel Merino, José Antonio Mancebo, María Teresa Hernández</i>	470
1102	Experiencia de coordinación trasversal y aprendizaje basado en proyectos <i>Andres Conejero-Rodilla, Sabina Asensio-Cuesta</i>	482
4	Metodología "Emotion Research LAB" en diseño de objeto para resguardar de la lluvia a usuarios en silla de ruedas <i>Mª Dolors Puig Martí y Adelina Bolta Escolano</i>	495
12	Fomento De La Habilidad De Búsqueda Bibliográfica e Los Alumnos A Traves De Un Proyecto De Innovación Docente. <i>María del Carmen Mata Montes, Demetrio Fuentes Ferrera</i>	511
13	Uso de Matlab para resolución de problemas, orientado al fomento del aprendizaje refl xivo en la Enseñanza de la Ingeniería <i>J. L. Vicéns Moltó, B. Zamora Parra, D. Ojados González</i>	522
1051	Estudios previos sobre doble titulación en Ingeniería Mecánica y Administración de Empresas <i>Inmaculada Guaita Pradas, Bernabé Marí Soucase y Enrique Ballester Sarrias</i>	535
1109	Cómo trabajar de forma interdisciplinar: una experiencia práctica <i>Rosa Pardo Coy, Mar Montoro Martín y Miquel A. Oltra Albiach</i>	545
1035	Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas valencianas <i>Adelina Bolta Escolano y Mª Dolors Puig Martí</i>	553
1064	La Evaluación Continua en la ETSID <i>Nicolás Laguarda Miró, Enrique Ballester Sarrias, Ricardo Pérez Herrerías, Bernardo Álvarez Valenzuela y Claudia Conesa Domínguez</i>	565
1085	Implementación de una metodología de corrección automatizada usando el campus virtual y herramientas externas. Aplicación práctica en asignaturas del ámbito de la termotecnia. <i>J.Grau, J.Príncipe, J.López, R.Torres, V.Bitriana, J.A.García-Alzórriz y A.Fontanals</i>	578
1104	Una iniciativa para fomentar el trabajo continuo en ingeniería acústica: del laboratorio a casa <i>Héctor Climent, Francisco José Arnau, Roberto Navarro y Pedro Martí-Aldaraví</i>	589
1107	Diseño de una metodología de aprendizaje activa para la formación de competencias en el ámbito del análisis y diseño de turbomáquinas térmicas <i>Pablo Olmeda, Jaime Martín, Ricardo Novella y Pedro Piqueras</i>	601
1108	Estrategias de intercambio y colaboración internacional en la ETSID-UPV <i>Sergio Hoyas, Manuel Fernández, Cristina Petit y Mario Lazaro</i>	618
1	Aprendizaje Basado en Problemas y Flipped Classroom. Una experiencia de innovación docente en ingenierías del ámbito industrial <i>Susana Lucas Yagüe, Mª Teresa García Cubero, Mónica Coca Sanz, Gerardo González Benito, Asunción Garrido Casado, Ángel Cartón López, Miguel Ángel Urueña Alonso</i>	629

