

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Ingeniería de Bioprocesos	Biorreactores	3º	5º	6	Obligatoria
PROFESORES ⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS		
<ul style="list-style-type: none">Miguel García Román: Teoría, Prácticas (Grupos 1 y 2)Deisi Altmajer Vaz: Prácticas (Grupos 1 y 2)			Dpto. Ingeniería Química, Facultad de Ciencias 1ª planta, Despacho núm. 4 Tél.: 958241392 Correos electrónicos: mgroman@ugr.es ; deisiav@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS ⁽¹⁾		
			Prof. Miguel García Román http://sl.ugr.es/mgroman Profª. Deisi Altmajer Vaz http://sl.ugr.es/deisiav		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Biotecnología					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Se recomienda tener cursados y superados el módulo de Formación Básica y las asignaturas Procesos Biotecnológicos Industriales y Fundamentos de Ingeniería Bioquímica.					

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Cinética enzimática. Cinética del cultivo de microorganismos. Biocatalizadores inmovilizados. Reactores enzimáticos. Fermentadores discontinuos. Fermentadores continuos. Biorreactores no convencionales. Agitación, aireación y esterilización. Interacción de microorganismos. Escalado.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Básicas y Generales

- 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.

Transversales

- CT1 - Capacidad de análisis y síntesis
- CT3 - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica y de resolver problemas
- CT4 - Capacidad de comunicar de forma oral y escrita en las lenguas del Grado
- CT5 - Razonamiento crítico
- CT7 - Sensibilidad hacia temas medioambientales
- CT8 - Capacidad para la toma de decisiones

Específicas

- CE20 - Conocer los principios básicos de la cinética enzimática y sus aplicaciones a la transformación de biomoléculas.
- CE21 - Estudiar el diseño y funcionamiento de los biorreactores.
- CE24 - Conocer y analizar los criterios de escalado en bioprocesos.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Al superar la asignatura el alumno conocerá/comprenderá:

- Las técnicas de inmovilización de biocatalizadores y analizar su implicación en la cinética del proceso.
- El diseño de los medios de cultivo.
- Los diferentes tipos de interacciones entre microorganismos y los medios de actuación para aprovecharlas o evitarlas.
- Las características y aplicaciones de los biorreactores pulsantes, agitados por fluidos, biorreactores de membrana y fotobiorreactores.
- Los criterios de escalado al diseño de biorreactores.

Del mismo modo, al superar la asignatura el alumno debe ser capaz de:

- Desarrollar y determinar parámetros de modelos cinéticos de procesos enzimáticos y microbiológicos. Procesos con enzimas y microorganismos inmovilizados.
- Plantear e interpretar la investigación experimental de la cinética de un proceso enzimático o microbiológico.



TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

Tema 1. Introducción a la ingeniería de la reacción bioquímica.

Tipos de reacciones bioquímicas de importancia industrial. Ejemplos de aplicaciones industriales. Nociones básicas de cinética aplicada: velocidad de reacción y métodos para su estudio.

BLOQUE 1 – REACTORES ENZIMÁTICOS

Tema 2. Cinética de las reacciones enzimáticas homogéneas.

Las enzimas como catalizadores industriales. Mecanismo de acción enzimática. Reacciones enzimáticas con un solo sustrato. La ecuación de Michaelis-Menten. Modulación de la acción enzimática: activación e inhibición. Reacciones con dos sustratos. Mecanismos aleatorios, ordenados y tipo Ping-Pong. Desactivación enzimática.

Tema 3. Cinética de las reacciones enzimáticas heterogéneas.

Importancia y tipos de reacciones enzimáticas heterogéneas. Reacciones con sustratos insolubles. Inmovilización de enzimas. Reacciones con enzima inmovilizada. Influencia del transporte de materia externo e interno. Reacciones enzimáticas en medios no convencionales.

Tema 4. Diseño y operación de reactores enzimáticos.

Concepto y tipos de biorreactores. Modos de operación. Modelos de reactores ideales. Reactores enzimáticos homogéneos. Sistemas que permiten la retención de la enzima. Reactores con enzima inmovilizada: lecho fijo y fluidizado.

BLOQUE 2 – REACTORES CON MICROORGANISMOS VIVOS: FERMENTADORES

Tema 5. Cinética de los procesos microbianos.

Cinética del crecimiento microbiano. Tipos de modelos para el crecimiento y muerte celular: modelos estructurados y no estructurados. Cinética de crecimiento, consumo y producción. Factores de rendimiento. Productos asociados y no asociados al crecimiento. Interacción de microorganismos.

