

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2020-2021.

Identificación y características de la asignatura					
Código	502715			Créditos ECTS	6
Denominación (Español)	Química Bioorgánica				
Denominación (Inglés)	BioOrganic Chemistry				
Titulaciones	Grado en Bioquímica				
Centro	Facultad de Veterinaria				
Semestre	Sexto	Carácter	Obligatorio		
Módulo	Química para las Biociencias Moleculares				
Materia	Química				
Profesores					
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web		
Jesús Díaz Álvarez	Dpto. Química Orgánica e Inorgánica. N° 14	jdal@unex.es			
Ana Gómez Neo	Dpto. Química Orgánica e Inorgánica. N° 13	aneo@unex.es			
Carlos F. Marcos	Dpto. Química Orgánica e Inorgánica. N° 12	cfernan@unex.es			
Área de conocimiento	Química Orgánica				
Departamento	Química Orgánica e Inorgánica				
Profesor coordinador	Jesús Díaz Álvarez				
Competencias					
COMPETENCIAS BÁSICAS					
CB1. Que los estudiantes hayan demostrado 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 de su campo de estudio.					
CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.					
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.					
CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.					
COMPETENCIAS GENERALES					
CG6. Desarrollo de la práctica profesional con respeto a otros profesionales de la salud, adquiriendo habilidades relacionadas con el trabajo en equipo, con el uso eficiente de los recursos y en gestión de calidad.					

COMPETENCIAS TRANSVERSALES
CT1. Capacidad para divulgar la información obtenida durante el ejercicio profesional del veterinario de forma fluida a otros colegas, autoridades y sociedad en general y redactar y presentar informes profesionales manteniendo la necesaria confidencialidad
CT2. Capacidad para usar herramientas informáticas y, especialmente, aquéllas que permitan buscar y gestionar la información.
CT3. Capacidad para comprender y utilizar el idioma inglés.
CT4. Capacidad para trabajar en equipo, uni o multidisciplinar, y manifestar respeto, valoración y sensibilidad ante el trabajo de los demás
CT5. Capacidad para obtener asesoramiento y ayuda de profesionales.
CT6. Capacidad para reconocer y mantener un comportamiento ético en el ejercicio de sus responsabilidades, conservando siempre la confidencialidad necesaria.
CT8. Capacidad para analizar, sintetizar, resolver problemas y tomar decisiones.
CT9. Capacidad para planificar y gestionar el tiempo.
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
CE1. Adquirir conocimientos básicos de química, física, matemáticas y estadística necesarios para afrontar la comprensión de los procesos biológicos.
CE3. Comprender los principios básicos que determinan la estructura molecular y la reactividad química de las biomoléculas sencillas.
CE4. Comprender los principios que determinan la estructura de las macromoléculas biológicas (incluyendo proteínas y ácidos nucleicos), así como de los complejos supramoleculares biológicos, y ser capaz de explicar las relaciones entre la estructura y la función.
CE5. Comprender los principios químicos y termodinámicos del reconocimiento molecular y de la biocatálisis, así como el papel de las enzimas y otras proteínas en determinar el funcionamiento de las células y organismos.
CE15. Poseer las habilidades “cuantitativas” para la experimentación en Biociencias, incluyendo la capacidad de preparar reactivos para experimentos de manera exacta y reproducible.
CE16. Capacidad para trabajar de forma adecuada utilizando el material biológico y químico, incluyendo seguridad, manipulación, eliminación de residuos biológicos y químicos, registro anotado de actividades.
CE17. Saber aplicar protocolos experimentales de laboratorio dentro del área de las Biociencias.
CE20. Adquirir la capacidad para transmitir información dentro del área de las biociencias, incluyendo el dominio de la terminología específica.
CE24. Adquirir el conocimiento de las técnicas analíticas, experimentales e informáticas habituales en biociencias y saber interpretar la información que aportan.
CE34. Comprender los diversos mecanismos de las reacciones orgánicas y su relación con los procesos biológicos.
Temas y contenidos
Breve descripción del contenido
Reconocimiento molecular. Química supramolecular. Mecanismos de las reacciones enzimáticas. Imitadores de Enzimas. Química Orgánica Biomimética. Papel de las pequeñas moléculas orgánicas en los sistemas biológicos y bases de su actividad biológica. Metabolitos secundarios.
Temario de la asignatura
TEMA 1: Introducción a la Química Bioorgánica. Reconocimiento molecular. Interacciones sustrato-receptor. Fuerzas no-covalentes que intervienen en el proceso de reconocimiento molecular. Parámetros termodinámicos. Modelos de reconocimiento molecular. Especificidad e información. Estereoespecificidad. Ejemplos biológicos de reconocimiento molecular. Actividad biológica de pequeñas moléculas orgánicas. Competencias: CE1, CE3, CE34
TEMA 2: Bases para el diseño de modelos biomiméticos. Receptores biomiméticos. Algunos usos de los receptores biomiméticos en el análisis químico y la síntesis orgánica. Transportadores biomiméticos. Ionóforos y canales artificiales. Transporte facilitado. Transporte acoplado a pH, procesos redox y

