



# Guía Docente: Escenarios 1, 2 y 3

## ENZIMOLOGÍA

---



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2021-2022**



## ESCENARIO 1. PRESENCIAL

### I.- IDENTIFICACIÓN

<b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA:</b>	Enzimología
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	6
<b>CARÁCTER:</b>	Obligatoria
<b>MATERIA:</b>	Relaciones Estructura-Función
<b>MÓDULO:</b>	Bioquímica y Biología Molecular
<b>TITULACIÓN:</b>	Grado en Bioquímica
<b>SEMESTRE/CUATRIMESTRE:</b>	Primero (segundo curso)
<b>DEPARTAMENTO/S:</b>	Bioquímica y Biología Molecular
<b>PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:</b>	

Grupo A	
Teoría Seminario Tutoría	<b>Profesora:</b> OLGA CAÑADAS BENITO <b>Departamento:</b> Bioquímica y Biología Molecular <b>Despacho:</b> Facultad de Biología (edificio B), 1ª Planta, Laboratorio 5 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:ocanadas@ucm.es">ocanadas@ucm.es</a>
Teoría Seminario Tutoría	<b>Profesora:</b> ANA SABORIDO MODIA <b>Departamento:</b> Bioquímica y Biología Molecular <b>Despacho:</b> Facultad de Biología (edificio B), 1ª Planta, Despacho nº 16 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:asaborido@quim.ucm.es">asaborido@quim.ucm.es</a>
Teoría Seminario Tutoría	<b>Profesor:</b> JESÚS PÉREZ GIL <b>Departamento:</b> Bioquímica y Biología Molecular <b>Despacho:</b> Facultad de Biología (edificio B), 1ª Planta, Laboratorio 5 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:jperezgil@bio.ucm.es">jperezgil@bio.ucm.es</a>

### II.- OBJETIVOS

#### ■ OBJETIVO GENERAL

Proporcionar al estudiante una visión detallada del concepto de enzima, de los métodos de caracterización y optimización de la acción de las enzimas y de los mecanismos de catálisis enzimática.

#### ■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proporcionar las bases conceptuales necesarias para caracterizar y aplicar enzimas y ensayos enzimáticos en laboratorios y experimentos bioquímicos.



### III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

#### ■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

#### ■ RECOMENDACIONES:

### IV.- CONTENIDOS

#### ■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Cinética enzimática. Teoría del estado de transición. Estado estacionario. Termoestabilidad de enzimas. Activación e inhibición enzimática. Efectos alostéricos y cooperativos. Modelos de cooperatividad. Modificación química selectiva. Inhibidores reversibles. Cinética multisustrato. Enzimas inmovilizadas. Mecanismos de catálisis enzimática. Proteasas. Significado biológico de la proteólisis y evolución de actividades proteolíticas. Transferencia de fosforilo. Papel de cofactores en la catálisis enzimática. Reacciones de oxido-reducción. Ribozimas. Enzimas artificiales. Anticuerpos catalíticos.

#### ■ PROGRAMA:

##### Ensayos enzimáticos y análisis cinético

1. Desarrollo histórico de la enzimología. Concepto de enzima y actividad enzimática. Clasificación y nomenclatura de enzimas. Métodos de ensayo enzimático.
2. Cinética química. Teoría del estado de transición. Cinética enzimática. Mecanismos cinético y químico. Estado estacionario: ecuación de Michaelis-Menten. Estado pre-estacionario.
3. Activación e inhibición enzimática reversible. Cinética multisustrato. Determinación del tipo de mecanismo cinético.
4. Inhibición irreversible. Modificación química selectiva. Marcadores de afinidad, sustratos suicidas y análogos del estado de transición.
5. Efecto de los factores ambientales en catálisis enzimática: fuerza iónica, el pH y temperatura. Enzimas extremófilas.
6. Regulación de la actividad enzimática. Efectos alostéricos y cooperativos. Modelos de regulación enzimática por ligandos.

##### Mecanismos de catálisis enzimática

7. Mecanismos de catálisis enzimática. Catálisis por aproximación: contribución entrópica a la catálisis. Catálisis covalente. Catálisis ácido-base general. Tensión, distorsión y cambio conformacional: ajuste inducido y unión no productiva.

##### Relaciones estructura-función en enzimas

8. Relaciones estructura-función en proteasas. Bases moleculares de la especificidad de serín-proteasas. Evolución convergente y divergente de la catálisis proteolítica. Nanomáquinas proteolíticas. Papel de los metales en el centro activo de las enzimas. Ribonucleasa. Ribozimas. Anticuerpos catalíticos.