Tema 6. Diseño y operación de fermentadores.

Geometrías tipo: reactores con y sin agitación mecánica. Modos de operación: fermentadores discontinuos, semicontinuos y continuos. Configuraciones no convencionales: fotobiorreactores, fermentadores con células inmovilizadas, reactores para fermentación en estado sólido. Biorreactores de membrana. Biorreactores pulsantes.

Tema 7. Agitación, aireación, esterilización y cambio de escala.

Agitación en sistemas con y sin aeración. Transferencia de oxígeno. Esterilización de medios de cultivo. Criterios para el cambio de escala: eficiencia de la agitación, condiciones de aireación y transferencia de calor.

TEMARIO PRÁCTICO:

1) Resolución de casos prácticos mediante software para cálculo numérico

- Seminario: Introducción al manejo de software para ajuste e interpretación de datos cinéticos y simulación de biorreactores
- Práctica 1: Casos de cinética enzimática homogénea
- Práctica 2: Diseño y operación de reactores enzimáticos
- Práctica 3: Cinética de los procesos microbianos.
- Práctica 4: Diseño y operación de fermentadores.

Práctica 5: Agitación, aireación y esterilización



2) Prácticas de laboratorio

Práctica 1. Estudio de la cinética de una reacción enzimática.

Práctica 2. Estudio cinético de un proceso fermentativo.

Práctica 3. Determinación del coeficiente global de transferencia de oxígeno en fermentadores.

BIBLIOGRAFÍA

AUTOR	TÍTULO	EDITORIAL - AÑO	LOCALIZACIÓN
Doran, P.M.	Principios de ingeniería de los bioprocesos (*)	Acribia – 1998	Biblioteca Ciencias FCI/66 DOR pri
Doran, P.M.	Bioprocess engineering principles (versión original en inglés)	Academic Press – 1995	Biblioteca Ciencias Doc. electrónico
Illanes, A. (Ed.)	Enzyme biocatalysis. Principles and applications (*)	Springer – 2008	Biblioteca Ciencias Doc. electrónico.
Marangoni, A.G.	Enzyme kinetics : a modern approach	John Wiley & Sons – 2003	Biblioteca Ciencias FCI/577 MAR enz
Fonseca, M.M. y Teixeira, J.A.	Reactores biológicos - fundamentos e aplicações (*)	Lidel – 2007	Profesor
Cabral, J.M.S., Aires-Barros, M.R. y Gama, M.	Engenharia enzimática	Lidel – 2003	Profesor
van't Riet, K. y Tramper, J.	Basic bioreactor design	CRC Press – 1991	Profesor
Cabral, J.M.S., Mota, M. y Tramper, J.	Multiphase bioreactor design	CRC Press – 2001	Profesor
Ward, O.P.	Biología de la fermentación: principios, procesos y productos	Acribia – 1991	Biblioteca Farmacia FFA/663 WAR bio
Atkinson, B.F.C.	Reactores bioquímicos	Reverté – 1986	Biblioteca Ciencias FCI/66 ATK rea

(*) Se indica en **negrita** la bibliografía que se considera **fundamental**.

ENLACES RECOMENDADOS

- Chemical and Biological Reaction Engineering – MIT Open Course - <http://ocw.mit.edu/courses/chemical-engineering/10-37-chemical-and-biological-reaction-engineering-spring-2007/>
- Berkeley Madonna – Differential Equation Solver for Modeling and Analysis of Dynamic Systems - <http://www.berkeleymadonna.com/index.htm>
- MATLAB. Software para cálculo numérico con entorno de programación propio -



<https://www.mathworks.com/products/matlab.html>.

METODOLOGÍA DOCENTE

La práctica docente seguirá una metodología mixta, que combinará teoría y práctica, para lograr un aprendizaje basado en la adquisición de competencias y que sea cooperativo y colaborativo. Las actividades formativas comprenderán:

CLASES DE TEORÍA. (30 horas presenciales)

En ellas se presentarán los conceptos principales de la asignatura, haciendo uso de desarrollos en pizarra y presentaciones de diapositivas. Así mismo se presentarán y resolverán ejemplos para facilitar la asimilación de dichos conceptos. Competencias que se trabajarán CT3, CT5, CT7 y todas las específicas (CE20, 21 y 24).

