

66219 - Ingeniería bioquímica

Información del Plan Docente

Año académico	2017/18
Centro académico	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Titulación	531 - Máster Universitario en Ingeniería Química
Créditos	6.0
Curso	1
Periodo de impartición	Semestral
Clase de asignatura	Optativa
Módulo	---

1. Información Básica

1.1. Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura *Ingeniería Bioquímica* desarrolla y aplica los principios científicos (bioquímicos y microbiológicos) y los métodos de la Ingeniería Química en el procesamiento de materiales por agentes biológicos. Se centra en los aspectos relacionados con la cinética enzimática y microbiana, el diseño de biorreactores para sistemas en disolución o inmovilizados, y en la determinación de las condiciones de operación más adecuadas para el correcto funcionamiento del proceso.

1.2. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para cursar la asignatura de *Ingeniería Bioquímica* es recomendable haber cursado las asignaturas: *Cinética Química Aplicada*, *Transferencia de Materia* y *Diseño de Reactores*, del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Zaragoza.

La asistencia a clase, el estudio continuado y el trabajo diario son fundamentales para que el alumno alcance de manera satisfactoria el aprendizaje propuesto. Los estudiantes deben tener en cuenta que para su asesoramiento disponen del profesor en tutorías personalizadas y grupales.

1.3. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura de *Ingeniería Bioquímica* pertenece al bloque de Formación Optativa de la Titulación, concretamente a la materia "Ingeniería de Procesos Químicos Industriales", dentro del Módulo de "Ingeniería de Procesos y Producto". En este contexto, al cursar la asignatura, el alumno adquirirá competencias características de este módulo para el caso específico de los biocatalizadores y biorreactores.

El desarrollo industrial de los procesos enzimáticos y microbianos requiere el conocimiento de los tipos de biorreactores y su funcionamiento. Esta asignatura proporciona las herramientas necesarias para aplicar los modelos cinéticos que describen estos procesos, así como el conocimiento del diseño básico de los equipos donde transcurren las reacciones bioquímicas.

66219 - Ingeniería bioquímica

1.4. Actividades y fechas clave de la asignatura

Se trata de una asignatura de 6 créditos ETCS, lo que equivale a 150 horas de trabajo del estudiante, a realizar tanto en horas presenciales como no presenciales, que se distribuirán en las siguientes actividades:

	Actividad formativa	Trabajo estudiante (h)
A01	Clase magistral	32
A02	Problemas y casos	19
A03	Prácticas de laboratorio	9
A06	Trabajos tutelados	16
A07	Estudio personal y de tutela	70
A08	Pruebas de evaluación	4
	Horas totales	150

El calendario de la asignatura se adapta al establecido en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), así como sus horarios y calendario de exámenes, y se pueden consultar todos ellos en su página Web: <http://eina.unizar.es>.

Las sesiones de prácticas en el laboratorio se planificarán en función del número de alumnos y se darán a conocer con la suficiente antelación.

2. Resultados de aprendizaje

2.1. Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

1. Conoce los diferentes tipos de inmovilización de enzimas y de biorreactores, así como sus características.
2. Maneja los distintos tipos de ecuaciones cinéticas aplicables en procesos enzimáticos y microbianos, incluyendo efectos de inhibición y desactivación.
3. Realiza el diseño de biorreactores enzimáticos y microbianos.

2.2. Importancia de los resultados de aprendizaje

El seguimiento y superación de la asignatura tiene como finalidad completar la formación científica y técnica del

66219 - Ingeniería bioquímica

estudiante, y fijar los conocimientos específicos del módulo de *Ingeniería de Procesos y Producto*, definido en Resolución de 8 de junio de 2009 de la Secretaría General de Universidades - BOE 4 agosto 2009-, en su aplicación concreta al caso de los biocatalizadores y biorreactores.

Con esta intención, se pretende que el alumno sea capaz de adquirir los resultados de aprendizaje enumerados en el apartado correspondiente.

3. Objetivos y competencias

3.1. Objetivos

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

1. Manejar los conceptos y nomenclatura básica en Ingeniería de las Reacciones Bioquímicas
2. Plantear, desarrollar y resolver modelos cinéticos para procesos enzimáticos y microbianos.
3. Conocer los mecanismos de inmovilización de biocatalizadores, y los fenómenos de transferencia de materia en reactores con biocatalizadores inmovilizados.
4. Conocer y saber aplicar las ecuaciones básicas de diseño de reactores bioquímicos.

3.2. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

Competencias Genéricas

- Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental. (CG1)
- Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente. (CG2)
- Dirigir y gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos en el ámbito de la ingeniería química y los sectores industriales relacionados (CG3).
- Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovación y transferencia de tecnología. (CG4)
- Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados. (CG5)
- Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental. (CG6)
- Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios y toma de decisiones, a partir de información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas del ejercicio profesional. (CG7)
- Comunicar y discutir propuestas y conclusiones en foros multilingües, especializados y no especializados, de un modo claro y sin ambigüedades. (CG9)
- Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor. (CG10)
- Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión. (CG11)

Competencias Específicas

- Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos. (CE1)

66219 - Ingeniería bioquímica

- Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas. (CE2)
- Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas. (CE3)
- Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos, y tienen especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución, incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado, y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño. (CE4).
- Dirigir y realizar la verificación, el control de instalaciones, procesos y productos, así como certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes (CE11).