## V.- COMPETENCIAS

### ■ GENERALES:

- **CG1** Explicar con precisión los conceptos y principios de la Bioquímica.
- **CG3** Reconocer las transformaciones químicas implicadas en un proceso biológico.
- **CG4** Analizar los mecanismos moleculares del metabolismo de los seres vivos.
- **CG10** Evaluar, interpretar y resumir información y datos bioquímicos, haciendo uso de la literatura científica.
- **CG14** Comunicar con rigor los aspectos fundamentales de su actividad profesional a otros profesionales de su área, o de áreas afines, y a un público no especializado.

### ■ ESPECÍFICAS:

- **CE6-REF5** Explicar los mecanismos y la cinética de las reacciones enzimáticas y su regulación.

### ■ TRANSVERSALES:

- **CT5-MBBM3** Capacidad para implicar las relaciones estructura-función de las macromoléculas biológicas y de la regulación metabólica en los diferentes fenómenos biológicos.
- **CT2-MBBM5** Razonar de modo crítico.
- **CT14-MBBM6** Desarrollar una motivación por la calidad.
- **CT7- MBBM7** Gestionar información científica accesible a través de Internet.
- **CT9-MBBM8** Ser capaz de dar una charla breve a un auditorio no especializado acerca de un tema de Bioquímica y Biología Molecular con posible impacto actual en la sociedad.

## VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	45	67,5	4,5
Seminarios	3	4,5	0,3
Tutorías/Trabajos dirigidos	2	3	0,2
Preparación de trabajos y exámenes	3	22	1
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>97</b>	<b>6</b>



## VII.- METODOLOGÍA

La actividad docente seguirá una metodología híbrida, que hará uso de un aprendizaje colaborativo y un aprendizaje individual. Las actividades presenciales de la asignatura se estructuran en **clases de teoría, seminarios y tutorías**.

En las **clases de teoría** el profesor dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Se presentarán los conceptos teóricos y algunos hechos experimentales que permitan al alumno obtener una visión global y comprensiva de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrán el contenido y objetivos principales de dicho tema. Al final del tema se podrán plantear nuevas propuestas que permitan interrelacionar contenidos ya estudiados con los del resto de la asignatura o con otras asignaturas. Como apoyo a las explicaciones teóricas, se proporcionará a los alumnos el material docente apropiado, bien en fotocopias o bien en el Campus Virtual.

Las **clases de seminarios y las de tutorías** tendrán como objetivo que el alumno aplique los conocimientos adquiridos a un conjunto de cuestiones y/o ejercicios directamente relacionados con el contenido de la asignatura. También se utilizarán estas clases para la presentación de temas específicos o desarrollos novedosos en el ámbito del estudio y aplicaciones prácticas de las enzimas.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA

### ■ BÁSICA:

No se va a seguir un libro de texto concreto para el desarrollo de la asignatura. A continuación se relacionan textos recomendados de carácter general.

- Mathews, C.K., Van Holde, K.E., Appling, D.R. y Anthony-Cahill, S.J.: “Bioquímica”. Pearson, 4ª ed., 2013. Capítulo 11: “Enzimas: catalizadores biológicos”. [Recurso electrónico]
- Voet, D., Voet, J.G. y Pratt, C.W.: “Fundamentos de Bioquímica”. Editorial Panamericana, 4ª ed., 2016. Parte III: “Enzimas”. [Recurso electrónico]
- Núñez de Castro, I.: “*Enzimología*”, Ediciones Pirámide, 2001.
- Cornish-Bowden, A.: “*Fundamentals of Enzyme Kinetics*”. Wiley-Blackwell, 4ª ed., 2012.
- Segel, I.H.: “*Biochemical Calculations*”. Wiley and Sons, 2ª ed., 1976.  
Segel, I.H.: “*Cálculos de Bioquímica*”. Ed. Acribia, 1972.

### ■ COMPLEMENTARIA:

- Bisswanger, H.: “*Practical Enzymology*”. Wiley, 3ª ed., 2019.
- Buchholz, K., Kasche, V. y Bornscheuer, U.T.: “*Biocatalysts and Enzyme Technology*”. Wiley-Blackwell, 2ª ed., 2012.
- Bugg, T.D.H.: “*Introduction to Enzyme and Coenzyme Chemistry*”. Backwell Publishing, 2ª ed., 2009.



