

Aspectos generales

Título:	Catálisis enzimática: Principios y aplicaciones
Semestre:	2026-1
Sede:	En línea vía Zoom, usando la liga de acceso que les comunicaré a los inscritos
Horario:	viernes de 14:00 a 18:00
No. sesiones:	16
Duración de la sesión:	4.00
Cupo total:	10
Observaciones:	<p>Este curso se llevará a cabo en línea vía Zoom, para que a él puedan asistir alumnos tanto de la CdMx como de Cuernavaca. Todas las sesiones serán impartidas por la Dra. Rosario A. Muñoz Clares y el Dr. Alexey Llopiz Arzuaga (como ayudante de profesor).</p> <p>El curso consistirá de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clases teóricas participativas, con discusión crítica de conceptos y ejercicios prácticos de análisis de datos cinéticos y simulaciones computacionales. Se harán preguntas diarias de opción múltiple sobre lo visto en la clase anterior (14 sesiones). • Exámenes parciales (al menos 5 que se aplicarán durante sesiones de clases teóricas) • Presentación y discusión de artículos (uno por alumno). • Proyecto final: diseño de un experimento cinético o análisis de datos reales (uno por alumno). Las dos últimas actividades se llevarán a cabo en las dos últimas sesiones del curso. <p>Para la evaluación se tomará en cuenta la calificación de las preguntas diarias (20%), exámenes parciales (60%), discusión de artículos (10%) y proyecto final (10%).</p>

Tutor responsable

Nombre:	ROSARIO ADELAIDA MUÑOZ CLARES
Entidad:	Facultad de Química
Email:	clares@unam.mx
Teléfono:	5556223718

Métodos de evaluación

MÉTODO	CANTIDAD	PORCENTAJE
Discusión de artículos	10	10%
Exámenes parciales	5	60%
Preguntas diarias	16	20%
Presentación de proyecto	10	10%

Integrantes

INTEGRANTE	ROL	HORAS	ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA
ROSARIO ADELAIDA MUÑOZ CLARES	Responsable	54.00	
ALEXEY LLOPIZ ARZUAGA	Profesor invitado (Externo)	10.00	
		64/64	

Introducción

La catálisis enzimática es fundamental para prácticamente todos los procesos biológicos, por lo que el conocimiento y comprensión de cómo funcionan las enzimas, cómo se regulan y cómo responden a cambios en su entorno, tanto en condiciones fisiológicas como experimentales, es básico para cualquier estudio en bioquímica, biología molecular, biotecnología, farmacología y áreas afines. La propuesta de este curso responde a la necesidad de ofrecer una formación amplia en este campo mediante una combinación de fundamentos teóricos y actividades prácticas, que permitirá a los estudiantes adquirir competencias analíticas que los prepararán para la investigación y la docencia en el área de la bioquímica moderna y les proporcionará una herramienta fundamental para desarrollos biotecnológicos. A través del estudio de los principios que rigen la velocidad, regulación y mecanismos de las reacciones catalizadas por enzimas, el curso proporcionará bases sólidas para interpretar datos experimentales, modelar rutas metabólicas, entender mecanismos de inhibición y activación y evaluar la acción de fármacos o mutaciones sobre la actividad enzimática. Así mismo, se pretende fomentar el pensamiento crítico y la capacidad para diseñar y evaluar experimentos en los que se utilicen estos conocimientos para resolver preguntas científicas.

Objetivos

Objetivo general:

Comprender los principios fundamentales de la catálisis enzimática y desarrollar habilidades para su aplicación en el análisis de resultados experimentales, la interpretación de estos resultados, su significado fisiológico y el diseño de estrategias en investigación básica, biotecnológica y biomédica.

Objetivos específicos:

- Comprender y analizar los modelos cinéticos clásicos (Michaelis-Menten, cooperatividad, inhibición enzimática) y sus fundamentos teóricos.
- Conocer cómo se determinan los parámetros cinéticos (V_{max} , k_{cat} , K_m , k_{cat}/K_m , K_i , $I_{0.5}$, K_a , $A_{0.5}$, $S_{0.5}$, n_H) y comprender su significado e implicaciones fisiológicas y biotecnológicas.
- Aplicar herramientas matemáticas y gráficas para el análisis de datos experimentales y su ajuste a ecuaciones derivadas de modelos cinéticos.
- Fomentar el pensamiento crítico y la capacidad para diseñar y evaluar experimentos con el objetivo de resolver preguntas científicas que involucren a la catálisis enzimática.