procesos fotoquímicos.

Competencias: CE1, CE3, CE4, CE5, CE34

TEMA 3: Mecanismo de reacción y catálisis. Biocatalizadores y catalizadores biomiméticos.

Química de las células vivas. Catálisis y biocatálisis. Catalizadores heterogéneos y homogéneos. Visión termodinámica. Estabilización del estado de transición. Tipos de Catálisis. Centro activo. Efecto catalítico de los grupos reactivos y no reactivos de una enzima. Proximidad espacial de los reactivos: comparación con las reacciones intramoleculares. Catálisis multifuncional y modelos simples. Uso de la energía de tensión en la catálisis enzimática. Uso de enzimas en síntesis orgánica. Reacciones estereoselectivas con enzimas: resolución cinética y desimetrización. Asimetría molecular y proquiralidad. Catalizadores biomiméticos de diseño. Análogos de estados de transición. Anticuerpos catalíticos. Anticuerpos sintéticos. Polímeros con cavidades catalíticas.

Competencias: CE1, CE3, CE4, CE5, CE34

TEMA 4: Reacciones de hidrólisis y reacciones de transferencia de grupos carboxilato y fosfato.

Reacciones de los derivados de los ácidos carboxílicos. Hidrólisis de amidas y ésteres. Estrategias enzimáticas. Peptidasas. Serino-proteasas y cisteíno-proteasas. Metallo-proteasas. Aspartil-proteasas. Esterasas y lipasas. Modelos biomiméticos. Uso en síntesis orgánica. Transferencia de grupos acilo en síntesis y biosíntesis: estrategias para la activación de grupos acilo. Biosíntesis de proteínas. Síntesis artificial de polipéptidos. Importancia de los grupos fosfato en la química de la vida. Hidrólisis de fosfoésteres. Fosfatasa y nucleasas. Transferencia enzimática de grupos fosforilo. ATP y transferencia de energía.

Competencias: CE1, CE3, CE4, CE5, CE34

TEMA 5: Reacciones enzimáticas de sustitución nucleófila.

Reacciones S_N2 . Metilación con *S*-adenosilmetionina (SAM). Transferencia de unidades de un átomo de carbono con la coenzima tetrahidrofolato. Reacciones S_N1 : Formación de enlaces C-C a través de carbocationes. Terpenos. Biosíntesis de terpenos. Prenil transferasas. Terpeno ciclasas. Esteroides. Ciclación biomimética de polienos.

Competencias: CE1, CE3, CE4, CE5, CE34

TEMA 6: Química enzimática de oxidación-reducción.