RESOLUCIÓN DE CASOS PRÁCTICOS DE CINÉTICA DE REACCIONES BIOQUÍMICAS Y DE CÁLCULO Y/O SIMULACIÓN DE BIORREACTORES. (24 horas presenciales)

Se explicará en un seminario inicial el uso de herramientas de software para el estudio de la cinética de las reacciones biológicas y el diseño y simulación de biorreactores. Los alumnos trabajarán en grupos, resolviendo ejercicios numéricos en los que se tengan que aplicar los conceptos trabajados en las clases de teoría, usando para ello las herramientas informáticas. A parte de los ejemplos resueltos por el profesor, se propondrán también ejercicios para su resolución por parte de los alumnos, ya sea durante el periodo presencial o en casa. Finalmente las aplicaciones informáticas se usarán también para la realización de un trabajo en grupo, consistente en la simulación de un biorreactor utilizando información disponible en bibliografía. Competencias que se trabajarán CB3, CB5, CT1, CT3, CT5, CT7, CT8, además de las específicas (CE20, 21 y 24). A parte de las anteriores, el trabajo en grupo permitirá desarrollar las competencias CB4 y CT4.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO. (6 horas presenciales)

En ellas los alumnos, en grupos de 3 a 5 miembros, llevarán a cabo experimentos en laboratorio para el estudio de una reacción enzimática, un proceso fermentativo, así como para el cálculo del coeficiente global de transferencia de oxígeno en un fermentador. Competencias que se trabajarán CB3, CT1, CT3, CT5, CT8, además de las específicas (CE20, 21 y 24).

EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA

En dicha convocatoria todos los alumnos deberán seguir la evaluación continua, tal y como se recoge en la tabla siguiente, salvo que puedan acogerse a la Evaluación Única Final (ver más adelante).

Herramienta de Evaluación

Peso en calificación final

Examen final. Constará de dos partes:

- 1) Cuestiones teórico-prácticas sobre los temas 1 al 7 (35% nota final)
- 2) Examen práctico de resolución de ejercicios en ordenador (35% de la nota final).

70%

Entrega de ejercicios resueltos. Durante los seminarios de resolución de problemas los alumnos trabajarán las relaciones propuestas en grupo, entregando algunos de ellos para su calificación.

15%



Realización de trabajo en grupo.

15%

Para superar la asignatura por evaluación continua será necesario obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en el examen final, así como haber entregado las relaciones de problemas y el trabajo en grupo.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Constará de dos pruebas, realizadas en un acto académico único.

Herramienta de Evaluación

Peso en calificación final

Examen teórico-práctico. Constará de dos partes:

- 1) Cuestiones teórico-prácticas sobre los temas 1 al 7 (35% nota final).
- 2) Examen práctico de resolución de ejercicios en ordenador con EXCEL (35% de la nota final).

70%

Simulación del funcionamiento de un biorreactor. Consistirá en la resolución de un ejercicio de simulación propuesto por el profesor usando el software empleado en las clases prácticas.

30%

Los alumnos que así lo soliciten podrán conservar las calificaciones del trabajo en grupo y/o de actividades propuestas, que supondrán un 30% de la nota final. De esta forma quedarán exentos de realizar el ejercicio de simulación.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA **EVALUACIÓN ÚNICA FINAL** ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Tanto en convocatoria ordinario como extraordinaria. Se realizará en un solo acto académico, e incluirá dos pruebas.

Herramienta de Evaluación

Peso en calificación final

Examen teórico-práctico. Constará de dos partes:

- 1) Cuestiones teórico-prácticas sobre los temas 1 al 7 (35% nota final).
- 2) Examen práctico de resolución de ejercicios en ordenador con EXCEL (35% de la nota final).

70%

Simulación del funcionamiento de un biorreactor. Consistirá en la resolución de un ejercicio de simulación propuesto por el profesor usando el software empleado en las clases prácticas.

30%

El examen de teórico-práctico a realizar por los alumnos que se acojan a la Evaluación Única Final en convocatoria ordinaria o extraordinaria puede ser distinto del de los alumnos que han seguido la evaluación continua. Para superar la asignatura por esta vía será necesaria una calificación mínima de 5 tanto en el examen teórico-práctico como en el ejercicio de simulación.

INFORMACIÓN ADICIONAL



REGIMEN DE ASISTENCIA

La asistencia y participación activa en las clases teóricas y prácticas es de crucial importancia para la adquisición de los conocimientos y competencias de esta asignatura por lo que se recomienda un seguimiento activo de dichas clases. Se exigirá la asistencia a al menos el 80% de las clases prácticas.

