



## Algunas Propuestas Metodológicas para el Aprendizaje de Competencias Matemáticas en Ingeniería

L. Bayón Arnau, P. Fortuny Ayuso, J. M. Grau Ribas, J. A. Otero Corte,  
M. M. Ruiz Santos, P. Suárez Rodríguez

Departamento de Matemáticas, Universidad de Oviedo, Campus de Gijón, Asturias.  
[jaurelio@uniovi.es](mailto:jaurelio@uniovi.es); [mruiz@uniovi.es](mailto:mruiz@uniovi.es)

---

### **Abstract**

*Once the first batch of graduates in Engineering have completed their studies within EHEA framework, as their training -compared to that of the previous classes- is based on the acquisition of competences, a revision our teaching-learning methods is required; we need to question whether they are or are not focused on the acquisition of the competencies demanded by the current world. In this work, specific methodological proposals are presented for the Mathematics courses within the area of Engineering; their purpose is to work and evaluate some mathematical competences that, as we have detected during the last courses, are quite scant among the students entering engineering degrees. We especially emphasize the following: thinking and reasoning, arguing and communicating mathematically.*

**Keywords:** *Competence, Mathematics, Methodological Resources, Engineering.*

---

### **Resumen**

*Una vez que se han graduado las primeras promociones de titulados en Ingeniería en el marco del EEES cuya diferencia respecto a las promociones anteriores es que su formación está basada en la adquisición de competencias, es necesario revisar nuestros métodos de enseñanza-aprendizaje, cuestionándonos si están enfocados o no en la adquisición de estas competencias que demanda el mundo actual. En este trabajo se presentan propuestas metodológicas concretas en la materia de Matemáticas dentro del área de las Ingenierías cuya finalidad es trabajar y evaluar algunas competencias matemáticas que,*

*según hemos detectado durante los últimos cursos, son bastante deficientes entre los alumnos que acceden a los grados de ingeniería. Destacamos especialmente las siguientes: pensar y razonar, argumentar y comunicar matemáticamente.*

**Palabras clave:** *Competencia, Matemáticas, Recursos Metodológicos, Ingeniería.*

## **Introducción**

Una sociedad que cambia con rapidez precisa una formación que capacite personas para actuar en contextos diferentes del que rodeó su aprendizaje y no le basta con individuos que almacenen conocimientos que podrían quedar obsoletos o que, simplemente, estén entrenados para realizar tareas mecánicas. Ante esta demanda, los sistemas educativos responden con un cambio fundamental en el enfoque docente, que pasa de un aprendizaje basado en contenidos a otro basado en competencias.

El concepto de competencia es complejo debido a su origen en campos diversos como la psicología, el mundo laboral o la lingüística y a los diferentes enfoques en su aplicación [1].

El diccionario de la Real Academia Española lo define como la pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado. En otras palabras, competencia es la capacidad de enfrentarse con garantías de éxito a una tarea en cierto contexto.

No se deben separar los conceptos de conocimiento y competencia, como se distinguía tradicionalmente entre teoría y práctica. Hay teorías cuya comprensión nos hace más competentes en un campo concreto y otras no. Análogamente, hay prácticas cuyo dominio hace más competentes en dicho campo y otras no porque, por ejemplo, pueden haber quedado obsoletas.

La definición que ofrece Echeverría [2] sirve tanto a contextos educativos como profesionales: es el resultado de integrar cuatro componentes básicos: «saber» o competencia técnica; «saber hacer» o competencia; «saber estar» o competencia participativa; «saber ser» o competencia personal. Así, «posee competencia profesional quien dispone de los conocimientos, destrezas y actitudes necesarios para ejercer su propia actividad laboral, resuelve los problemas de forma autónoma y creativa y está capacitado para colaborar en su entorno laboral y en la organización del trabajo» [3].

Y una tercera, de suma trascendencia, es la que surge del Proyecto Europeo de Educación Superior Tuning [4]. Se define como combinación de «conocimientos, comprensión y habilidades que se espera que el estudiante domine, comprenda y demuestre después de completar un proceso de aprendizaje».