Temario

- **Principios básicos de catálisis química** (1 sesión):
 - Orden de reacción y constantes de velocidad.
 - Aplicación de la cinética química a los procesos de inactivación de enzimas.
 - Caracterización de la unión de ligandos a proteínas.
- **Cinética enzimática** (6 sesiones):
 - Propiedades generales de las enzimas. Cofactores. Clasificación de enzimas.
 - Reacciones monosustrato: Ecuaciones de velocidad inicial. Supuestos equilibrio rápido y estado estacionario. Derivación y validez experimental del modelo de Michaelis-Menten. Significado y unidades de los parámetros cinéticos. Determinación de estos parámetros mediante análisis de los datos cinéticos por regresión no lineal. Representaciones gráficas (Lineweaver-Burk, Eadie-Hofstee, Hanes-Woolf). Fuentes de error y control de calidad.
 - Reacciones multisustrato: Tipos y ecuaciones de velocidad bajo los supuestos de equilibrio rápido y de estado estacionario. Significado y determinación de parámetros cinéticos. Patrones de velocidad inicial.
 - Cinética de pre-estado estacionario. Métodos para su estudio (ej. flujo detenido o "stopped flow"). Ecuaciones para análisis de datos.
- **Regulación de la actividad enzimática** (5 sesiones)
 - Inhibición:
 - Tipos de inhibidores
 - Derivación de ecuaciones de velocidad en presencia de inhibidores competitivos, incompetivos y mixtos (no competitivos) en reacciones monosustrato. Patrones de inhibición.
 - Determinación de los parámetros K_i e I_{50}
 - Tipos y patrones de inhibición en reacciones multisustrato.
 - Inhibición por sustrato.
 - Activación
 - Tipos de activadores
 - Derivación de ecuaciones de velocidad en presencia de activadores esenciales y no esenciales en reacciones monosustrato. Patrones de activación.
 - Efectos del pH sobre la actividad enzimática:
 - Los protones como inhibidores y/o activadores de las reacciones catalizadas.
 - Análisis gráfico de los resultados.
 - Uso de los efectos del pH sobre la actividad enzimática para la identificación de residuos que participan en la catálisis enzimática.
 - Regulación alostérica:
 - Tipos de cinéticas no hiperbólicas: cooperatividad positiva y negativa.
 - Tipos de cooperatividad positiva: de unión y cinética.
 - Enzimas alostéricas: implicaciones fisiológicas de la regulación alostérica y de la cooperatividad positiva y negativa.
 - Significado y determinación de parámetros cinéticos en enzimas alostéricas mediante la ecuación de Hill.
 - Modelos de Adair, Monod-Changeux-Wyman (concertado) y Koshland (secuencial) para explicar la cooperatividad.
 - Regulación por modificación covalente:
 - Modificación irreversible: zimógenos y la activación por proteólisis.
 - Modificación reversible: fosforilación y desfosforilación de las enzimas. Oxidación-reducción de grupos tiol.
- **Mecanismos de catálisis enzimática** (2 sesiones):
 - Bases termodinámicas:
 - Teoría del estado de transición. Estados de transición y complejos intermediarios. Diagramas de coordenadas de reacción. Energía de activación.
 - Efecto de la temperatura sobre la velocidad de las reacciones químicas y enzimáticas (ecuación de Arrhenius).
 - Determinación de la energía de activación de reacciones catalizadas por enzimas.
 - Estrategias de las enzimas para llevar a cabo la catálisis:
 - Efectos entrópicos (proximidad, orientación e inmovilización de los sustratos).
 - Unión preferencial del estado de transición, catálisis ácido-base, electrostática, covalente y por iones metálicos.
 - Ejemplos de catálisis enzimática y de mecanismos de coenzimas.

- Acoplamiento energético de reacciones exergónicas y endergónicas.

Bibliografía

- **Libros de texto principales**

- Segel, I. H. (1993). *Enzyme Kinetics: Behavior and Analysis of Rapid Equilibrium and Steady-State Enzyme Systems*. Wiley-Interscience.
- Cornish-Bowden, A. (2012). *Fundamentals of Enzyme Kinetics* (4th ed.). Wiley-Blackwell.
- Fersht, A. R. (1999). *Structure and Mechanism in Protein Science: A Guide to Enzyme Catalysis and Protein Folding*. Freeman.

- **Complementarios**

- Copeland, R. A. (2005). *Evaluation of Enzyme Inhibitors in Drug Discovery*. Wiley.