Estados de oxidación de los principales tipos de moléculas orgánicas. Potenciales redox. Tipos de oxidorreductasas. Deshidrogenasas dependientes de NAD y de flavinas. Modelos biomiméticos. Reacción de Cannizzaro. Reducción en síntesis orgánica. Reacciones de oxidación. Oxidación de alcoholes. Oxidasas. Monooxigenasas dependientes de flavinas y pterinas. Hidroxilación de compuestos aromáticos. Ciclohexanona monooxigenasa y la oxidación de Baeyer-Villiger. Proteínas con complejos hierro-azufre. Monooxigenasas metalo-dependientes. Oxidación de carbonos alquílicos. Epoxidación de alquenos. Dioxigenasas dependientes de α -cetoglutarato. Dioxigenasas ferro-dependientes. Acoplamiento oxidante de fenoles.

Competencias: CE1, CE3, CE4, CE5, CE34

TEMA 7: Adición nucleófila a compuestos carbonílicos.

Adición de nucleófilos de oxígeno a aldehídos y cetonas: formación e hidrólisis de acetales y hemiacetales. Hidrólisis de azúcares. Lisozima. Modelos biomiméticos. Transferencia enzimática de grupos glicosilo. Adición de nucleófilos de nitrógeno a aldehídos y cetonas: formación de iminas. Adición de cianuro de hidrógeno. Oxinitrilasas; utilidad sintética; modelos biomiméticos. Reacción de Strecker. Implicación en la síntesis prebiótica de aminoácidos.

Competencias: CE1, CE3, CE4, CE5, CE34

TEMA 8: Reacciones de sustitución en α a carbonilos.

Formación de iones enolato. Control cinético o termodinámico. Condensación aldólica. Aldolasas tipos I y II. Uso en síntesis orgánica. Anticuerpos catalíticos con actividad aldolasa. Condensaciones aldólicas biomiméticas. Reacciones a través de enaminas. Reacción de Mukaiyama. Condensación de Claisen y relacionadas. Enzimas tipo Claisen. Reacción de Reformatsky. Condensación de compuestos 1,3-dicarbonílicos. Descarboxilación de β -cetoácidos. Biosíntesis de policétidos. Adiciones conjugadas. Reacción de Mannich. Adición de enolatos a CO_2 . Carboxilasas.

Competencias: CE1, CE3, CE4, CE5, CE34

TEMA 9: Umpolung de carbonilos.

Reactividad "inversa" de carbonilos: *Umpolung*. Equivalentes de "aniones acilo". Enzimas dependientes de pirofosfato de tiamina. Descarboxilación de aminoácidos. Descarboxilasas dependientes de fosfato de piridoxal. Otras reacciones de aminoácidos catalizadas por PLP. Aminoácido descarboxilasas dependientes de *N*-piruvoilo.

Competencias: CE1, CE3, CE4, CE5, CE34

TEMA 10: Reacciones de isomerización y reacciones electrocíclicas. Racemasas y epimerasas cofactor-independientes. Aminoácido racemasas. Ceto-enol tautomerías. Alil isomerías. Isomerizaciones aza-alfáticas: aminotransferasas dependientes de PLP. Reacciones pericíclicas. Características generales y clasificación. Reacciones de cicloadición. La reacción de Diels-Alder. Reacciones sigmatrópicas. Transposiciones de Cope y Claisen. Corismato mutasa. Transposiciones mediadas por vitamina B₁₂.

Competencias: CE1, CE3, CE4, CE5, CE34

SEMINARIOS DE PROBLEMAS

Se realizarán 15 seminarios de 1 hora de duración.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

En las prácticas de laboratorio es obligatorio el uso de bata de laboratorio, que debe traer el alumno. Es asimismo obligatorio haber leído y aceptado las normas de seguridad publicadas en el Aula Virtual. El incumplimiento de estas normas tendrá como consecuencia la imposibilidad de acceder al laboratorio de prácticas.