4.Evaluación

4.1.Tipo de pruebas, criterios de evaluación y niveles de exigencia

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

Opción 1:

La evaluación es global y comprende:

1. Realización de prácticas de laboratorio. Se valorará la asistencia, la presentación de un breve informe de la actividad, así como la presentación e interpretación de los resultados obtenidos.
2. Realización de trabajos tutelados. Los entregables correspondientes a trabajos tutelados serán calificados valorándose su contenido, la comprensión de los conceptos que en ellos se demuestre y la correcta presentación.
3. Realización de un examen al finalizar la asignatura. Esta prueba constará de: (a) preguntas y cuestiones teórico-prácticas razonadas en la que se pedirá la aplicación de la teoría a casos y ejemplos concretos, y (b) resolución de problemas.

La nota de la asignatura se calculará según la siguiente fórmula: **Nota** = 0,1 P + 0,2 T + 0,7 E

siendo: **P** la nota de las prácticas de laboratorio (actividad de evaluación 1), **T** la nota de los trabajos tutelados (actividad de evaluación 2), y **E** la nota del examen final (actividad de evaluación 3).

Se precisa una nota mínima en el examen, E, de 4,0 sobre 10 para superar la asignatura.

Opción 2:

Aquellos alumnos que no quieran seguir la evaluación según la opción 1, pueden optar por presentarse al examen de convocatoria (100% de la nota final) de similares características que el examen final de la opción 1 (actividad de evaluación 3).

5. Metodología, actividades, programa y recursos

5.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

El proceso de aprendizaje se ha planteado para fomentar el trabajo continuado del estudiante y su participación, y se centra en los aspectos teórico-prácticos para poder comprender, analizar y aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas reales. En las clases magistrales se desarrollarán las bases teóricas que conforman la asignatura, resolviendo algunos problemas modelo. Las clases de problemas y casos, así como las prácticas de laboratorio, son el complemento eficaz de las clases magistrales, ya que permiten verificar la comprensión de la materia y a su vez contribuyen a que el alumno adquiera un punto de vista más aplicado. Finalmente, los trabajos tutelados complementarán todo lo anterior.

5.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

- **Clases magistrales** (32 h presenciales). Se impartirá la teoría de los temas propuestos y se resolverán problemas modelo.
- **Clases de resolución de problemas y casos** (19 h presenciales). En estas clases, el estudiante resolverá problemas supervisado por el profesor. Los problemas o casos estarán relacionados con la parte teórica explicada en las clases magistrales.
- **Prácticas de laboratorio** (9 h presenciales). Se realizarán 3 sesiones de 3 h de duración cada una. En ellas el alumno afianzará los contenidos desarrollados en las clases magistrales y de problemas.
- **Trabajos tutelados** (16 h no presenciales). Durante el desarrollo del curso, en relación con los contenidos de algunos de los temas, se propondrá a los alumnos la realización de trabajos de aplicación y extensión de los conceptos estudiados. Estos consistirán en la resolución mediante hoja de cálculo, y de forma individualizada, de distintos problemas relacionados con los contenidos teóricos de la asignatura. El alumno, junto con la hoja de cálculo, debe de enviar un informe explicativo de los métodos y cálculos realizados para la resolución de cada problema. Ambos documentos serán evaluados.
- **Estudio personal y de tutela** (70 h no presenciales). Se recomienda al alumno que realice el estudio individual de forma continuada a lo largo del semestre.
- **Pruebas de evaluación** (4 h). Se realizará un examen final, o una prueba global. Se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos alcanzados por el alumno.

5.3. Programa

El temario previsto para la asignatura es el siguiente:

Tema 1. Introducción a la Ingeniería de las Reacciones Bioquímicas.

Composición de la materia orgánica. Enzimas y microorganismos de interés industrial. Características de las reacciones biológicas. Procesos y productos bioquímicos de interés industrial. Tipos de biorreactores industriales.

Tema 2. Cinética Enzimática.

Mecanismos de la catálisis enzimática. Cinética de reacciones con un solo sustrato: Modelos de Michaelis-Menten y Briggs-Haldane. Cinética de reacciones reversibles. Reacciones con varios sustratos. Cooperatividad: Modelo de Hill. Modelos cinéticos con inhibición. Inhibición por sustrato. Efectos de cofactor de activación. Efecto regulador del pH y la temperatura en la actividad enzimática. Cinética de desactivación enzimática. Inmovilización de enzimas y

66219 - Ingeniería bioquímica

biocatalizadores. Efectos de la inmovilización sobre la transferencia de materia. Factor de eficacia externo e interno.

Tema 3. Diseño y Operación de Biorreactores Enzimáticos.

