



1. DATOS GENERALES

Asignatura: ENZIMOLOGÍA	Código: 13316
Tipología: OBLIGATORIA	Créditos ECTS: 6
Grado: 341 - GRADO EN BIOQUÍMICA	Curso académico: 2023-24
Centro: 501 - FACULTAD CC. AMBIENTALES Y BIOQUÍMICA TO	Grupo(s): 40
Curso: 2	Duración: C2
Lengua principal de impartición: Español	Segunda lengua: Inglés
Uso docente de otras lenguas:	English Friendly: S
Página web:	Bilingüe: N

Profesor: ELENA BONZÓN KULICHENKO - Grupo(s): 40				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
ICAM, despacho 0.30	QUÍMICA INORG., ORG., Y BIOQ.	926051477	Elena.Bonzon@uclm.es	previa cita por email
Profesor: BOIKO YUDA COHEN COHEN - Grupo(s): 40				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
	QUÍMICA FÍSICA		Boiko.Cohen@uclm.es	
Profesor: MARIO GUTIÉRREZ TOVAR - Grupo(s): 40				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
INAMOL, despacho 1.2	QUÍMICA FÍSICA	925268802	Mario.Gutierrez@uclm.es	Lunes y miércoles, de 12 a 14h, previa cita por email.
Profesor: ANA MARIA RODRIGUEZ CERVANTES - Grupo(s): 40				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Sabatini, despacho 0.222	QUÍMICA FÍSICA	5494	anamaria.rodriguez@uclm.es	previa cita por email
Profesor: MARIA RODRIGUEZ PEREZ - Grupo(s): 40				
Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
Edif. 6. Dcho 11	QUÍMICA INORG., ORG., Y BIOQ.	5435	maria.rodriguezperez@uclm.es	Lunes, miércoles y viernes, de 12 a 14h, concretando la hora por mail.

2. REQUISITOS PREVIOS

Conocimientos de Bioquímica, Química General y Análisis Matemático Básico. La docencia se desarrollará asumiendo que el alumnado tiene el nivel óptimo de conocimientos correspondientes a las asignaturas de Fundamentos de Bioquímica, y Termodinámica y Cinética, correspondientes al primer curso del grado.

3. JUSTIFICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS, RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS Y CON LA PROFESIÓN

La asignatura se encuentra en el segundo curso de la titulación y pretende desarrollar con mayor intensidad los conocimientos de las propiedades funcionales o cinéticas de la catálisis enzimática, adquiridos por los alumnos en las asignaturas Termodinámica y Cinética y Fundamentos de Bioquímica, de primer curso del Grado.

Los contenidos de esta asignatura se enmarcan dentro del Grado en segundo curso, como una formación previa e imprescindible para la comprensión e integración de conocimientos que se impartirán en cursos posteriores del grado, principalmente dentro de las asignaturas de Fisiología humana y Metabolismo y su Regulación en tercer curso del Grado.

Asimismo, la formación recibida en la asignatura será imprescindible para alcanzar una ventaja competitiva profesional, el dominio de las enzimas como elementos principales o importantes herramientas, en aplicaciones preparativas, analíticas degradativas y sintéticas. Esto potenciará el desempeño de puestos de trabajo en empresas públicas y privadas, dedicadas a la Biotecnología sanitaria (roja), agroalimentaria (verde), industrial (blanca) y de gestión empresarial (gris), tanto en departamentos de I+D como de gestión empresarial sobre conocimiento, riesgos laborales, medio ambiente y calidad.

4. COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN QUE LA ASIGNATURA CONTRIBUYE A ALCANZAR

Competencias propias de la asignatura

Código	Descripción
E01	Expresarse correctamente con términos biológicos, físicos, químicos matemáticos e informáticos básicos.
E02	Trabajar de forma adecuada y motivado por la calidad en un laboratorio químico, biológico y bioquímico, incluyendo, seguridad, manipulación y eliminación de residuos y llevando registro anotado de actividades.
E03	Entender y saber explicar las bases físicas y químicas de los procesos bioquímicos y de las técnicas utilizadas para investigarlos.
E13	Manejar correctamente distintas herramientas informáticas para realizar cálculos numéricos, análisis de errores y estadísticos y representar los datos experimentales.
E15	Saber determinar experimentalmente las concentraciones de metabolitos, los parámetros cinéticos, termodinámicos y coeficientes de control de las reacciones del metabolismo intermediario.
E21	Comprender los principios químicos y termodinámicos de la biocatálisis y el papel de las enzimas y otros biocatalizadores en el funcionamiento de las células y organismos. Poseer y comprender los conocimientos en el área de Bioquímica y Biología Molecular a un nivel que, apoyándose en los libros de

G01	texto avanzados, incluya también aspectos de vanguardia de relevancia en la disciplina.
G02	Saber aplicar los conocimientos de Bioquímica y Biología Molecular a la práctica profesional y poseer las competencias y habilidades intelectuales necesarias para dicha práctica, incluyendo capacidad de gestión de la información, análisis y síntesis, resolución de problemas, organización y planificación y generación de nuevas ideas.
G03	Ser capaces de reunir e interpretar datos, información y resultados relevantes, obtener conclusiones y emitir informes razonados en temas relevantes de índole social, científica o ética en conexión con los avances en Bioquímica y Biología Molecular.
G04	Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones en el ámbito de la Bioquímica y Biología Molecular a un público tanto especializado como no especializado.
G05	Desarrollar aquellas estrategias y habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en el área de Bioquímica y Biología Molecular y otras áreas afines con un alto grado de autonomía.
G06	Adquirir habilidades en el manejo de programas informáticos incluyendo el acceso a bases de datos bibliográficas, estructurales o de cualquier otro tipo útiles en Bioquímica y Biología Molecular.
T10	Capacidad de autoaprendizaje y de obtener y gestionar información bibliográfica, incluyendo recursos en Internet.

5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

Resultados de aprendizaje propios de la asignatura

Descripción

Entender los principios de la catálisis enzimática.

Distinguir los diferentes tipos de inhibición de la actividad enzimática.

Conocer las características de la interacción macromolécula-ligando.

Conocer las estrategias de utilización de las enzimas en los procesos biotecnológicos.

Saber explicar los mecanismos de regulación de los enzimas.

Conocer los diferentes factores que modifican la actividad enzimática y sus efectos.

Conocer los mecanismos y la cinética de las reacciones enzimáticas y los procedimientos para determinar experimentalmente las constantes cinéticas de una reacción enzimática.

6. TEMARIO

Tema 1: Cinética enzimática

Tema 1.1 Cinética hiperbólica.

Tema 1.2 Complejo enzima-sustrato.

Tema 1.3 Ecuación de Michaelis-Menten. Aproximación del equilibrio: modelo de Henri y Michaelis-Menten.

Tema 1.4 Aproximación del estado estacionario: modificación de Briggs y Haldane.

Tema 1.5 Estado pre-estacionario: tratamiento cinético y técnicas experimentales.

Tema 2: Parámetros cinéticos

Tema 2.1 Significado de K_m , V_{max} y k_{cat} .

Tema 2.2 Afinidad y K_s .

Tema 2.3 Constante de especificidad.

Tema 2.4 Eficiencia catalítica.

Tema 2.5 Relación entre los parámetros cinéticos y la constante de equilibrio de la reacción: ecuación de Haldane.

Tema 3: Determinación experimental de los parámetros cinéticos

Tema 3.1 Linealización de la ecuación de Michaelis-Menten: gráficos de Lineweaver-Burk, Hans-Woolf, Eadie-Hofstee y Eisenthal/Cornish-Bowden.

Tema 3.2 K_m y k_{cat} en reacciones enzimáticas con más de un complejo intermedio.