PRÁCTICA 1.-. Autoensamblaje de macrociclos. Parte I: Estudio teórico. Duración: 3,75 horas. Conceptos tratados: Cálculos experimentales de estabilidad termodinámica. Dibujo y modelado 3D de macrociclos. Competencias: CE15, CE16, CE17, CE20, CE34.

PRÁCTICA 2.-. Autoensamblaje de macrociclos. Parte II: Síntesis de Macrociclos. Duración: 3,75 horas. Conceptos tratados: Síntesis de macrociclos de manera experimental mediante reacciones de condensación. Competencias: CE15, CE16, CE17, CE20, CE34.

PRÁCTICA 3.-. Condensación benzoínica. Estudios de Umpolung con distintos catalizadores. Duración: 3,75 horas. Conceptos tratados: Síntesis de moléculas complejas en el laboratorio análogas a los procesos llevados a cabo en los organismos vivos. Competencias: CE15, CE16, CE17, CE20, CE34.

PRÁCTICA 4.-. Condensación aldólica. Duración: 3,75 horas. Conceptos tratados: Síntesis aldólica de compuestos llevada a cabo mediante un procedimiento sostenible con reutilización de los disolventes y catalizadores empleados. Competencias: CE15, CE16, CE17, CE20, CE34.

Las prácticas se realizarán en la franja horaria establecida por la Facultad de Veterinaria y que se publicará en el siguiente enlace:

<https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/veterinaria/informacion-academica/horarios>

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
Tema 1	7,5	2				1		4,5
Tema 2	7,5	2				1		4,5
Tema 3	12,5	3				2		7,5
Tema 4	21,875	3		3,75		2		13,125
Tema 5	16,875	2		3,75		1		10,125
Tema 6	21,875	3		3,75		2		13,125
Tema 7	24,375	4		3,75		2		14,625
Tema 8	12,5	3				2		7,5
Tema 9	10	3				1		6
Tema 10	7,5	2				1		4,5
Evaluación	7,5	3						4,5
TOTAL	150	30		15		15		90

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

SL: Seminario/Laboratorio (prácticas clínicas hospitalarias = 7 estudiantes; prácticas laboratorio o campo = 17; prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas = 30, clases problemas o seminarios o

casos prácticos = 40).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodología Docente

Actividad formativa *	ECTS	Horas	Presencialidad (%)	Metodología**
1	1,2	30	20	1
2	0,6	15	10	2
4	0,6	15	10	1
6	3,6	90		4

* Actividades formativas: 1. Clases expositivas y participativas. 2. Prácticas de laboratorio. 4. Seminarios y Resolución de casos prácticos. 6. Trabajo autónomo del estudiante.

** Metodología docente: 1. Expositiva-participativa. Clases magistrales en pizarra y/o con apoyo de medios audiovisuales en grupo grande. 2. Expositiva-participativa. Trabajos prácticos en laboratorio, salas de ordenadores u otras instalaciones en grupos reducidos. 4. Actividad no presencial de aprendizaje mediante estudio de la materia, el análisis de documentos, la elaboración de memorias...

Resultados esperados del aprendizaje de la materia

Conocimientos a adquirir (saber):

- Describir correctamente los diferentes tipos de enlaces no-covalentes y citar ejemplos de aplicaciones biológicas.
- Conocer la estructura, nomenclatura y reactividad de los principales compuestos orgánicos.
- Comprender bien el concepto de quiralidad y entender la conformación de las moléculas orgánicas.
- Entender los principios básicos de los mecanismos de las reacciones orgánicas.
- Comprender bien las bases de la estructura y reactividad de los principales biomoléculas simples.
- Describir bien las bases de las reacciones de síntesis de péptidos y oligonucleótidos.
- Entender los principios de las reacciones utilizadas en química combinatoria y sus aplicaciones.

Competencias a adquirir (saber hacer):

- Trabajar de forma adecuada en un laboratorio químico-bioquímico incluyendo seguridad, manipulación y eliminación de residuos químicos y registro anotado de actividades.
- Expresarse correctamente con términos químicos.
- Formular correctamente cualquier compuesto inorgánico u orgánico de relevancia biológica e identificar sus grupos funcionales y su comportamiento en soluciones acuosas.
- Predecir las propiedades químicas y la reactividad de compuestos inorgánicos y orgánicos relevantes en biología en base a la estructura atómica y/o molecular.
- Familiarizarse con el uso de los principales instrumentos habituales en un laboratorio químico y bioquímico
- Escribir fórmulas químicas de los compuestos orgánicos de relevancia biológica y evaluar las características principales de reactividad asociándolas a sus propiedades estructurales.
- Saber realizar bien los tests para identificación de los grupos funcionales orgánicos fundamentales que caracterizan a las diferentes biomoléculas.
- Aplicar los conceptos de estereoquímica y quiralidad a biomoléculas simples.
- Relacionar los diversos mecanismos de reacciones orgánicas con procesos biológicos.

Sistemas de evaluación

La asignatura se evalúa en tres partes diferentes:

- **Prácticas de laboratorio**

La asistencia a las clases prácticas es obligatoria. La falta injustificada a una sesión o la falta, justificada o no, a más del 25% de las sesiones prácticas implica la realización de un examen práctico.

Cada alumno recibirá una calificación numérica de las prácticas, que contribuirá en un 15% a la nota

final de la asignatura. El aprovechamiento obtenido se evaluará a partir de un seguimiento continuo del alumno, de pruebas objetivas realizadas por escrito o a través de la plataforma del Campus Virtual y del cuaderno o memoria de prácticas.

Los alumnos que reciban una calificación de las prácticas inferior a 5 puntos sobre 10 deberán realizar un examen de prácticas, que podrá ser de tipo práctico, consistiendo en el diseño y realización con éxito de un experimento similar a los contenidos en el Programa, o bien una serie de cuestiones relacionadas con el fundamento teórico y aspectos experimentales de las prácticas.

Para aprobar la asignatura es un requisito indispensable tener una nota de prácticas mayor a 4 puntos. Si la calificación de prácticas no supera los 4 puntos, aunque la nota media final de la asignatura resulte mayor o igual a 5 puntos, se asignará una nota final de 4 puntos.

- **Evaluación Continua**

Durante el transcurso del cuatrimestre se plantearán una serie de cuestionarios y tareas que deberán hacerse a través del campus virtual. Estas tareas o cuestionarios se realizarán al finalizar cada uno de los temas desarrollados durante las clases y constituirán un apoyo para el entendimiento de la asignatura, así como una parte fundamental de la calificación final de la misma. El porcentaje de esta evaluación continua será de un 25%.

- **Examen Escrito**

Se realizará un examen final escrito, que podrá constar de una serie de preguntas teóricas y la resolución de problemas, además se podrán incluir algunos casos prácticos de similares características a los resueltos a lo largo del curso. Este examen contribuirá en un 60% a la nota final.

Calificación final de la asignatura

Para aprobar la asignatura deben cumplirse dos requisitos: (1) obtener tanto en las prácticas como en el examen final, notas superiores a 4 puntos y (2) obtener una calificación promedio de al menos 5 puntos. Esta nota se calculará de la siguiente manera:

Nota Final= $0,60 \times (\text{Nota del Examen final}) + 0,15 \times (\text{Nota de prácticas}) + 0,25 \times (\text{Nota de Evaluación Continua})$.

Si se cumplen ambos requisitos o sólo el primer requisito, la calificación de la asignatura será igual a la nota promedio calculada con la anterior fórmula.

Si no se cumple el primer requisito, la calificación de la asignatura será igual a la nota promedio en el caso de que esta sea inferior a 4 puntos, y será igual a 4 puntos en el caso contrario.