Tipos de biorreactores enzimáticos. Biorreactor enzimático discontinuo de mezcla perfecta. Productividad y optimización de un biorreactor enzimático discontinuo. Efecto de la inhibición por producto y por sustrato. Efecto de la desactivación enzimática. Biorreactor enzimático semicontinuo: Operaciones de puesta en marcha y de descarga. Biorreactor enzimático continuo de mezcla perfecta. Efecto de la inhibición y de la desactivación. Batería de biorreactores de mezcla perfecta: Métodos de cálculo. Optimización de la batería de biorreactores. Biorreactor enzimático de flujo pistón. Comparación de biorreactores enzimáticos.

Tema 4. Cinética de Crecimiento Microbiano.

Crecimiento celular. Estequiometría, rendimientos y velocidad de reacción. Cinéticas de consumo de sustrato y de formación de producto. Fases del crecimiento celular. Crecimiento diaúxico. Modelos cinéticos no estructurados: Modelos de Malthus, Logístico y de Gompertz. Crecimiento limitado por el sustrato: Modelo de Monod y otros modelos cinéticos. Modelos con inhibición por sustrato y producto. Modelos para varios sustratos. Modelos de crecimiento diaúxico. Efectos Ambientales: Temperatura, pH, salinidad, oxígeno y presión. Cinética de muerte celular. Introducción a los modelos estructurados y segregados.

Tema 5. Diseño y Operación de Fermentadores Microbianos.

Tipos de fermentadores microbianos. Fermentador microbiano discontinuo de mezcla perfecta. Modelo de Monod: casos particulares. Modelo de Monod con muerte celular. Fermentador microbiano semicontinuo: operación de puesta en marcha y descarga. Fermentador microbiano continuo de mezcla perfecta: Quimiostato. Velocidad de dilución óptima y de lavado. Batería de fermentadores de mezcla perfecta. Fermentador microbiano continuo de mezcla perfecta con recirculación celular. Fermentador microbiano de flujo pistón. Comparación de fermentadores microbianos.

5.4. Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales y de resolución de problemas se imparten según horario establecido por la EINA. Las sesiones de prácticas en el laboratorio se planificarán en función del número de alumnos y se darán a conocer con la suficiente antelación. Además, cada profesor informará de su horario de atención de tutorías.

La distribución aproximada de la duración de los diferentes temas, incluidas las clases de resolución de problemas y casos, es el siguiente:

Tema 1. Introducción a la Ingeniería de las Reacciones Bioquímicas. (2 horas)

66219 - Ingeniería bioquímica

Tema 2. Cinética Enzimática. (10 horas)

Tema 3. Diseño y Operación de Biorreactores Enzimáticos. (16 horas)

Tema 4. Cinética de Crecimiento Microbiano. (8 horas)

Tema 5. Diseño y Operación de Fermentadores Microbianos. (15 horas)

5.5. Bibliografía y recursos recomendados

BB	Bailey, James E.. Biochemical engineering fundamentals / James E. Bailey, David F. Ollis . - 2nd ed. New York [etc.] : McGraw-Hill, cop. 1986
BB	Díaz, Mario. Ingeniería de bioprocesos / Mario Díaz Madrid : Paraninfo, cop. 2012
BB	Ingeniería bioquímica / Francesc Gòdia Casablancas y Josep López Santín (Editores) ; Carles Casas Alvero ... [et al.] Madrid : Síntesis, D.L. 1998
BC	Blanch, Harvey W.. Biochemical engineering / Harvey W. Blanch, Douglas S. Clark New York [etc.] : Marcel Dekker, cop. 1997
BC	Cornish-Bowden, Athel. Fundamentals of enzyme kinetics / Athel Cornish-Bowden . - 4th., completely rev. and greatly enlarged ed., 1st corrected reprint Weinheim : Wiley-VCH, 2014
BC	Cutlip, Michael B.. Problem solving in chemical and biochemical engineering with POLYMATH, Excel, and MATLAB / Michael B. Cutlip, Mordechai Shacham . - 2nd ed. Upper Saddle River [New Jersey] : Prentice Hall, cop. 2008
BC	Doran, Pauline M.. Bioprocess engineering principles / Pauline M. Doran Oxford : Academic Press, cop. 2013
BC	Dutta, Rajiv. Fundamentals of biochemical engineering / Rajiv Dutta Berlin : Springer ; New Delhi : Ane Books India, cop. 2008
BC	Illanes, Andrés. Problem solving in enzyme

66219 - Ingeniería bioquímica

- biocatalysis / Andrés Illanes, Lorena Wilson and Carlos Vera Chichester (United Kingdom) : John Wiley & Sons, cop. 2014
- BC** McDuffie, Norton G.. Bioreactor design fundamentals / Norton G. McDuffie Boston [etc.] : Butterworth-Heinemann, cop. 1991
- BC** Moser, Anton. Bioprocess technology : kinetics and reactors / Anton Moser ; translated by Philip Manor . - Rev. and expanded translation New York : Springer, cop. 1988
- BC** Shuler, Michael L.. Bioprocess engineering : basic concepts / Michael L. Shuler, Fikret Kargi . - 2nd ed. Harlow, Essex : Pearson, cop. 2014