3	Aprendizaje activo: un escenario para la motivación de los alumnos a través de la adquisición de competencias <i>Gabriel Fiol Roig</i>	642
7	Estrategia de aprendizaje activo en la asignatura "Ingeniería Ambiental" <i>Marina Corral Bobadilla, Rubén Lostado Lorza, Eliseo P. Vergara González y Fátima Somovilla Gómez</i>	656
8	Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen. Caso práctico del electroscópio como experiencia interdisciplinar entre Física y Matemáticas. <i>Jesús Alba, Romina del Rey, Anna Vidal y Bernardino Roig</i>	666
9	Modelos matemáticos en un problema de epidemias <i>Anna Vidal Meló, Francisco José Boigues Planes y Vicente D. Estruch Fuster</i>	677
14	Rescate de la magnitud tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Turbomáquinas Hidráulicas <i>J. L. Vicéns Moltó, B. Zamora Parra</i>	691
15	Representando números enteros en el computador mediante un puzzle de Aronson <i>Antonio Martí-Campoy</i>	705
16	El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal <i>L. Bayón, J. M. Grau, J. A. Otero, M. M. Ruiz, P. M. Suárez</i>	719
1020	Metodología docente aplicada a las tecnologías de seguridad industrial mediante los criterios del órgano nacional científico - técnico especializado en la materia <i>Miguel A. Sebastián, Francisco Brocal</i>	733
1021	Implementación de la propuesta docente CDIO en una asignatura de último curso del grado de Ingeniería electrónica Industrial y automática <i>B. Alorda, C. Carmona y P. Pons</i>	747
1038	Una mirada retrospectiva al Aprendizaje Basado en Problemas en Ingeniería <i>Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.</i>	760
1040	Utilización de herramientas de cálculo complejas en el aula: desarrollo de LPRES Library <i>Juan M. Tizón, Pablo Sierra y Emilio Navarro</i>	774
1041	La crítica como herramienta para el aprendizaje activo. Un ejemplo de aplicación en las asignaturas de Estadística en la EUETIB <i>Pablo Buenestado Caballero</i>	792
1043	Aplicación y validación de un Aprendizaje Basado en Problemas en estudiantes universitarios de Ingeniería de la Construcción <i>Rodríguez González, C.A. y Fernández Batanero, J.M.</i>	802
1058	Implantación de metodologías de cálculo a través del lenguaje Python para asignaturas impartidas en las titulaciones de la ETSIN. <i>Leo Miguel González, Jose Luis Cercós y Daniel Esteban Burgos</i>	812
1062	Utilización de técnicas de gamificación para potenciar el aprendizaje en una asignatura optativa <i>Carmen Mata, Elena M^a Beamud, David Calvo-Parra</i>	822
1067	Aplicación de la Evaluación Formativa como metodología para la adquisición de competencias en asignaturas de Ingeniería. <i>M^a Inmaculada González Alonso, Ramón Ángel Fernández Díaz, Manuel Castejón Limas y Ángel Pérez-Pueyo</i>	831
1069	Propuesta de introducción de la Educación para el Desarrollo en la Universitat Politècnica de València a través de la metodología de aprendizaje-servicio <i>Gómez Torres, María de los Llanos; Gómez Gómez, Diego; Fernández-Baldor Martínez, Álvaro</i>	847