- Cook, P.F. y Cleland, W. W.: “*Enzyme Kinetics and Mechanism*”, Garland Science, 2007.
- Fersht, A.: “*Structure and Mechanism in Protein Science: Guide to Enzyme Catalysis and Protein Folding*”, W.H. Freeman and Co. Ltd., 1999.
- Frey, P.A. y Hegeman, A.D.: “*Enzymatic Reaction Mechanisms*”. Oxford University Press, 2007.
- Palmer, T. y Bonner, P.L.: “*Enzymes: Biochemistry, Biotechnology, Clinical Chemistry*”. Woodhead Publishing, 2ª ed., 2007.
- Petsko, G.A. y Reidge, D.: “*Protein Structure and Function*”. Oxford University Press, 2009.
- Price, N.C. y Stevens, L.: “*Fundamentals of Enzymology*”. Oxford University Press, 3ª ed., 1999.
- Purich, D.L.: “*Enzyme Kinetics: Catalysis and Control. A reference of Theory and Best-Practice Methods*”, Academic Press, 2010. [Recurso electrónico]
- Segel, I.H., “*Enzyme Kinetics*”. Wiley and Sons, 1993.

## IX.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en las diferentes actividades propuestas. Para poder superar la asignatura será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales.

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en todas las convocatorias:

### ■ EXÁMENES ESCRITOS: 80%

La evaluación de las competencias adquiridas en la parte teórica de la asignatura se llevará a cabo mediante la realización de un único examen final. El examen constará de preguntas sobre aplicación de conceptos aprendidos durante el curso y cuestiones relacionadas.

### ■ TRABAJO PERSONAL: 15%

La evaluación del trabajo de aprendizaje realizado por el alumno considerará la destreza del alumno en la resolución de problemas y ejercicios propuestos, en la preparación de un trabajo o en la discusión de artículos científicos.

### ■ ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES: 5%

La asistencia y la participación del alumno en todas las actividades se valorará positivamente en la calificación final. La falta de asistencia reiterada podrá penalizarse.

Será necesario obtener una nota mínima de 4 en el examen escrito para poder hacer la ponderación de la calificación final.

Siempre se respetará un plazo mínimo de siete días entre la publicación de cualquier calificación, si fuera el caso, y la fecha del examen final de la asignatura.


**PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA**

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
<b>1. Ensayos enzimáticos y análisis cinético</b>	Clases Teoría	22	1	1ª Semana	8ª Semana
	Seminarios	2	1		
<b>2. Mecanismos de catálisis enzimática</b>	Clases Teoría	5	1	9ª Semana	10ª Semana
<b>3. Relaciones estructura-función en enzimas</b>	Clases Teoría	18	1	10ª Semana	15ª Semana
	Seminarios	1	1		
	Tutoría	2	2	Semanas 7ª y 14ª	



**RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES**

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
<b>Clases de teoría</b>	CG1 CG3 CG4 CG10 CG14  CE6-REF5 CT5-MBBM3 CT2-MBBM5 CT14-MBBM6 CT7- MBBM7 CT9-MBBM8	Exposición de conceptos teóricos. Planteamiento de cuestiones.	Toma de apuntes, formulación y contestación de cuestiones.	Valoración de las respuestas a preguntas relacionadas con los conceptos teóricos explicados.	45	67,5	112,5	20%
<b>Seminarios</b>		Aplicación de la teoría a la resolución de ejercicios y problemas.	Toma de apuntes. Realización de ejercicios. Formulación y contestación de cuestiones.	Valoración de la resolución de ejercicios prácticos.	3	4,5	7,5	
<b>Tutorías</b>		Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno. Planteamiento de cuestiones.	Resolución de las cuestiones planteadas.	Valoración del trabajo, exposición y desarrollo.	2	3	5	
<b>Exámenes</b>		Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización.		3	22	25	

**P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación**

Si el desarrollo del curso 2021-22 se viese afectado por medidas conducentes a la no presencialidad, se procederá a la adaptación de la Guía Docente para su tránsito a la docencia y evaluación en línea, adoptando medidas similares a las recogidas en las Adendas de las asignaturas del Título del curso 2020-21.



**ESCENARIO 2. SEMIPRESENCIAL****VIII.- METODOLOGÍA**

Los cursos primero y segundo del Grado en Bioquímica se prevé que se desarrollen con 100% de presencialidad.