Tema 4: Inhibición enzimática

Tema 4.1 Inhibición reversible: inhibiciones competitiva, acompetitiva y mixta; análisis cinético, constantes de inhibición y representaciones

Tema 4.2 Inhibición irreversible: modificación covalente de enzimas, eficiencia del inhibidor; constante de inactivación. Clasificación de los inhibidores irreversibles; características estructurales y cinéticas. Aplicaciones del estudio de la inhibición enzimática.

Tema 5: Cinética de reacciones multisustrato

Tema 5.1 Reacciones bisustrato

Tema 5.2 Mecanismos de reacción

Tema 5.3 Terminología de Cleland

Tema 5.4 Cinética de las reacciones bisustrato; ecuación general de Alberty.

Tema 5.5 Determinación del mecanismo de reacción y de las constantes cinéticas; representaciones primarias y secundarias.

Tema 5.6 Discriminación entre tipos de mecanismos; análisis cinético en el estado estacionario: inhibición por producto.

Tema 6: Efecto del medio de reacción sobre la actividad enzimática

Tema 6.1 Efecto del pH sobre la velocidad de la reacción; análisis cinético.

Tema 6.2 Identificación de los aminoácidos implicados en el proceso catalítico; determinación de los pK_a y pK_b

Tema 6.3 Efecto de la temperatura sobre la velocidad de la reacción.

Tema 7: Mecanismo de acción de las enzimas

Tema 7.1 Teoría del estado de transición

Tema 7.2 Energía de activación

Tema 7.3 Factores responsables del poder catalítico de las enzimas.

Tema 7.4 Catálisis intramolecular. Efecto entrópico

Tema 7.5 Formación del complejo enzima-sustrato; energía de unión.

Tema 7.6 Mecanismos moleculares de utilización de la energía de unión

Tema 7.7 Complementariedad enzima-sustrato y enzima-estado de transición.

Tema 7.8 Unión preferente al estado de transición: modelo del ajuste inducido y modelo de distorsión de enlaces.

Tema 8: Mecanismos de catálisis enzimática

Tema 8.1 Catálisis ácido-base.

Tema 8.2 Catálisis electrostática; catálisis electrofílica por iones metálicos

Tema 8.3 Catálisis covalente: nucleofílica y electrofílica

Tema 8.4 Aminoácidos implicados.

Tema 8.5 Ejemplos representativos: mecanismos de reacción de las proteasas; iminas y mecanismo de reacción de la aldolasa.

Tema 8.6 Catálisis enzimática con participación de coenzimas

Tema 9: Regulación enzimática

Tema 9.1 Regulación de las vías metabólicas

Tema 9.2 Teoría del Análisis del Control Metabólico. Coeficiente de control de flujo.

Tema 9.3 Mecanismos generales y específicos de regulación de las vías metabólicas. Coeficientes de elasticidad y de respuesta.

Tema 9.4 Etapas reguladoras.

Tema 9.5 Mecanismos de regulación de la cantidad de una enzima. El proteasoma.

Tema 10: Fenómenos de cooperatividad

Tema 10.1 Interacciones ligando-proteína.

Tema 10.2 Cooperatividad. Dinámica de las proteínas de unión a oxígeno.

Tema 10.3 Ecuación de Hill. Determinación del índice de Hill: representación logarítmica de Hill.

Tema 10.4 Ecuación de Scatchard y su representación logarítmica.

Tema 10.5 Ecuación de Adair.

Tema 10.6 Razón de saturación (índice de cooperatividad)

Tema 11: Efectos alostéricos

Tema 11.1 Cinética sigmoide y enzimas alostéricas.

Tema 11.2 Mecanismos de interacciones alostéricas y cooperatividad

Tema 11.3 Modelo de simetría de Monod, Wyman y Changeux.

Tema 11.4 Modelo secuencial de Koshland, Nemethy y Filmer.