En suma, las competencias parecen aportar un enfoque a la educación, que facilita la mejora del aprendizaje y la calidad de los egresados, en aspectos como: priorizar el aprender sobre lo enseñado, facilitar a los estudiantes herramientas claves para su futuro ejercicio profesional, dar un mayor sentido y utilidad social a la educación superior, preparar para la vida y el mundo laboral, mejorar la empleabilidad de los graduados, lograr una formación integral, ...

### **Algo más sobre Competencias**

A finales de la década de los 90, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) lanzó el proyecto DeSeCo (Definition and Selection of Competencies). Se pretende un marco conceptual para establecer los objetivos de cualquier sistema educativo que pretenda fomentar la educación a lo largo de toda la vida. DeSeCo fijó las competencias claves para cualquier individuo: comunicación en lengua materna y en una lengua extranjera, matemáticas, ciencia y tecnología y digital, aprender a aprender, interpersonales y cívicas, espíritu emprendedor y expresión cultural [5].

Para decidir *qué competencias son relevantes*, el proyecto Tuning establece tres tipos:

- *instrumentales*, como analizar y sintetizar, organizar y planificar, manejar Tics o ser capaz de expresarse adecuadamente en una segunda lengua;
- *interpersonales*, como ejercer la autocrítica o trabajar en equipo;
- *sistémicas*, como aplicar conocimientos a la práctica, adaptarse a nuevas situaciones, etc.

Existen más clasificaciones que suelen ser de carácter bastante general [6] pero, habitualmente, las competencias se clasifican en *generales* y *específicas*.

Las generales se relacionan con operaciones mentales aplicables en diversos contextos y suelen definirse para varios conjuntos de estudios. Constituyen una parte fundamental del perfil profesional y formativo de la mayoría de las titulaciones universitarias. Son transversales y transferibles a una amplia variedad de contextos personales, sociales, académicos y laborales a lo largo de la vida. Están, por ello, relacionadas con el «saber estar» y el «saber ser».

Las específicas son las destrezas relacionadas con las áreas de estudio, los métodos y técnicas apropiadas que pertenecen a las diferentes disciplinas según el área de conocimiento. Se relacionan con cada área temática, y tienen una gran importancia para cualquier titulación al estar específicamente relacionadas con un conocimiento concreto.

También se habla además de competencias *transversales*, que no es un tercer tipo de competencia, sino una competencia que recorre horizontalmente el curriculum.

## **Una selección de Competencias Matemáticas para Ingenieros**

La finalidad de los estudios de Ingeniería es generar profesionales capaces de afrontar los cada vez más complejos problemas que vive la humanidad dando soluciones creativas y materialmente rentables [7]. En esta rama, las Matemáticas constituyen una de las materias básicas: una formación con sólida base Matemática dota al estudiante de herramientas necesarias para afrontar su actividad profesional. No en vano, las Matemáticas tienen como objetivo final conseguir los modelos que explican las ciencias y la tecnología. Es por esto que, el proyecto Tuning América Latina propone una extensa lista de competencias generales y específicas del ámbito de las Matemáticas que intervienen en la formación de un Ingeniero [8].

El grupo de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid [9] realiza una selección de las competencias generales y propone como destacadas las siguientes: analizar y sintetizar información, argumentar lógicamente; expresar ideas con rigor y claridad; aplicar el sentido común, establecer analogías entre situaciones distintas; dar ejemplos particulares de una situación general; abstraer lo general de varios ejemplos particulares; generar ideas nuevas, razonar cuantitativamente; obtener información cualitativa de datos cuantitativos; explorar distintas estrategias de resolución de problemas; visualizar geométricamente un sistema; establecer hipótesis útiles en la resolución de un problema; expresar de maneras diferentes pero equivalentes el mismo problema y manejar con precisión el lenguaje matemático.

