



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## QUÍMICA ORGÁNICA

(Revisada en CD el 27-05-2021)

**Grado en FARMACIA**  
**Universidad de Alcalá**

---

**Curso Académico 2021/2022**  
**2º Curso - 1º Cuatrimestre**

## GUÍA DOCENTE

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<b>Química Orgánica</b>
<b>Código:</b>	<b>570010</b>
<b>Titulación en la que se imparte:</b>	<b>GRADO FARMACIA</b>
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	<b>Química Orgánica y Química Inorgánica (área de Química Orgánica)</b>
<b>Carácter:</b>	<b>Básico</b>
<b>Créditos ECTS:</b>	<b>9 ECTS (7 Teóricos + 2 Prácticos)</b>
<b>Curso y período</b>	<b>Segundo curso / Primer cuatrimestre</b>
<b>Profesorado:</b>	Dr. Manuel Ángel Fernández Rodríguez Dra. Zoila Gándara Barreiro Dr. José Luis Aceña Bonilla Dra. Patricia García García
<b>Coordinador:</b>	<b>Dr. Manuel Ángel Fernández Rodríguez</b>
<b>Horario de Tutoría:</b>	Cita previa con los profesores de la asignatura
<b>Idioma en el que se imparte:</b>	<b>Español</b>

### 1. PRESENTACIÓN

El carbono, al poseer una gran capacidad tanto para enlazarse con otros átomos de carbono formando cadenas y anillos, como para unirse a otros muchos elementos, origina una gran variedad de estructuras moleculares y compuestos, lo que explica que un solo elemento químico dé lugar a toda una rama de la Química. Esa gran variedad estructural es el origen de la vida y durante mucho tiempo la Química Orgánica se dedicó al estudio de los compuestos que constituyen los seres vivos. En la actualidad, los químicos orgánicos son capaces de sintetizar, en los laboratorios y en la industria, compuestos y materiales con propiedades únicas tales como polímeros para lentes y sustitución de órganos, moléculas capaces de conducir la corriente o de ser parte esencial de pantallas de televisión o de células fotovoltaicas. Un área de especial relevancia es la síntesis de fármacos con una contribución esencial en el desarrollo de agentes terapéuticos, a través del diseño y preparación de nuevas estructuras orgánicas con potencial farmacológico, cada vez más demandados por la sociedad.

En este curso se estudiarán los modos de reacción fundamentales y los tipos de compuestos orgánicos, establecidos por su grupos funcionales, atendiendo a sus propiedades, reactividad química característica y métodos de preparación eficaz y selectiva. Asimismo, se profundizará en el estudio de los principios básicos de la Química Orgánica y en el estudio de los mecanismos generales y la estereoquímica de las principales reacciones orgánicas.

En el laboratorio de prácticas de esta asignatura se realizará la síntesis, aislamiento, purificación y caracterización de moléculas orgánicas, poniéndose en juego los conocimientos previamente adquiridos en las clases de teoría y seminario.

### **Prerrequisitos y Recomendaciones (si es pertinente)**

Se requiere poseer los conocimientos de Química General, impartidos en la asignatura interdepartamental del primer curso del Grado en Farmacia, especialmente los fundamentos de Química Orgánica impartidos en las unidades temáticas III-VI que sirven de base para esta asignatura.

## **2. COMPETENCIAS**

### **Competencias genéricas (Orden CIN/2137/2008, 3 de julio) a las que contribuye esta materia:**

1. Conocer y comprender la naturaleza y comportamiento de los grupos funcionales en moléculas orgánicas.
2. Llevar a cabo procesos de laboratorio estándar incluyendo el uso de equipos científicos de síntesis y análisis, instrumentación apropiada incluida.
3. Estimar los riesgos asociados a la utilización de sustancias químicas y procesos de laboratorio.
4. Conocer y comprender las propiedades características de los elementos y sus compuestos, así como su aplicación en el ámbito farmacéutico.

### **Competencias específicas:**

1. Asociar la reactividad de los diferentes tipos de moléculas orgánicas con las características estructurales de las mismas.
2. Conocer los mecanismos de las reacciones más representativas de las distintas familias de compuestos orgánicos, integrando los conocimientos adquiridos previamente sobre la estabilidad relativa de los intermedios de reacción.
3. Aplicar los conceptos básicos de la estereoisomería, extendiéndolos a los procesos químicos estereoselectivos más representativos.
4. Diseñar estrategias sintéticas sencillas, que conduzcan a la obtención viable y selectiva de los distintos tipos de compuestos orgánicos.
5. Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a casos concretos mediante la realización de experimentos en el laboratorio.
6. Adquisición de habilidades y destrezas en la utilización del instrumental del laboratorio y potenciación de la capacidad de trabajo tanto autónomo como en grupo.