Tema 12: Modificación covalente reversible

Tema 12.1 Modificaciones oxidativas.

Tema 12.2 Reacciones de fosforilación-desfosforilación.

Tema 12.3 Proteínas quinasas y fosfoproteínas fosfatasas. Mecanismos de acción y de activación.

Tema 12.4 Otras formas de regulación enzimática por modificación covalente.

Tema 13: Regulación por activación proteolítica

Tema 13.1 Mecanismos de activación proteolítica.

Tema 13.2 Activación de enzimas digestivas.

Tema 13.3 Procesamiento proteolítico del procolágeno.

Tema 13.4 Procesamiento proteolítico de la poliproteína del VIH.

Tema 13.5 Cascada de la coagulación sanguínea.

Tema 13.6 Activación de caspasas y apoptosis.

Tema 14: Sistemas enzimáticos organizados. Isoenzimas.

Tema 14.1 Proteínas multienzimáticas y complejos multienzimáticos.

Tema 14.2 Mecanismos moleculares de la canalización de sustratos.

Tema 14.3 Isoenzimas. Características generales. Hexoquinasa como ejemplo representativo del papel funcional y regulador de las isoenzimas.

Tema 15: Enzimología aplicada

Tema 15.1 Biotecnología enzimática: aplicaciones industriales y clínicas de las enzimas.

Tema 15.2 Diagnóstico enzimático.

Tema 15.3 Terapia enzimática.

Tema 16: Prácticas de laboratorio:

Tema 16.1 Simulación informática de cinéticas y mecanismos enzimáticos, así como de los factores que afectan a los mismos.

Tema 16.2 Estudio cinético de la actividad enzimática de la alfa-amilasa.

Tema 16.3 Fraccionamiento subcelular de hígado de rata. Obtención de la fracción citosólica.

Tema 16.4 Determinación de la actividad de la piruvato quinasa en la fracción citosólica de hígado de rata, sus propiedades alostéricas y el efecto de dos moduladores: fructosa-1,6-bisfosfato y L-alanina.

7. ACTIVIDADES O BLOQUES DE ACTIVIDAD Y METODOLOGÍA							
Actividad formativa	Metodología	Competencias relacionadas (para títulos anteriores a RD 822/2021)	ECTS	Horas	Ev	Ob	Descripción
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL]	Método expositivo/Lección magistral	E01 E03 E15 E21 G05	1.16	29	N	-	Clases magistrales en las que se desarrollarán los contenidos teóricos. Las clases magistrales estarán a disposición del estudiante en Moodle.
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL]	Prácticas	E01 E02 E03 E13 E15 G02 G03 G04 G05 G06	0.68	17	S	S	Prácticas en el laboratorio donde se aplicarán y ampliarán los contenidos teóricos. Estas prácticas serán obligatorias y se realizarán en grupos. Solo podrán ser evaluados aquellos alumnos que hayan realizado las practicas ya que éstas no serán recuperables
Elaboración de memorias de Prácticas [AUTÓNOMA]	Trabajo en grupo	E01 E03 E13 E15 G03 G06 T10	0.76	19	S	S	Se entregarán informes escritos o vídeos realizados por los alumnos, según las indicaciones del profesor responsable, al finalizar las prácticas. En caso de no alcanzar la nota mínima (4/10) en la evaluación del informe de practicas, esta parte será recuperable en la convocatoria extraordinaria o especial de finalización.
							En estas clases se profundizarán y se

Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL]	Resolución de ejercicios y problemas	E01 E13 G02 G03 G04 T10	0.32	8	S	N	trabajará en los temas expuestos en las clases magistrales mediante la resolución de problemas tipo.
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]	Autoaprendizaje	G01 G03 G05 T10	2.84	71	N	-	
Prueba final [PRESENCIAL]	Pruebas de evaluación	E01 E03 E15 E21 G01 G02 G05	0.12	3	S	S	El alumno responderá a una serie de cuestiones y/o problemas sobre los temas y los casos prácticos desarrollados en la asignatura. La evaluación será recuperable en la convocatoria extraordinaria o especial de finalización.
Otra actividad presencial [PRESENCIAL]	Trabajo en grupo	E01 E03 E21 G01 G03 G04 G05 T10	0.08	2	S	N	Trabajos tutorizados (en grupo): El alumno realizará un trabajo autónomo tutorizado por el profesor sobre un tema relacionado con la asignatura.
Otra actividad presencial [PRESENCIAL]	Pruebas de evaluación	E01 E03 E15 E21 G01 G02 G05	0.04	1	S	N	El alumno resolverá a una serie de cuestiones y/o problemas prácticos sobre los temas desarrollados en la asignatura.
Total:			6	150			
Créditos totales de trabajo presencial: 2.4			Horas totales de trabajo presencial: 60				
Créditos totales de trabajo autónomo: 3.6			Horas totales de trabajo autónomo: 90				

Ev: Actividad formativa evaluable

Ob: Actividad formativa de superación obligatoria (Será imprescindible su superación tanto en evaluación continua como no continua)

8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y VALORACIONES			
Sistema de evaluación	Evaluación continua	Evaluación no continua*	Descripción
Prueba final	70.00%	85.00%	Se realizará una prueba final que tendrá en cuenta el conocimiento teórico de la asignatura, la resolución de problemas, y los conocimientos adquiridos durante las prácticas de laboratorio. El examen final corresponderá al 70% de la nota final. Se exigirá una nota mínima de 4 para sumar la calificación obtenida en el examen final con el resto de las actividades. Se tendrá en cuenta además: Correcta comunicación escrita. Capacidad de diseño, análisis y síntesis.
Elaboración de memorias de prácticas	15.00%	15.00%	Como criterios de evaluación se tendrá en cuenta: -Corrección de las respuestas a las cuestiones que se planteen sobre cada experiencia. -Identificación y explicación de los resultados. -Claridad y organización en la redacción del cuaderno de laboratorio. - Capacidad para trabajar en equipo.
Resolución de problemas o casos	5.00%	0.00%	En estas clases se profundizará y se trabajará en los temas expuestos en las clases magistrales mediante la resolución de problemas tipo. Se tendrá en cuenta: - Claridad en la exposición del problema. - Corrección en la resolución de problemas.
Presentación oral de temas	10.00%	0.00%	Trabajos tutorizados (en grupo): el alumno realizará un trabajo tutorizado por el profesor sobre un tema relacionado con la asignatura. Se tendrá en cuenta: - Capacidad de diseño, análisis y síntesis en la elaboración de los trabajos; - Una correcta comunicación escrita; - Capacidad para trabajar en equipo.
Total:	100.00%	100.00%	

* En **Evaluación no continua** se deben definir los porcentajes de evaluación según lo dispuesto en el art. 4 del Reglamento de Evaluación del Estudiante de la UCLM, que establece que debe facilitarse a los estudiantes que no puedan asistir regularmente a las actividades formativas presenciales la superación de la asignatura, teniendo derecho (art. 12.2) a ser calificado globalmente, en 2 convocatorias anuales por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria (evaluándose el 100% de las competencias).

Crterios de evaluación de la convocatoria ordinaria:

Evaluación continua:

La modalidad asignada por defecto se asumirá la participación del estudiante en la Evaluación Continua, a menos que éste manifieste lo contrario (antes de la finalización del período de clases) mediante un mail al profesor, siempre que no haya realizado el 50% de las actividades evaluables. Se exigirá una nota mínima de 4 para sumar la calificación obtenida en el examen final con el resto de las actividades. En caso de no alcanzar la nota mínima (4/10) en la evaluación del informe de prácticas, la memoria será recuperable en la convocatoria extraordinaria. Las notas obtenidas en la elaboración de la memoria de prácticas, resolución de problemas y trabajo en grupo serán tenidas en cuenta tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria. Solo se considerará superada la asignatura si el conjunto de todas las actividades evaluables resulta en una nota de un 5 o superior (sobre 10).

Evaluación no continua:

La modalidad asignada por defecto se asumirá la participación del estudiante en la Evaluación Continua, a menos que éste manifieste lo contrario (antes de la finalización del período de clases) mediante un mail al profesor, siempre que no haya realizado el 50% de las actividades evaluables. Se exigirá una nota mínima de 4 para sumar la calificación obtenida en el examen final (85%) con la nota de las practicas (15%). En caso de no alcanzar la nota mínima

(4/10) en la evaluación del informe de prácticas, la memoria será recuperable en la convocatoria extraordinaria. La nota obtenida en la elaboración de la memoria de prácticas será tenida en cuenta tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria. Solo se considerará superada la asignatura si el conjunto de todas las actividades evaluables resulta en una nota de un 5 o superior (sobre 10).

Particularidades de la convocatoria extraordinaria:

Las notas obtenidas en la elaboración de la memoria de prácticas, resolución de problemas y trabajo en grupo serán tenidas en cuenta tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria. En caso de no haber alcanzado en la convocatoria ordinaria la calificación mínima en las prácticas de laboratorio, en la prueba final de la convocatoria extraordinaria se incluirán una serie de cuestiones que permitan evaluar si el alumno ha adquirido las competencias relativas a dichas actividades.

Particularidades de la convocatoria especial de finalización:

Para superar esta convocatoria sólo habrá una prueba final que supondrá el 100% de la nota, siempre y cuando se hayan realizado y superado las prácticas de laboratorio con una nota igual o superior a 5.

9. SECUENCIA DE TRABAJO, CALENDARIO, HITOS IMPORTANTES E INVERSIÓN TEMPORAL	
No asignables a temas	
Horas	Suma horas

10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS						
Autor/es	Título/Enlace Web	Editorial	Población	ISBN	Año	Descripción
Athel Cornish-Bowden	Fundamentals of Enzyme Kinetics	Wiley-Blackwell		978-3-527-33074-4	2012	
COPELAND R A	Enzymes: a practical introduction to structure, mechanism, and data analysis (2e)	Wiley-VCH, New York		0-471-35929-7	2000	
Cox M.M. y Nelson D.L.	Lehninger: Principios de Bioquímica (6e)	Omega		978-84-282-1486-5	2014	
Fersh A.	Structure and mechanism in protein science (2e)	W.H. Freeman and Co.			1999	
Garret R.H. & Grisham G.M	Biochemistry (5e)	Cengage Learning			2012	
Mathews CK y Van Holde KE	Bioquímica	Pearson/Addison Wesley, D.L.		84-7829-053-2	2004	
Muller-Esterl W.	Bioquímica (2e)	Reverté			2008	
NUÑEZ DE CASTRO I.	Enzimología	Pirámide	Madrid	84-368-1468-1	2001	
Paul F. Cook, W.W. Cleland	Enzyme kinetics and mechanism	New York : Taylor & Francis Group		978-0-8153-4140-6	2007	
Petsko G. y Ringe D.	Protein Structure and Function	New Science Press		0878936637	2004	
Stryer L., Berg J.M., Tymoczko J.L.	Bioquímica (7e)	Editorial Reverté S.A			2013	
Voet D., Voet J.G	Bioquímica (4e)	Editorial Médica Panamericana		950-06-2301-3	2016	
						Nomenclatura de enzimas. Normas de la IUPAC/IUBBM sobre nomenclatura de enzimas Permite búsquedas de enzimas concretas
	http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/					
	http://www.sebbm.es/					Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular - SEBBM
						Terminología Química y Bioquímica. Recomendaciones de la IUPAC/IUBBM sobre terminología Química y Bioquímica
	http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/					