Es evidente que una competencia general puede quedar reflejada en varias específicas y una competencia específica puede recoger aspectos de varias generales.

Diferentes informes internacionales de evaluación [11], han revelado, por lo que se refiere a España, una insuficiente competencia matemática para aplicar lo aprendido a situaciones de la vida cotidiana. Una educación de calidad no puede eludir su responsabilidad en el desarrollo de las competencias básicas como la matemática, entendida, según el Proyecto PISA de la OCDE: “Capacidad de un individuo para identificar y comprender el papel que las Matemáticas juegan en el mundo, realizar razonamientos bien fundados y utilizar e involucrarse en las matemáticas de manera que satisfagan las necesidades de la vida del individuo como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo”.

El énfasis se sitúa entonces en el proceso más que en el resultado y en la actividad más que en el conocimiento. Por ello, la competencia matemática no debe limitarse al conocimiento de la terminología, datos y procedimientos matemáticos, aunque, lógicamente, debe incluirlos, ni a las destrezas para realizar ciertas operaciones y cumplir con determinados métodos. Se trata de ponerla en acción para resolver los problemas que se pueden presentar en diferentes situaciones de la vida cotidiana.

Entre los muchos alumnos que acceden al primer curso de los diferentes Grados en Ingeniería de nuestro centro, se han detectado bajos niveles en la adquisición de competencias matemáticas básicas. Esto nos hace dudar si muchos de nuestros estudiantes de primer año tienen un

buen nivel de "alfabetización matemática", esto es, identifica y entiende el papel de las Matemáticas en la Ingeniería y hace juicios bien fundados usándolas.

Algunas de estas competencias en las que "flojean" son: pensar matemáticamente, usar símbolos y representar entidades, modelar, plantear y resolver problemas, utilizar herramientas tecnológicas, argumentar, comunicarse y comunicar con y sobre las Matemáticas.

Las Matemáticas presentadas de manera inductiva, desde lo particular a lo general, experimentando y resolviendo problemas conectados con la vida real, no sólo motiva, sino que también estimula la curiosidad. Todo lo anterior se ve reforzado con el manejo de nuevas tecnologías que logran la agilidad en el cálculo y la visualización de los procesos.

Esta metodología trabaja competencias como: interpretar modelos de situaciones reales y manejar otros, usar símbolos y herramientas tecnológicas para la matematización de procesos, representar, plantear y resolver problemas. Hay otras, fundamentales, que o se abordan colateralmente, o no se trabajan con el alumno. Destacamos especialmente tres:

1. *Pensar y Razonar Matemáticamente*. El alumno debe:
  - saber proponer cuestiones de las Matemáticas (¿Cuántos?, ¿Cómo encontrarlos?, ¿Qué implica?, ...) y conocer los tipos de respuesta que estas ofrecen (si..., entonces..., etc.),
  - entender y saber utilizar conceptos matemáticos, conocer su extensión y limitaciones,
  - saber pasar de lo concreto a lo abstracto,
  - distinguir entre diferentes tipos de enunciados matemáticos: definiciones, teoremas, hipótesis, conjeturas, afirmaciones condicionadas,...
2. *Argumentar Matemáticamente*. El estudiante debe:
  - seguir y evaluar cadenas de argumentos de diferentes tipos tanto propios como presentados por otros individuos,
  - conocer lo que es una demostración, descubrir sus ideas básicas y diferenciarla de otros razonamientos matemáticos,
  - diseñar y expresar argumentos matemáticos formales que pueden ser transformados en demostraciones válidas.
3. *Comunicarse y comunicar con y sobre las Matemáticas*. El futuro Ingeniero debe de ser capaz de:
  - entender textos escritos y exposiciones orales con base y contenido matemático,
  - expresarse en forma oral o escrita sobre temas de contenido matemático usando la simbología propia y herramientas TICs que facilitan la transmisión y comprensión.

Estas tres competencias resultan transversales con modelar, plantear y resolver problemas. Y es que en suma: "Tener competencia matemática significa: poseer habilidad para comprender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en una variedad de contextos intra y extra matemáticos y situaciones en las que las matemáticas juegan o pueden tener protagonismo" [12].