### 3. CONTENIDOS

#### Teóricos:

#### Tema 1 Alcanos: Reacciones radicalarias

Introducción y propiedades físicas. Halogenación radicalaria: energía de disociación, estabilidad de radicales, aspectos termodinámicos, regio- y estereoselectividad. Bromación alílica y bencílica

#### Tema 2 Reacciones de sustitución nucleófila

Haloalcanos: propiedades físicas, nomenclatura, estructura, preparación y reactividad. Reacciones de sustitución nucleófila ( $S_N$ ). Mecanismos y competencia  $S_N1/S_N2$ : cinética, estereoquímica e influencia del sustrato, grupo saliente y disolvente. Utilidad sintética de la  $S_N$ .

#### Tema 3 Reacciones de eliminación: Síntesis de alquenos

Reacción de eliminación (E) de halogenuros de alquilo: generalidades. Reacciones E2 y E1: cinética, influencia del sustrato, regio- y estereoselectividad. Competencia E y  $S_N$ . Otros sustratos en reacciones de eliminación: alcoholes y derivados.

#### Tema 4 Alquenos: Reacciones de adición al doble enlace

Clasificación y estabilidad relativa de alquenos. Reacciones de adición electrófila (AE) sobre el doble enlace: tipos principales (hidrohalogenación, hidratación, halogenación,...), mecanismos, regioselectividad, estereoquímica y reordenamiento de carbocationes. Hidrobromación radicalaria. Reacciones de oxidación de alquenos: epoxidación, dihidroxilación y ozonólisis.

#### Tema 5 Alquinos

Introducción: estructura, clasificación, nomenclatura y propiedades físicas. Acidez de los alquinos terminales: alquilación de acetiluros. Reacciones de adición electrófila: tautomería ceto-enólica. Reducción y oxidación de alquinos

#### Tema 6 Alcoholes

Introducción: nomenclatura, estructura, clasificación y propiedades físicas. Propiedades ácido-base de alcoholes y fenoles. Preparación de alcoholes ( $S_N$ , AE y reducción carbonilos). Compuestos organometálicos (síntesis alcoholes con reactivos de Grignard).  $S_N$  y E de alcoholes y derivados. Reacciones de oxidación.

#### Tema 7 Éteres, epóxidos, tioles y sulfuros

Estructura, nomenclatura y propiedades de éteres y epóxidos. Síntesis de Williamson de éteres y preparación de epóxidos. Ruptura en medio ácido de éteres y apertura de epóxidos. Tioles y sulfuros

#### Tema 8 Aminas

Estructura, clasificación y propiedades físicas. Propiedades ácido-base. Síntesis de aminas:  $S_N$  y reducción. Alquilación y acilación de aminas 1<sup>a</sup>. Eliminación de Hofmann y formación de iminas y enaminas. Formación de sales de diazonio y nitrosaminas

## Tema 9 Dienes

Clasificación. Dienes conjugados: preparación, estabilidad y conformación. AE a dienos conjugados. Reacción de Diels-Alder: mecanismo, regio- y estereoselectividad. Reacción de metátesis.

## Tema 10 Compuestos aromáticos: sustitución electrófila aromática

Introducción: nomenclatura, estructura y estabilidad del benceno, aromaticidad. Compuestos poli- y heteroaromáticos. Reacciones de sustitución electrófila aromática ( $S_EAr$ ): mecanismo, principales reacciones del benceno.  $S_EAr$  en arenos sustituidos: conceptos de reactividad y orientación y su influencia en la regioselectividad.  $S_EAr$  en arenos polisustituidos: efectos electrónicos y estéricos, empleo de grupos bloqueantes. Estrategias de síntesis de compuestos aromáticos polisustituidos.

## Tema 11 Otras reacciones de compuestos aromáticos

Hydrogenación de arenos. Reacciones en la posición bencílica. La sustitución nucleófila aromática: mecanismo de adición-eliminación (el bencino). Reacciones de halogenuros de arilo mediadas por metales de transición. Utilidad sintética de sales de diazonio aromáticas.