1072	Elaboración de propuestas europeas para el aprendizaje por descubrimiento guiado en sesiones de seminarios: caso de estudio en Bioinformática <i>Juan M García-Gómez</i>	861
1084	Curso Semipresencial de Adaptación al Grado en Arquitectura Técnica <i>Pedro Gerardo Salinas Martínez</i>	871
1090	Aplicación de metodologías de gestión y dinamización grupal en carreras técnicas mediante la técnica Jigsaw: un caso práctico. <i>Felipe Pedro Álvarez Rabanal, Mar Alonso-Martínez, Juan José del Coz Díaz, Francisco J. Suárez-Domínguez y Ma Belén Prendes-Gero</i>	882
1110	Diseño de una programación de clase invertida para una asignatura de Grado <i>Miquel A. Oltra Albiach y Rosa M. Pardo Coy</i>	894
1026	Nuevas tecnologías docentes basadas en sistemas automáticos micro-controlados. <i>Álvaro Jiménez Montero, José María Sierra Fernández, Agustín Agüera Pérez, Jose Carlos Palomares Salas y Juan José González de la Rosa</i>	905
1027	Didáctica en los anejos de Geología y Geotecnia de los TFT de las titulaciones de ingeniería civil: bases metodológicas. <i>I. Menéndez-Pidal de Navascues, A. Lomoschitz Mora-Figueroa, M.A. Franesqui García, J. I. Jiménez López, E. Sanz Pérez</i>	918
1042	Evaluación y Calificación en Grupo de Laboratorio de Matemática Computacional <i>Belén García-Mora y Jose A. Morano</i>	932
1046	El rol del profesor en las enseñanzas de grado en la Escuela Politécnica de Mondragón Unibersitatea <i>Miren Itziar Zubizarreta</i>	941
1050	La participación social aplicada al aprendizaje basado en proyectos. Su desarrollo metodológico en asignaturas de diseño urbano y diseño de producto <i>Ana Portalés Mañanós, M^a Consuelo Esteve Sendra, Maite Palomares Figueres, Nuria Pascual-Seva</i>	950
1057	Diseño de una línea de fresado químico a escala de laboratorio <i>I. Del Sol, M. Álvarez, A. Gómez-Parra, A. Calvino, M. Batista y M. Marcos</i>	966
1074	Aprendizaje Basado en Proyectos en Instrumentación Industrial y Medida <i>Javier de las Morenas, Fernando Martínez y María Ángeles Carrasco</i>	977
1078	Taller de Energías Renovables: Una nueva forma de aprender y desarrollar la imaginación creando conceptos. <i>Rico Secades, Manuel, Calleja Rodríguez Antonio J., Lopez Corominas Emilio, Ribas Bueno Javier</i>	987
1094	Diseño preliminar de una planta de valorización de residuos de industrias agroalimentarias en la región de Castilla-La Mancha <i>E. Lacasa, C.M. Fernández-Marchante, C. Sáez, M.A. Rodrigo y P. Cañizares</i>	1001
1103	Análisis del funcionamiento de motores de combustión interna alternativos en condiciones de conducción reales y evaluación de la eficiencia en la conducción mediante el uso de sistemas GPS y OBD <i>Carlos Guardiola, Vicente Dolz, Benjamín Pla y Alberto Reig</i>	1012
1053	Uso de las demostraciones prácticas en las clases de teoría para mejorar el aprendizaje de la Electrotecnia. <i>Pedro Llovera Segovia, Josep Simon y Vicente Fuster Roig</i>	1026
1061	Visualización de las curvas de Lissajous mediante los sensores de aceleración de los smartphones <i>Luis Tuset-Sanchis, Juan C. Castro-Palacio, José A. Gómez-Tejedor, Francisco J. Manjón, Enrique Ballester y Juan A. Monsoriu</i>	1039
1063	La INGENIERÍA FORENSE: Una oportunidad profesional <i>Luis Francisco Pascual Piñeiro</i>	1049