Por ello, lo que sigue sólo será de aplicación en el caso de que las condiciones sanitarias impongan una sustancial modificación del escenario docente presencial:

- **Clases de teoría y seminarios** impartidos por el profesor en el régimen habitual, como en el Escenario 1, y con el mismo contenido. Atendiendo al principio de *máxima presencialidad* aprobado por el Rectorado de la UCM, la sesión será seguida presencialmente por los alumnos en el aula, hasta aforo completo considerando distancia social. Los alumnos ubicados en aulas provistas de cámaras, y que no quepan en el aula, seguirán la sesión virtualmente, bien desde su domicilio o en las zonas de uso público habilitadas por la Facultad para este fin, que estarán debidamente publicitados en el Campus Virtual (CV). Para las aulas que no tienen cámara, se establecerá un turno rotatorio de alumnos presenciales en el aula, atendiendo a la numeración del DNI. Este procedimiento podrá ser modificado por el profesor a lo largo del curso, según considere oportuno, para ir ajustando el aforo del aula con los estudiantes asistentes a su clase.
  - El material docente utilizado se basará en las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en el Escenario 1, así como otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideren de relevancia e interés. Todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
  - Los medios telemáticos utilizados para que los alumnos sin presencialidad en el aula sigan virtualmente las sesiones serán las plataformas: *Microsoft Teams* disponible en el CV, *Google Meet* o *Zoom*. El profesor mantendrá abierta una sesión de este tipo para mantener una relación directa y fluida con los estudiantes que asisten virtualmente, pudiendo así proyectarse simultáneamente la presentación .ppt y seguir las tradicionales explicaciones que se den en la pizarra.
- **Tutorías Individuales**  
Se realizarán por video conferencia y/o correo electrónico.
- **Seguimiento del alumnado**  
En la parte de docencia que se realiza de forma presencial se seguirán las mismas técnicas empleadas de forma tradicional.  
En la parte de docencia virtual el seguimiento se realizará por diversas técnicas, según considere el profesor: mediante la herramienta de registro de actividades de cada sesión (*Microsoft Teams*), el nombre de los asistentes (*Google meet*), hoja de firmas habilitada en el CV a modo de cuestionario, análisis de descargas efectuadas por los alumnos en el CV, etc.

**X.- EVALUACIÓN**

Se realizarán exámenes presenciales tal como se describe en el Escenario 1.

**ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL****VIII.- METODOLOGÍA**

- Clases de teoría y seminario que serán impartidas de forma combinada en sesiones (a) síncronas, en el horario oficial establecido, y (b) asíncronas.
  - El material docente utilizado consistirá en las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM, empleadas también en los Escenarios 1 y 2, presentaciones PowerPoint acompañadas de grabaciones de voz en las que se incluyen las explicaciones necesarias como si fuese una clase presencial, así como vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideren de relevancia e interés. Como en los Escenarios anteriores, todo el material estará a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
  - Los medios telemáticos utilizados serán las plataformas ya mencionadas en el Escenario 2: Microsoft Teams (disponible en el Campus Virtual), Google Meet, o Zoom.
  - Además, el profesorado estará disponible para recibir y responder a cualquier pregunta de los alumnos, vía correo electrónico.
- Las tutorías individuales se realizarán como en el Escenario 2.
- Seguimiento del alumnado  
Se realizará igual que lo descrito en el Escenario 2 para la docencia virtual.

**X.- EVALUACIÓN****Tipo de examen:**

El examen virtual se llevará a cabo a través de distintos tipos de cuestionarios y/o tareas utilizando las distintas herramientas que ofrece el Campus Virtual.

**Identificación de estudiantes:**

Se controlará a través del acceso de los estudiantes al Campus Virtual, el cual queda registrado a través de su identificación con nombre de usuario y contraseña.

**Seguimiento de estudiantes durante la prueba:**

Se llevará a cabo tanto de forma sincrónica mediante conexión abierta de Microsoft Teams en el campus virtual, así como de forma asincrónica comprobando el correcto desarrollo de la prueba mediante la sección de registros de actividad de la asignatura en el Campus Virtual.

**Mecanismo de revisión no presencial previsto:**

Se efectuará con la creación de la pertinente actividad en el Campus Virtual, y haciendo uso de Microsoft Teams, si fuera necesario.

**Mecanismo empleado para la documentación/grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia:**

Las evidencias de los exámenes se almacenarán de manera que no sólo un profesor tenga acceso a ellas, evitando su almacenamiento en el correo electrónico. Y esto se mantendrá no sólo para la revisión de examen sino también para futuras auditorías externas.

Con carácter general, la referencia de actuación será la recogida en la página web de la Facultad.