## Tema 12 Compuestos carbonílicos: aldehídos y cetonas

Estructura, nomenclatura, propiedades físicas y reactividad general. Preparación de aldehídos y cetonas. Reacción de adición nucleófila (AN): generalidades, O-nucleófilos, N-nucleófilos y S-nucleófilos. Adición de C-nucleófilos: reactivos organometálicos y reacción de Wittig. Reducción del grupo carbonilo: AN de hidruros e hidrogenación. Oxidación del grupo carbonilo.

## Tema 13 Ácidos carboxílicos y derivados

Introducción: estructura, nomenclatura y propiedades. Acidez de los ácidos carboxílicos. Preparación y reducción de ácidos carboxílicos. Derivados de ácidos carboxílicos: halogenuros, anhídridos, ésteres, amidas, nitrilos y cetonas. Reacción de sustitución acílica: reactividad relativa de los derivados de ácido. Preparación y reactividad de los derivados de ácido

## Tema 14 Enoles, enolatos y compuestos carbonílicos $\alpha,\beta$ -insaturados

Enoles, enolatos y tautomería ceto-enólica.  $\alpha$ -Halogenación de cetonas, bromación de ácidos carboxílicos y reacción del haloformo. Reacción aldólica. Condensaciones aldólica, Claisen y relacionadas. Alquilación en el carbono  $\alpha$ : alquilación de enolatos y enaminas, síntesis malónica y acetilacética. Compuestos carbonílicos  $\alpha,\beta$ -insaturados: reacciones de adición 1,2 vs adición de Michael

### Prácticos:

Los contenidos prácticos comprenderán sesiones de carácter general relacionadas con la metodología, purificación y análisis de compuestos orgánicos y sesiones que implican aplicaciones sintéticas relacionadas con los contenidos teóricos.

### Otras Actividades:

Sesiones de seminarios asociados a cada tema y tutorías grupales asociadas a las prácticas.

### 3.1. Programación de los contenidos

Temas	Horas de dedicación	
	Teoría	Seminario
Tema 1. Alcanos: Reacciones radicalarias	1.5	0.5
Tema 2. Reacciones de sustitución nucleófila	3.5	1.5
Tema 3. Reacciones de eliminación: síntesis de alquenos	2.5	1
Tema 4. Alquenos: Reacciones de adición al doble enlace	3	1.5
Tema 5. Alquinos	2	1
Tema 6. Alcoholes	3	1
Tema 7. Éteres, epóxidos, tioles y sulfuros	2	0.5
Tema 8. Aminas	2.5	1
Tema 9. Dienos	1.5	0.5
Tema 10. Compuestos aromáticos: sustitución electrófila aromática	4	1.5
Tema 11. Otras reacciones de compuestos aromáticos	2.5	1
Tema 12. Compuestos carbonílicos: aldehídos y cetonas	4	1.5
Tema 13. Ácidos carboxílicos y sus derivados	4	1.5
Tema 14. Enoles, enolatos y compuestos carbonílicos $\alpha,\beta$ -insaturados	4	2
Número total de horas	40	16
Prácticas	24	

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

### 4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

<b>Número de horas presenciales:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases en grupos grandes: 40 horas</li> <li>• Clases en grupos reducidos: 16 horas</li> <li>• Clases en laboratorio: 24 horas</li> <li>• Tutorías grupales 6 horas</li> </ul>
<b>Número de horas del trabajo propio del estudiante:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo derivado del laboratorio: 20 h</li> <li>• Estudio independiente y elaboración de trabajos: 119 h</li> </ul>
<b>Total horas</b>	225 horas