### **Propuesta Metodológica**

Si las competencias son capacidades para desarrollar una determinada actividad, su adquisición y desarrollo debe hacerse mediante el empleo de metodologías y recursos lo más adecuadas y próximas a la realidad posible. Así lo entiende el MEC en las orientaciones para la elaboración de los títulos [13]. Las propuestas europeas en este sentido, introducen el binomio tarea/actividad como elemento del programa formativo. Por tarea se entiende una propuesta de trabajo que parte del profesorado hacia el estudiante, mientras que la actividad es el trabajo que desarrolla el estudiante en función de la tarea encomendada. Es necesario que exista una relación explícita entre las tareas propuestas y las competencias a lograr, así como el seguimiento por parte del profesorado de las actividades realizadas por el estudiante.

El aprendizaje de las matemáticas, depende de la influencia del profesor, del dominio de su disciplina, del ámbito de sus competencias, del modo didáctico que implemente y particularmente, de su estilo de enseñanza, por lo que, si el profesor logra hacer compatible su estilo de enseñanza con el estilo de aprendizaje de los estudiantes, el rendimiento académico de estos probablemente será mayor [10]. Los índices de éxito, fracaso y abandono en el aprendizaje de las matemáticas, así como en el desarrollo de competencias, parecen estar asociados, entre otros aspectos, a la concordancia-discrepancia entre los estilos de aprender/enseñar que se da entre los estudiantes y los docentes.

Para superar lo anterior, el docente ha de reconocer las diferencias con sus estudiantes y entre ellos y debe diseñar actividades y experiencias que se correspondan con los estilos de aprendizaje. El implementar variantes metodológicas al estilo tradicional es lento y gradual pero hace posible que el aprendizaje pueda aportar las competencias requeridas.

En cuanto al sistema de evaluación, constituye un ingrediente fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje porque, de manera inevitable, el estudiante orienta su modo de trabajar en función de cómo va a ser evaluado. Se trata de diagnosticar el grado de consecución de los objetivos. Para ello, será preciso definir criterios de evaluación basados en indicadores que concreten el nivel de dominio de las competencias en cuestión y decidir qué pesos se les asigna, teniendo en cuenta el trabajo realizado por el estudiante y diseñando pruebas de evaluación acordes a las tareas propuestas previamente. Presentaremos algunos ejemplos de tareas diseñadas con el fin de trabajar y evaluar el aprendizaje de las competencias señaladas.

#### **Pensar Matemáticamente: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**

Al inicio de una materia, el estudiante no tiene suficientes conocimientos y habilidades que le permitan, en forma efectiva, resolver un problema. El ABP consiste en que un grupo de estudiantes de manera autónoma consiguen elaborar un diagnóstico de las necesidades de aprendizaje, construir el conocimiento y trabajar cooperativamente. En un proceso de aprendizaje tradicional (AT), el profesor asume el rol de experto o autoridad formal. En un proceso de aprendizaje basado en problemas el profesor tiene un rol de facilitador, tutor, guía, co-

aprendiz, asesor. Básicamente, las diferencias entre el AT y el ABP están en el carácter lineal del proceso de aprendizaje que se genera en el primero y el carácter cíclico del segundo [14].

*Objetivos:* Descubrir qué necesita conocer para avanzar en la resolución de la cuestión propuesta (diagnóstico de necesidades de aprendizaje). A lo largo del proceso, a medida que el estudiante progresa, se espera que sea competente en planificar y llevar a cabo intervenciones que le permitirán, finalmente resolver el problema de forma adecuada (construcción del conocimiento). Y todo ello, trabajando de manera cooperativa. El ABP, por un lado facilita, o fuerza, a la interdisciplinaridad y la integración de conocimiento, atravesando las barreras propias del conocimiento fragmentado en disciplinas y materias; por otro, incluye el desarrollo del pensamiento crítico en el mismo proceso de enseñanza y aprendizaje, no lo incorpora como algo adicional, sino que es parte constitutiva de tal proceso.

*Metodología:* Consiste en que un grupo de estudiantes de manera autónoma, aunque guiados por el profesor, deben encontrar la respuesta a una pregunta o solución a un problema de forma que al conseguir resolverlo correctamente suponga que los estudiantes tuvieron que buscar, entender e integrar y aplicar los conceptos básicos del contenido del problema así como los relacionados. En el AT, la identificación de necesidades de aprendizaje y la exposición de conocimientos está a cargo del profesor (tiene principio y fin en la actividad docente). En el ABP, el alumno adquiere el máximo protagonismo al identificar sus necesidades de aprendizaje y buscar el conocimiento para dar respuesta a un problema planteado, lo que a su vez genera nuevas necesidades de aprendizaje.

*Tarea:* ¿Por qué las multas de tráfico? La policía desea averiguar la velocidad exacta a la que circula un vehículo para descubrir si excede o no los límites legales establecidos para esa vía. El objetivo es llegar al Teorema de Valor Medio de Lagrange.

*Evaluación:* La *evaluación continua* nos parece razonable para esta tarea porque también el aprendizaje se logra como consecuencia de un proceso continuo, en el que hay tres momentos claves que permiten al profesor-tutor hacer el seguimiento del aprendizaje: su diagnóstico de los conocimientos necesarios, el desarrollo de los argumentos teóricos precisos y, por supuesto el trabajo del grupo a lo largo del proceso.

### **Argumentar: Taller de Lectura-Debate**

Tendemos a desligar las habilidades lectoras y de expresión oral y escrita del rendimiento en Matemáticas. Pero uno de los grandes problemas que enfrentan los estudiantes en la actualidad es el uso de los conocimientos matemáticos en la resolución de problemas que tienen que ser leídos de manera independiente para resolverse. Este asunto parece que se encuentra más vinculado a otras asignaturas que no son propiamente las matemáticas, sino al aprendizaje de la lengua. Más aún, la clave para obtener buenos resultados en los exámenes se encuentra en su competencia lectora. Lo anterior tiene que ver con tres variables: la comprensión lectora que posea, el uso de habilidades de pensamiento para resolver problemas (principalmente el

análisis y la síntesis) y los conocimientos matemáticos previos. Pero es que además, la matemática necesita del lenguaje natural para comunicar sus resultados, pero además le añade símbolos y fórmulas que son necesarios para comprenderla. La lectura de la matemática requiere además de comprender las palabras del lenguaje natural, entender el sentido, el significado de los símbolos y las fórmulas. No basta con leer literalmente.

*Objetivos:* Superar las dificultades en la identificación de las ideas principales de un texto, saber resumirlas y defenderlas en un foro de debate.

*Metodología:* Taller de Lectura y debate. La lectura es una actividad esencial para la formación. Estos talleres, con textos sobre las Matemáticas y el mundo, pueden contribuir a paliar la percepción de que la materia está alejada del mundo real. Partiendo del principio de que todo sujeto tiene un conocimiento, el papel del que cuestiona es propiciar inquietudes y dudas sobre el propio entendimiento a través de preguntas generadoras. Las preguntas permiten profundizar sobre un mismo tópico: “Cuando se aprende a formular preguntas –relevantes, apropiadas y sustantivas – se aprende a aprender y nadie nos impedirá aprender lo que queremos” (Moreira, 2005).

*Tarea:* Se ha elegido un texto que permite afianzar conceptos básicos de Matemáticas que, además son presentados de forma amena. “La Matemática: Definiciones y Modelos” es un texto del profesor D. Julio P. Lafuente López, catedrático de Álgebra de la Universidad Pública de Navarra que fue dictado como lección inaugural del curso 2005-2006 en dicha Universidad. Un mes antes del debate, todos los alumnos reciben el texto y la Ficha de Lectura o de Observador, según corresponda. En las fichas, los alumnos han de consignar: palabras clave y desconocidas, hacer un resumen del texto y una valoración global razonada, así como buscar datos biográficos del autor. Los alumnos de los subgrupos que actúan como observadores activos (también deben leer el texto) rellenan una ficha de opinión.