1113	Innovación educativa a través de la evaluación: de las rúbricas a la autoevaluación <i>Anna Devís, Josep-Vicent Garcia i Margarida Castellano</i>	1064
1114	Modalidades educativas emergentes: la clase inversa <i>Enrique Ballester y Francesca Romero</i>	1077
1116	Experiencia del Curso de Adaptación a Grado de Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática. <i>Eduardo Cañizares, Houcine Hassan, Enrique Ballester</i>	1085
1117	Metodología Activa para el Desarrollo de Sistemas Informáticos Industriales Avanzados <i>J.V. Busquets, J. Albaladejo, A. Perles, J.V. Capella, C. Domínguez, J.M. Martinez, H. Hassan</i>	1094
1019	El Aula de Física en las Colonias Científicas de la Universitat Jaume I de Castellón <i>Mercedes Fernández-Alonso, Lluís Martínez-León, Enrique Tajahuerce, Jesús Lancis, Gladys Mínguez-Vega, Vicent Climent, Noemí Sanchis-Ferriols, Jorge Pérez-Vizcaíno Omel Mendoza-Yero y David Campos-Abad</i>	1109
2	Utilización de recursos software y mini-videos docentes como herramientas didácticas en asignaturas de ingeniería industrial <i>Susana Lucas Yagüe, M^a Teresa García Cubero, Mónica Coca Sanz, Gerardo González Benito, Asunción Garrido Casado, Ángel Cartón López, Miguel Ángel Urueña Alonso</i>	1120
6	Metodología “Flipped classroom” para el aprendizaje de software de diseño en las asignaturas de grado en ingeniería mecánica <i>Rubén Lostado Lorza, Marina Corral Bobadilla, Fátima Somovilla Gomez y Maria Ángeles Martínez Calvo</i>	1133
11	Experimenta la Física con tu Smartphone: medida de la constante elástica de un muelle <i>V. Cuenca-Gotor, F. J. Manjón, I. Salinas, M. H. Giménez-Valentín, J. A. Sans, J. A. Monsoriu, J. A. Gómez-Tejedor</i>	1143
1031	Simulación de vuelo en entornos multiusuario, experiencia del Diploma de Extensión Universitaria en pilotaje de RPAS <i>Pedro Yuste Pérez, Daniel Sáez Bo, Hector Usach Molina, Israel Quintanilla García y Juan Antonio Vila Carbó</i>	1155
1034	¿Qué opinan de la metodología “flip teaching” los alumnos de nuevo ingreso? <i>Rosa M^a Alcover, Cristina Jordán, Esther Sanabria-Codesal y Elena Vázquez</i>	1169
1080	Aplicación de las Nuevas Tecnologías en la enseñanza Universitaria. <i>Molines Cano, JM, Llinares Millán, J, Torner Feltrer, ME, Navarro García, ML</i>	1183
5	Experiencias de Cloud Computing en la Gestión de Entornos Virtuales Computacionales en la Enseñanza <i>Jose F. Monserrat, Germán Moltó y Damián Segrelles</i>	1197
1022	Docencia presencial y laboratorio remoto: una unión idónea para las prácticas de motores alternativos <i>Emilio Navarro Arévalo, Juan Manuel Tizón Pulido</i>	1211
1060	“WAVEFRONT TESTER: Un nuevo laboratorio virtual para el estudio de los sensores frente de onda. <i>Vicente Ferrando, Laura Remón, Walter D. Furlan, Fernando Giménez y Juan A. Monsoriu</i>	1223
1087	Curvas en el espacio: un laboratorio virtual <i>F. Giménez-Palomares y J. A. Monsoriu-Serrá</i>	1231
1088	Aplicación de la convolución de matrices al filtrado de imágenes <i>F. Giménez-Palomares, J. A. Monsoriu y Elena Alemany-Martínez</i>	1243
1056	Diseño de un Experimento de Optimización del Proceso de Coagulación-Floculación de Aguas en el Laboratorio de Química <i>Rosa Devesa-Rey, Francisco Javier Rodríguez Rodríguez y Santiago Urréjola Madrián</i>	1256
1059	La innovación en la enseñanza de la Geometría Descriptiva. El uso de las herramientas digitales y el estudio de casos reales <i>Juan J. Cisneros Vivó, Pedro M. Cabezos Bernal</i>	1267
1048	APLICACIÓN DEL PROTOCOLO LTI A LA RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS EN UNA PLATAFORMA MOODLE <i>Jordi Cosp-Vilella, Roc Meseguer-Pallares y Herminio Martínez-García</i>	1280

1089	Hacia un nuevo entorno de aprendizaje en la Electrónica de Potencia: de lo virtual a lo personal <i>F.D. Trujillo-Aguilera, A. Pozo-Ruz, P.J. Sotorrió-Ruiz, E.B. Blázquez-Parra y J. Sánchez-Rodríguez.....</i>	1290
1097	La Docencia de la Estadística en las Titulaciones de Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Diseño de la Universitat Politècnica de València. <i>Suitberto Cabrera G., Asela Cabrera U., Suitberto Cabrera U., Andrés Carrión G.....</i>	1303
1045	Alumni de la Universitat Politècnica de València (UPV). Servicio Universitario creado para mantener el vínculo de la universidad con sus titulados <i>Rosa Puchades Pla, Belén Arrogante Huertas, Silvia Ballester Collado.....</i>	1315
1073	Estudio de empleabilidad de las personas tituladas en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón <i>Juan Carlos Campo, Hilario López, Manuel García.....</i>	1329
1096	Las prácticas en Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universitat Politècnica de València <i>Suitberto Cabrera G., Enrique Ballester S., Elena Grimalt N., Ana Ballester C., Malak Kubessi P.....</i>	1340



**Actas del 23 Congreso Universitario de
Innovación Educativa en las
Enseñanzas Técnicas**
Valencia, 15-17 de julio de 2015



conferenciadirectores



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA