

## GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA “SOSEL”

### 1. Identificación de la asignatura

NOMBRE	Síntesis Orgánica Selectiva		CÓDIGO	
TITULACIÓN	Máster Universitario en Síntesis y Reactividad Química	CENTRO	Facultad de Química	
TIPO	Optativa	Nº TOTAL DE CRÉDITOS	6	
PERIODO	1er Cuatrimestre	IDIOMA	Español e Inglés (leído)	
COORDINADOR/ES		TELÉFONO /EMAIL		UBICACIÓN
PROFESORADO		TELÉFONO /EMAIL		UBICACIÓN
Francisco Javier Fañanas Vizcarra Josefa Flórez González		985103504/ <a href="mailto:fjfv@uniovi.es">fjfv@uniovi.es</a> 985103503/ <a href="mailto:jflorezg@uniovi.es">jflorezg@uniovi.es</a>		Facultad de Química Facultad de Química

### 2. Contextualización

La asignatura del Máster universitario en Síntesis y Reactividad Química de la Universidad de Oviedo denominada “Síntesis Orgánica Selectiva” es una asignatura optativa que proporcionará al alumno una formación específica y avanzada en la síntesis selectiva de estructuras orgánicas con reactivos organometálicos. Los compuestos organometálicos derivados de los metales de los grupos principales y también de los metales de transición son herramientas sintéticas fundamentales que a través de procesos estequiométricos o catalíticos han permitido desarrollar metodologías muy útiles. En consecuencia, esta asignatura aportará al alumno conocimientos muy válidos para su utilización en el ámbito de la investigación, desarrollo e innovación de procesos sintéticos.

Los contenidos de la asignatura tienen fundamentalmente un carácter teórico. Se estudiarán y analizarán las aplicaciones sintéticas de distintos compuestos organometálicos derivados de B, Si, Cr, W, Mo, Rh, Ru, Pd, Ni o Fe. Estos contenidos se complementan con los recogidos en otras asignaturas optativas del Máster relacionadas con la síntesis orgánica como son “Preparación de Moléculas Orgánicas de Interés Biológico. Síntesis EPC de Aminoácidos, Esteroides, Ácidos Nucleicos y Metabolitos Secundarios”, “Enzimas en Síntesis Orgánica. Aplicaciones Industriales” y “Diseño Molecular. Estrategias y Nuevas Tendencias”.

Las principales competencias que deben adquirir los alumnos que cursen esta asignatura son las siguientes:

- Capacidad para conocer el comportamiento químico de los distintos tipos de compuestos organometálicos que se estudiarán y analizarán en esta asignatura.
- Capacidad para analizar y evaluar la aplicación de estos compuestos organometálicos en la síntesis de moléculas orgánicas.
- Capacidad para interpretar y sintetizar información química relacionada con los procesos sintéticos estudiados.
- Capacidad para utilizar los conocimientos derivados de este estudio en la planificación de los procedimientos experimentales de una ruta sintética.

Esta asignatura será impartida por dos profesores del área de Química Orgánica que poseen una amplia experiencia en la preparación de compuestos organometálicos y su aplicación a la síntesis de moléculas orgánicas como consecuencia de su actividad investigadora. La asignatura está dirigida principalmente a alumnos cuya formación en la licenciatura se haya intensificado fundamentalmente con asignaturas del área de Química Orgánica y con materias relacionadas con la Química Organometálica. Las bibliotecas de la Facultad de Química y del Departamento

de Química Orgánica e Inorgánica poseen recursos bibliográficos adecuados para el desarrollo de esta materia.

### **3. Requisitos.**

Los alumnos que accedan a cursar esta asignatura deberán cumplir los requisitos generales necesarios para matricularse en el máster en “Síntesis y Reactividad Química” y deberán poseer una formación adecuada en Química Orgánica resultante de haber cursado las asignaturas troncales “Química Orgánica” y “Química Orgánica Avanzada” correspondientes a la Licenciatura en Química.

Es recomendable también que los alumnos tengan conocimientos mínimos en la materia síntesis orgánica, dominen el inglés científico a un nivel que les permita consultar la bibliografía sin dificultad y conozcan las herramientas informáticas que se usan frecuentemente, como Word, ChemDraw, Power-Point o SciFinder.

### **4. Objetivos.**

El objetivo general de esta asignatura es introducir al alumno en los diferentes métodos sintéticos y ponerles de manifiesto la importancia de la síntesis orgánica para el desarrollo de su actividad profesional en los diferentes ámbitos en los que se desenvuelva. Aunque no abarca todo lo que debería, por su amplitud, y sería necesaria alguna otra asignatura complementaria, se pretende que el alumno sea capaz de afrontar el reto de ver una molécula y con las herramientas de que dispone sea capaz de desconectarla y planear su síntesis.

Como objetivos más específicos, con esta asignatura se pretende que el alumno aprenda las opciones que le ofrecen los complejos metálicos como promotores o catalizadores de transformaciones encaminadas a la síntesis de una molécula objetivo. En este sentido los objetivos más detallados son los siguientes:

1. Con la primera parte de la asignatura se pretende introducir al estudiante en la química de los compuestos de boro y silicio, que ha sido explotada por los químicos orgánicos, e ilustrar cómo sus reacciones han sido aplicadas para resolver problemas en síntesis orgánica.
2. La segunda parte está destinada a la síntesis orgánica promovida por complejos de metales de transición y más concretamente al uso de complejos metal-carbeno y a la síntesis orgánica moderna con la participación de complejos de paladio, hierro y níquel. Así, los alumnos deberían conocer y asimilar correctamente:
  - 2a. Las posibilidades que le ofrecen los complejos carbeno de tipo Fischer en la síntesis de moléculas cíclicas complejas, de difícil acceso por otras vías convencionales.
  - 2b. Lo que suponen las reacciones en cascada multicomponente y su repercusión en la síntesis orgánica.
  - 2c. La participación de complejos metal-alquilideno como catalizadores en la síntesis orgánica.
  - 2d. La importancia de las reacciones de metátesis, en la que están también implicados los complejos metal-carbeno, en la síntesis de moléculas cíclicas de gran tamaño y de polímeros.
3. Finalmente, en la última parte que se destina a la formación de enlaces carbono-carbono, el alumno debería valorar y manejar adecuadamente las estrategias sintéticas que le ofrecen los complejos de paladio, hierro y níquel para la planificación de algunos pasos de una síntesis total de moléculas objetivo.

### **5. Contenidos.**

Los contenidos de la asignatura “Síntesis Orgánica Selectiva” se han organizado en los cuatro bloques siguientes, que se desarrollarán en este mismo orden:

1. *Compuestos de boro en síntesis orgánica*: hidroborcación, reacciones de organoboranos, alilboranos y enolatos de boro, reacciones de acoplamiento con organometálicos de boro.
2. *Compuestos de silicio en síntesis orgánica*: reacción de Peterson, reacciones de organosilanos insaturados, reacciones de acoplamiento con organometálicos de silicio.
3. *Compuestos metal alquilideno en síntesis orgánica*. Complejos metal carbeno de Fischer: reacciones de ciclación, procesos multicomponente. Complejos metal alquilideno en procesos catalíticos. Reacciones de metátesis.
4. *Reacciones de acoplamiento catalizadas por metales de transición*: paladio, hierro y níquel.

## 6. Metodología y plan de trabajo.

Con objeto de racionalizar la organización docente de la asignatura, se ha realizado la distribución de sus contenidos con arreglo a la siguiente tipología de modalidades docentes:

1. Presenciales
  - a. Clases expositivas
  - b. Prácticas de aula/Seminarios/Talleres
  - c. Tutorías grupales
  - d. Sesiones de evaluación
2. No presenciales
  - a. Trabajo autónomo
  - b. Trabajo en grupo

Las clases expositivas se complementan con la realización de seminarios de ejercicios que analizarán síntesis de moléculas orgánicas descritas en la bibliografía que pongan en práctica las metodologías con compuestos organometálicos que se han estudiado.

A lo largo del curso se propondrá a los alumnos algunos ejercicios, similares a los que se habrán trabajado en las clases, los cuales se resolverán de forma individual fuera del aula y el resultado será entregado por escrito al profesor. A cada alumno se le asignará un breve Trabajo Personal que tendrá que elaborar y que al final del desarrollo de la asignatura será expuesto y debatido por el alumno en sesión pública con el resto de los alumnos y los profesores.

En la Tabla 1 se muestran los temas que componen el programa de la asignatura “Síntesis Orgánica Selectiva”, los cuales están distribuidos temporalmente de acuerdo a las modalidades docentes citadas. Esta organización docente recoge también el orden de impartición de los diferentes temas.

En la Tabla 2 se indica la distribución horaria de la asignatura entre las diferentes modalidades docentes mencionadas.