Renuncia a la evaluación continua

El Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario establece que los métodos de evaluación deben tender a incluir sistemas de evaluación continua. No obstante, la Normativa de evaluación de los resultados de aprendizaje y de las competencias adquiridas por el alumnado en las titulaciones oficiales de la Universidad de Extremadura (DOE el 12 de diciembre de 2016) reconoce el derecho del estudiante a optar por una evaluación global. Durante las tres primeras semanas de curso, los alumnos podrán renunciar a la evaluación continua, optando por una evaluación global, bien por escrito dirigido al profesor de la asignatura a través del Registro de la Facultad de Veterinaria, o bien a través del sistema habilitado para tal fin en el Aula Virtual de la asignatura. La elección realizada tendrá efecto en las convocatorias de Mayo-Junio y Junio-Julio del presente curso. En el caso de que los alumnos no realicen esta renuncia explícita, serán evaluados utilizando los criterios de evaluación explicados más arriba.

Los alumnos que opten por una evaluación global serán calificados únicamente por la nota obtenida en un examen final, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria. Con el fin de evaluar las competencias cubiertas en la evaluación continua, este examen podrá contener cuestiones adicionales o diferentes a las del examen dirigido a los alumnos que opten por la evaluación continua. Además, la renuncia a la evaluación continua no exime de la obligatoriedad de realizar las prácticas con aprovechamiento para poder aprobar la asignatura.

Convocatorias Extraordinaria de Enero:

El adelanto de convocatoria a la de Enero supondrá de hecho una renuncia a la evaluación continua en

esta convocatoria, ya que las actividades de evaluación continua se realizan posteriormente, durante el curso. Por tanto la nota en este caso se calculará de la siguiente manera: Nota Final= 0,85 x (Nota del Examen) + 0,15 x (Nota de prácticas obtenidas en el curso anterior).

Bibliografía y otros recursos

Bibliografía Básica recomendada:

- T.D.H. Bugg, Introduction to Enzyme and Coenzyme Chemistry, 2nd ed., 2004, ISBN: 1-4051-1452-5.
- Wade, L. G., Organic Chemistry. 8th ed.; Prentice Hall: 2013; ISBN-10: 0321768418 / ISBN-13: 9780321768414. Edición en Español: Wade, L. G., Química Orgánica. 7^a ed.; Pearson: 2012; Vol. I y II, ISBN13: 9786073207904.
- Bruice, P. Y., Organic Chemistry. 7th ed.; Prentice Hall: 2014; ISBN-10: 0321803221 / ISBN-13: 9780321803221. Versión española: Bruice, P. Y., Química Orgánica. 5^a ed.; 2007; ISBN13: 9789702607915.
- Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach, 3rd Edition. Paul M. Dewick © 2009 John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-74168-9.
- Biotransformations in Organic Chemistry, 7th Ed. Springer, ISBN 978-3-319-61589-9.

Bibliografía complementaria de ayuda al estudio:

- McMurry, J. E., *Organic Chemistry with Biological Applications*. 3rd ed.; Cengage Learning, **2015**; ISBN-13: 9781285842912 / ISBN-10: 128584291X.
- Bruice, P. Y., *Organic Chemistry*; 8th ed.; Prentice Hall, **2016**; ISBN: 013404228X. Edición en español: Bruice, P. Y., *Química Orgánica*; 5^a ed.; Prentice Hall, **2007**; ISBN13: 9789702607915.
- Wade, L. G.; Simek, J. W. *Organic Chemistry*; 9th ed.; Prentice Hall, **2016**; ISBN-10: 0321768418 / ISBN-13: 9780321768414. Edición en Español: Wade, L. G., *Química Orgánica*; 7^a ed.; Pearson, **2012**; Vol. I y II, ISBN13: 9786073207904.

Otros Recursos:Aula Virtual: <http://campusvirtual.unex.es>