**Tabla 1. Ficha Lectura-Debate.**

<b>FICHA DE LECTURA-DEBATE</b>
<b>Lectura-debate:</b>
<b>Alumno:</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1) Cita seis (6) palabras que consideres clave o que destaquen en la lectura</li><li>2) Lista diez (10) palabras cuyo significado no conocías antes de la lectura y descríbelas brevemente.</li><li>3) Describe tres (3) hechos que se relacionen en el capítulo/libro que te hayan impactado especialmente (hecho histórico, científico, biográfico, imaginativo, etc.).</li><li>4) Realiza un resumen del tema principal del texto y ofrece un esquema donde se indiquen sus principales apartados (15-20 líneas).</li><li>5) Haz una valoración global razonada del texto</li><li>6) Investiga una breve biografía del autor.</li></ol>



Tabla 2. Ficha de evaluación de debate.

FICHA DE EVALUACIÓN DE DEBATE									
<b>Profesor:</b>									
Aspecto a evaluar					5	4	3	2	1
Alumno:				NOTA:					
<b>Expresión Oral</b>	Volumen, entonación, velocidad, seguridad y lenguaje corporal adecuados								
	Utiliza expresiones correctas y un vocabulario rico								
	No necesita leer la ficha continuamente								
	Argumenta adecuadamente								
	Es original y creativo								
	Escucha y relaciona su intervención con las de otros								
<b>Expresión escrita</b>	Es respetuoso								
	El resumen y el esquema son acertados (síntesis) y completos (análisis)								
	Presentación de la ficha								
Sintaxis, ortografía									

Tabla 3. Ficha Observador debate.

FICHA DE OBSERVADOR DE DEBATE	
Alumno observador:	
1)	¿Qué aspecto (idea, comentario, crítica, hecho, etc) de los contenidos que has escuchado te ha parecido más sorprendente?
2)	¿Cuál de los alumnos crees que lo ha hecho mejor (por lo que ha dicho y por cómo lo ha dicho)?

El debate tendrá una duración estimada de una hora. Los alumnos de dos de los subgrupos en que se divide el grupo grande, expresan sus opiniones y respuestas a las cuestiones y sugerencias del profesor-moderador. En otros debates se intercambian los papeles entre los subgrupos que debaten y los que observan.

*Evaluación:* Con la recogida de fichas de observador y lector, se valoran tanto en la expresión escrita, como en la intervención oral individual en el debate, la comprensión de los conceptos, la selección, organización e interrelación de la información, profundidad y claridad en el análisis y la argumentación, uso adecuado de los recursos bibliográficos, fluidez, corrección y adecuación en el uso de la lengua, así como aspectos como entonación, seguridad, etc.

### Comunicar: Técnica del Puzzle

La técnica del puzzle (Aronson, 1997) es una técnica de aprendizaje cooperativo que propone a un grupo de estudiantes recomponer, de forma autónoma, un tema del programa, que previamente ha sido fraccionado por el tutor. Para conseguirlo correctamente, han de: entender,

hacerse expertos, integrar y aplicar los conceptos aportados, así como los relacionados. El aprendizaje es protagonizado por el grupo de alumnos de forma autónoma y tiene carácter cíclico, generando nuevas necesidades de aprendizaje.

*Objetivos:* favorecer el aprendizaje auto-dirigido y el estudio continuado, desarrollar habilidades para relacionarse en grupo y exponer de forma asertiva el propio punto de vista, fomentando, en suma, la autonomía en el aprendizaje.