**Tabla 1.** Distribución de los contenidos de la asignatura.

<i>Temas</i>	<i>Horas totales</i>	<b>TRABAJO PRESENCIAL</b>							<b>TRABAJO NO PRESENCIAL</b>		
		<i>Clase Expositiva</i>	<i>Prácticas de aula /Seminarios/ Talleres</i>	<i>Prácticas de laboratorio /campo /aula de informática/ aula de idiomas</i>	<i>Prácticas clínicas hospitalarias</i>	<i>Tutorías grupales</i>	<i>Prácticas Externas</i>	<i>Sesiones de Evaluación</i>	<b>Total</b>	<i>Trabajo grupo</i>	<i>Trabajo autónomo</i>
Hidroboración	7	2						2		5	5
Reacciones de organoboranos	13	3	1					4	-	9	9
Alilboranos y enolatos de boro	13	3	1					4		9	9
Reacciones de acoplamiento con organometálicos de boro	10	2				1		3	2	5	7
Reacción de Peterson	6	2						2		4	4
Reacciones de organosilanos insaturados	8	1				1		2	2	4	6
Reacciones de acoplamiento con organometálicos de silicio	3	1						1		2	2
Complejos de Fischer: reacciones de ciclación	17	4	1					5		12	12
Complejos metal carbeno de Fischer: procesos multicomponente.	14	3	1					4		10	10
Complejos metal alquilideno en procesos catalíticos.	7	2						2		5	5
Reacciones de metátesis	14	2	1			1		4	2	8	10
Reacciones de acoplamiento catalizadas por paladio,	20	5	1					6		14	14
Reacciones de acoplamiento catalizadas por hierro	7	1	1					2		5	5
Reacciones de acoplamiento catalizadas por níquel.	10	2				1		3	2	5	7
Evaluación	1							1	-	-	-
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>33</b>	<b>7</b>			<b>4</b>		<b>45</b>	<b>8</b>	<b>97</b>	<b>105</b>

**Tabla 2.** Reparto horario entre las diferentes modalidades docentes.

MODALIDADES		Horas	%	Totales
Presencial	Clases Expositivas	33	22	30
	Práctica de aula / Seminarios / Talleres	7	4.7	
	Prácticas de laboratorio / campo / aula de informática / aula de idiomas	-	-	
	Prácticas clínicas hospitalarias	-	-	
	Tutorías grupales	4	2.7	
	Prácticas Externas	-	-	
	Sesiones de evaluación	1	0.7	
No presencial	Trabajo en Grupo	8	5.3	70
	Trabajo Individual	97	64.7	
Total		150		

### 7. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes.

La evaluación del aprendizaje de los estudiantes será continua, a lo largo de todo el curso. El proceso evaluador contemplará los siguientes aspectos:

1. Valoración de la participación individual de cada estudiante en las clases (clases expositivas, seminarios de ejercicios), tutorías en grupo y debates. (30% de la calificación)
2. Presentación de los Ejercicios de Resolución Individual. (30% de la calificación)
3. Elaboración y exposición con sentido crítico del Trabajo Personal y debate con el resto de los alumnos y los profesores. (40% de la calificación).

### 8. Evaluación del proceso docente.

La evaluación del proceso docente se realizará a partir de un autoinforme que realizarán cada año los profesores responsables de la asignatura y del conjunto de respuestas de los alumnos a una encuesta que será confeccionada con esta finalidad evaluadora, todo lo cual sugerirá las acciones de mejora pertinentes. La Comisión Directiva del Máster, a la vista de estos datos, también podrá proponer acciones destinadas a la mejora del proceso docente.

### 9. Recursos, bibliografía y documentación complementaria.

El material bibliográfico fundamental para desarrollar el trabajo de esta asignatura son textos especializados en las diferentes partes de la asignatura y que abarcan los contenidos esenciales de la misma. Se indica a continuación una relación de estos textos:

1. S. E. Thomas, *Organic Synthesis: The Roles of Boron and Silicon*, Oxford Chemistry Primers, Oxford, 1994.
2. F. A. Carey, R. J. Sundberg, *Advanced Organic Chemistry. Part B: Reaction and Synthesis*, Fifth Edition, Springer, New York, 2007.
3. W. Carruthers, I. Coldham, *Some Modern Methods of Organic Synthesis*, Fourth Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.
4. M. Beller, C. Bolm, *Transition Metals for Organic Synthesis* (Vol 1, 2), 2<sup>nd</sup> Edition, Wiley, Weinheim, 2004.
5. L. S. Hegeudus, *Transition Metals in the Synthesis of Complex Organic Molecules*, 2<sup>nd</sup> Edition, University Science Books, Sausalito, California, 1999.
6. N. Miyaura, *Cross-Coupling Reactions. A Practical Guide*, Springer, Berlin, 2002; (*Top. Curr. Chem.* **2002**, 219, 1-241).
7. A. de Meijere, F. Diederich, *Metal-Catalyzed Cross-Coupling Reactions* (Vol 1, 2), 2<sup>nd</sup> Edition, Wiley, Weinheim, 2004.

8. F. Zaragoza Dörwald, *Metal Carbenes in Organic Synthesis*, Wiley-VCH, Weinheim, 1999.
9. K. H. Dótz, *Metal Carbenes in Organic Synthesis*, Springer, Berlin, 2004; (*Top. Organomet. Chem.* **2004**, 13, 1-366).
10. E. W. Abel, F. G. A. Stone, G. Wilkinson, *Comprehensive Organometallic Chemistry II*, Vol 12, Pergamon, Oxford, 1995.