#### 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

<p><b>En las actividades presenciales</b></p>	<p>Grupo grande (T): clases expositivas y discusión con el alumnado. Se expondrán los contenidos de los temas, se explicarán los conceptos más importantes y se resolverán cuestiones que ayuden a la comprensión de los conceptos. Se ilustrará algún contenido teórico con materiales informáticos y/o audiovisuales. Para favorecer la participación de los alumnos y la interacción con el profesor se podrán utilizar dinámicas participativas.</p> <p>Grupo reducido (S): resolución de problemas numéricos y cuestiones proporcionadas previamente y relacionadas con la materia expuesta en las clases expositivas. Se podrá proponer alguna actividad grupal para que los alumnos resuelvan pequeños casos o problemas propuestos.</p> <p>Grupo de laboratorio (P): el alumno desarrollará experimentos para aprender, con sistemas reales, a aplicar e interpretar los principios básicos desarrollados en las clases teóricas, contribuyendo a desarrollar su capacidad de observación, de análisis de resultados, razonamiento crítico y comprensión del método científico.</p> <p>Materiales y recursos a utilizar para el desarrollo de cada actividad: fundamentalmente pizarra y material docente audiovisual preparado por el profesor (transparencias, diapositivas, presentaciones PowerPoint), material impreso (hojas de ejercicios numéricos y cuestiones, ejemplos complementarios), de laboratorio (material específico para cada práctica y guiones de prácticas), materiales en red (Plataforma del Aula Virtual, Mi Portal, Webs recomendadas para simulación y prácticas), etc.</p>
<p><b>En las actividades no presenciales</b></p>	<p>Estudio autónomo. Análisis y asimilación de los contenidos de la materia, resolución de problemas, consulta bibliográfica, lecturas recomendadas, uso de aplicaciones virtuales de simulación, preparación de trabajos individuales y/o grupales y pruebas de autoevaluación.</p> <p>Utilización del aula virtual para favorecer el contacto de los alumnos con la asignatura fuera del aula, así como facilitar su acceso a información seleccionada y de utilidad para su trabajo no presencial.</p>

## 5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación

En cada curso académico el estudiante tendrá derecho a disponer de dos convocatorias, una ordinaria y otra extraordinaria. La convocatoria ordinaria estará basada en la evaluación continua, salvo en aquellos casos contemplados en la normativa de evaluación vigente en la UAH, en los que el alumno podrá acogerse a un procedimiento de evaluación final. Para acogerse a este procedimiento de evaluación final, el estudiante tendrá que solicitarlo por escrito al Decano o Director de Centro en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, explicando las razones que le impiden seguir el sistema de evaluación continua.

En el caso de aquellos estudiantes que por razones justificadas no tengan formalizada su matrícula en la fecha de inicio del curso o del periodo de impartición de la asignatura, el plazo indicado comenzará a computar desde su incorporación a la titulación.

### **Convocatoria Ordinaria**

#### Evaluación Continua:

Se regirá de acuerdo a la normativa de evaluación vigente en la UAH. La asistencia a clases, seminarios y tutorías es obligatoria y sólo se admitirán faltas hasta un máximo del 20%. Se evaluará la participación activa de los alumnos en todas las actividades presenciales y trabajos realizados, así como las habilidades desarrolladas durante las enseñanzas prácticas. Los alumnos deberán demostrar un nivel mínimo en la adquisición de las competencias correspondientes para que se obtenga su calificación global.

Participar en la evaluación continua supone consumir la convocatoria ordinaria.

En caso de no superar la convocatoria ordinaria, los alumnos tendrán derecho a realizar un examen final en la convocatoria extraordinaria.

#### Evaluación Final:

Se realizará un examen que consistirá en preguntas, problemas y/o ejercicios prácticos que permitan valorar la adquisición de las competencias recogidas en la guía docente.

### **Convocatoria Extraordinaria**

Se realizará un examen que consistirá en preguntas, problemas y/o ejercicios prácticos que permitan valorar la adquisición de las competencias recogidas en la guía docente.

#### **CRITERIOS DE EVALUACIÓN:**

- Participación activa en las clases y actividades propuestas.
- Conocimiento y comprensión de conceptos, fundamentos y metodologías.
- Aplicación e integración de los contenidos a situaciones y problemas concretos.
- Resolución comprensiva de ejercicios y cuestiones.
- Sentido crítico y argumentación coherente en las ideas.
- Estudio y planificación de las sesiones prácticas, previo a su realización.
- Cumplimiento de las normas de seguridad en el laboratorio.



- Destreza en la realización de las prácticas en el laboratorio, análisis de datos e interpretación razonada de los resultados.

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN:

Por tratarse de una materia de carácter marcadamente experimental y técnico, la realización de las prácticas de laboratorio es obligatoria para aprobar la asignatura, así como obtener en la parte del trabajo en el laboratorio una calificación de cinco o superior.

#### Convocatoria ordinaria

**Evaluación continua:** el conocimiento que cada alumno tenga de la asignatura se determinará mediante datos procedentes de:

**Conocimientos Teóricos:** Los cuales se valorarán mediante dos Pruebas Parciales escritas.

**Conocimientos Prácticos.** Se valorarán mediante una nota correspondiente al periodo de estancia en el laboratorio y la de un examen teórico de prácticas.