*Metodología:* El profesor descompone una lección en tres partes. Se hacen grupos de 6 alumnos y se asigna una parte a cada pareja de alumnos. Primera fase: tiempo de lectura individual (15 minutos). Segunda fase: se reúnen los encargados de la misma parte pero de diferentes grupos para aclarar las dudas surgidas (15 minutos). Tercera fase: vuelta al grupo original para que cada uno de los encargados, ahora expertos, expliquen al grupo su parte del tema (30 minutos). Cuarta fase: se resuelve en grupo un ejemplo propuesto por el profesor (30 minutos). Quinta y última fase: se resuelve un ejercicio individualmente (15 minutos).

*Tarea:* Proponemos el estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de segundo orden utilizando esta metodología. Mostramos en las Tablas 1, 2 y 3 un breve esquema del modo de actuar. Otro tema posible podría ser la Diagonalización de endomorfismos.

*Evaluación:* Se dispone de dos notas: La del ejercicio resuelto en grupo (cuarta fase) y la del ejercicio resuelto individualmente (quinta fase). La nota será la media de las dos pruebas.

Tabla 4. Bloque 1 del Puzle: Edos. Lineales 2º Orden

<p><b>Ecuaciones Diferenciales Lineales de Segundo Orden:</b> <math>y''+a(x)y'+b(x)y=f(x)</math> Solución general: <math>y = y_h + y_p</math> siendo <math>y_h</math> la solución general de la ecuación homogénea asociada e <math>y_p</math> una solución particular de la ecuación completa.</p> <p><b>Caso Homogéneo:</b> Ecuación homogénea asociada, caso de ser esta de coeficientes constantes: <math>y''+ay'+by=0</math>. Objetivo: encontrar dos soluciones particulares <math>y_1, y_2</math> linealmente independientes para, partiendo de ellas, formar la solución general: <math>y_h = C_1y_1 + C_2y_2</math>. Estudio de las raíces de la ecuación característica: <math>k^2 + ak + b = 0</math></p>
--

Tabla 5. Bloque 2 del Puzle: Edos. Lineales 2º Orden

<p><b>Ecuaciones Diferenciales Lineales de Segundo Orden:</b> <math>y''+a(x)y'+b(x)y=f(x)</math></p> <p><b>Caso No Homogéneo:</b> Vamos a determinar una solución particular de la ecuación completa. Presentaremos dos métodos para su búsqueda:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Método de los coeficientes indeterminados, y</li><li>2. Método de variación de constantes o método de Lagrange.</li></ol> <p><b>Estudio del Método de los Coeficientes Indeterminados.</b> Sólo para coeficientes constantes, en función de la forma de <math>f(x)</math>.</p>
---

**Tabla 6. Bloque 3 del Puzle: Edos. Lineales 2º Orden**

<p><b>Ecuaciones Diferenciales Lineales de Segundo Orden:</b> <math>y'' + a(x)y' + b(x)y = f(x)</math></p> <p><b>Caso No Homogéneo:</b> Vamos a determinar una solución particular de la ecuación completa. Presentaremos dos métodos para su búsqueda:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Método de los coeficientes indeterminados, y</li><li>2. Método de variación de constantes o método de Lagrange.</li></ol> <p><b>Estudio del Método de Variación de Constantes o Método de Lagrange.</b></p> <p>No es necesario que sea de coeficientes constantes. Se determina la solución general de la ecuación completa partiendo de la general de la ecuación homogénea asociada...</p>
---

La evaluación puede y debe ser continua. Las actividades de evaluación han de ser coherentes con el proceso de aprendizaje y la metodología seguidas y deben hacer referencia a la aplicación del conocimiento. La coherencia de la evaluación es esencial; coherencia con los objetivos de aprendizaje y con las competencias de la asignatura: medir aquello que se pretende enseñar y aprender.

### **Trabajos Relacionados**

Nuestro grupo de trabajo lleva varios años dedicado al estudio y diseño de diferentes actividades que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje en el marco del EEES. Algunos de estos trabajos son: Web Platform for the integration of theoretical content and its applications in Engineering Degrees: The Wolfram Demonstrations Project, ICERI2012; EEES: Nuevas actividades de Enseñanza / Aprendizaje en asignaturas de Matemáticas, CTES2013; Group mentoring: Some experiences. Valencia Global 2014 y El Portafolio del Grupo y el del Profesor como Elementos de la Tutoría Grupal. XXIII CUIEET 2015.

### **Resultados y Conclusiones**

Al aplicar las metodologías propuestas hemos conseguido la implicación de los alumnos en el desarrollo de las clases pasando de ser receptores pasivos de información, a elementos activos que construyen su propio conocimiento, interactúan dentro del grupo y son capaces de buscar, entender, explicar y argumentar. Los estudiantes más receptivos hacia las dinámicas propuestas resultan ser los que presentan mayores deficiencias en Matemáticas y, consecuentemente, gran dificultad de adaptación a los estudios universitarios (especialmente los que provienen de ciclos formativos de la Formación Profesional) y nos han confirmado que les reportaron grandes beneficios en comparación con las clases magistrales. Destacamos la sorpresa expresada por los estudiantes al ver que logran los objetivos de aprendizaje a través de las técnicas de ABP y del Puzle de Aronson.

Por último, no podemos dejar de recordar que el aprendizaje de competencias requiere combinación de estrategias didácticas y atención tutorial orientadora, personalizada y aplicada a

contextos específicos. No hay que desdeñar la clase magistral, siempre orientada a la consecución de las competencias, así como utilizar los materiales y recursos necesarios para facilitar este aprendizaje por competencias. El trabajo en equipo, los estudios de casos, las tutorías en Red o las redes universitarias para el intercambio de conocimientos y experiencias son otras posibles metodologías adecuadas desde el enfoque de las competencias.

## **Referencias**

- [1] Goñi J. M. (2005). *El Espacio Europeo de Educación Superior, un reto para la Universidad*. Octaedro.
- [2] Echeverría B. (2002). *Gestión de la Competencia de Acción Profesional*. Revista de Investigación Educativa, Vol. 20.
- [3] Martínez P., Echeverría B. (2009). *Formación Basada en Competencias*. Revista de Investigación Educativa, Vol. 27.
- [4] [http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc\\_fase1/Tuning Educational.pdf](http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1/Tuning_Educational.pdf)
- [5] [Deseco.ch/bfs/desecho/en/index/03/02\\_parsys.../2005.dscexecutivesummary.sp.pdf](http://Deseco.ch/bfs/desecho/en/index/03/02_parsys.../2005.dscexecutivesummary.sp.pdf)
- [6] Villar L. M., de Vicente P. S., Alegre O. M. (2005). *Conocimientos, Capacidades y Destrezas Estudiantiles*. Ed. Pirámide.
- [7] Isis A., Gallino M. (2013). *Competencias Genéricas en Carreras de Ingeniería*. Ciencia y Tecnología, 13, 83 pp.
- [8] González J., Wagenaar R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Informe Final.
- [9] Vázquez M.J., Cantón A., Pérez S. (2005). *Competencias Relacionadas con las Matemáticas en el Marco de la Convergencia Europea*. Grupo de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid: "Mejora del Aprendizaje de las Matemáticas en las Ingenierías".
- [10] Domingo J., Gallego A. *Los Estilos de Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas*. Nevot Luna. . Vol. 19, Num. 1
- [11] [PISA 2015 - OECD.org https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf](https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf)
- [12] [http://sec/monograficos\\_sec/ccbb\\_ceppriego/mates/aspgenerales/Competencias\\_basicas\\_en\\_Educacion\\_Matematica\\_Gonzalez\\_Mari.pdf](http://sec/monograficos_sec/ccbb_ceppriego/mates/aspgenerales/Competencias_basicas_en_Educacion_Matematica_Gonzalez_Mari.pdf)
- [13] Riesco González M. (2008). *El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje*. Tendencias Pedagógicas Vol. 13.
- [14] Morales P., Landa V. (2004). *Aprendizaje Basado en Problemas*. Theoria, Vol. 13.