La **nota final de la asignatura** se obtendrá de la media ponderada aplicada a la nota numérica de la parte Teórica y la de las Prácticas con los siguientes porcentajes de ponderación:

Pruebas Parciales: 80% (40% cada una de las dos pruebas parciales)

Prácticas: 20% (10% trabajo en el laboratorio, 10% examen de prácticas)

Para aprobar la asignatura la **nota final de la asignatura** ha de ser como mínimo 5.

**Evaluación final:** Se realizará una prueba presencial que consistirá en preguntas, problemas y/o ejercicios que permitan valorar el conocimiento que el alumno tiene de la asignatura. Para aprobar la asignatura es necesario superar esta evaluación con nota igual o superior a 5, teniendo en cuenta que la parte teórica contará un 80% y la práctica, que deberá realizarse de igual manera que en la evaluación continua, el 20% restante.

#### Convocatoria extraordinaria:

Se realizará una prueba presencial que consistirá en preguntas, problemas y/o ejercicios que permitan valorar el conocimiento que el alumno tiene de la asignatura. Esta prueba presencial también incluirá un examen teórico de prácticas. Si realizando las prácticas, se hubiera obtenido una calificación inferior a cinco en el trabajo de laboratorio, el alumno para superar la asignatura tendría que realizar y aprobar un examen de laboratorio. Para aprobar la asignatura es necesario superar esta prueba con nota igual o superior a 5, teniendo en cuenta que la parte teórica contará un 80% y la práctica el 20% restante.

Si las Autoridades Sanitarias consideraran necesaria la suspensión de la actividad docente presencial o las circunstancias de la asignatura lo requieren, la docencia, o parte de la misma, continuaría con la metodología online hasta que se levantara la suspensión, momento en el que se volvería a la modalidad presencial.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía Básica:

#### Teoría

- [1] D. Klein, "Química Orgánica". Editorial Médica Panamericana, Madrid, 2014. (BAF 547 KLE).
- [2] P. Y. Bruice, "Química Orgánica", 5ª Ed. Pearson Educación, México, 2007. (BAF 547 BRU).
- [3] K.P.C. Volhardt y N.E. Schore, "Química Orgánica", 5ª Ed. Omega, New York, 2008. (BAF 547 VOL).
- [4] F.A. Carey, "Química Orgánica", 9ª Ed. McGraw-Hill, Madrid, 2014. (BAF 547 CAR).
- [5] J. McMurry, "Química Orgánica", 6ª Ed. Thomson, Mexico, 2004. (BAF 547 MCM).
- [6] L.G. Wade, Jr., "Química Orgánica" (2 volúmenes), 9ª Ed. Pearson, México, 2017. (BAF 547 WAD).

### Bibliografía Complementaria (optativo):

#### Problemas

- [1] F.García, J.A. Dobado, "Problemas Resueltos de Química Orgánica", Thomson-Paraninfo, Mexico, 2007. (BAF 547 (076.2) GAR).
- [2] E. Quiñoá, R. Riguera, "Cuestiones y ejercicios de Química Orgánica. Una guía de autoevaluación", McGraw Hill, 2ª Ed., Madrid, 2004. (BAF 547 (076.2) QUI).

#### Prácticas

- [1] M.A. Martínez, A.G. Csáky, "Técnicas Experimentales en Síntesis Orgánica". Síntesis, Madrid, 1998. (BAF 547 (076.5) MAR).
- [2] M.J. Martínez Yunta y F. Gómez Contreras, "Curso Experimental en Química Orgánica", Síntesis, Madrid, 2008. (BAF 547 (076.5) YUN).
- [3] L.M. Harwood, C.J. Moody, J.M. Percy, "Experimental Organic Chemistry. Standard and Microscale", Blackwell Science, 2ª Ed., Oxford, 1999. (BAF 547 (076.5) HAR).

#### Páginas web

- <http://www.cem.msu.edu/~reusch/VirtualText/intro1.htm>
- <http://www.uhu.es/quimiorg/docencia/>
- [http://www.uam.es/departamentos/ciencias/qorg/docencia\\_red/qo/l00/pral.html](http://www.uam.es/departamentos/ciencias/qorg/docencia_red/qo/l00/pral.html)