

Curso Académico: 2021/22

## 66219 - Ingeniería bioquímica

### Información del Plan Docente

Año académico: 2021/22

Asignatura: 66219 - Ingeniería bioquímica

Centro académico: 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Titulación: 531 - Máster Universitario en Ingeniería Química

Créditos: 6.0

Curso: 2 y 1

Periodo de impartición: Segundo semestre

Clase de asignatura: Optativa

Materia:

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

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

1. Manejar los conceptos y nomenclatura básica en Ingeniería de Bioprocessos
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 y energía en reactores con biocatalizadores inmovilizados.
4. Conocer y saber aplicar los métodos de diseño y optimización de los Biorreactores
5. Conocer y analizar los principales Bioprocessos industriales.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro.

Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

Meta 7.3: De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras.

Meta 9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Meta 12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

Meta 12.4 De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente

Meta 12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

### 1.2. 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.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para cursar la asignatura de *Ingeniería Bioquímica* es recomendable haber cursado las asignaturas: *Cinética Química*

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. 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)
- 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).

## 2.2. Resultados de aprendizaje

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

1. Conocer los diferentes tipos de inmovilización de enzimas y de biorreactores, así como sus características.
2. Manejar los distintos tipos de ecuaciones cinéticas aplicables en procesos enzimáticos y microbianos, incluyendo efectos de inhibición y desactivación.
3. Realizar el diseño de biorreactores enzimáticos y microbianos.
4. Analizar y conocer los principales bioprocessos industriales.

## 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

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

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**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. 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 una prueba 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 + 0,1 T + 0,8 E**

siendo: **P** la nota de las prácticas de laboratorio (actividad de evaluación 1), **T** la nota de los trabajos (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).

Estas dos opciones son válidas tanto para la primera, como para la segunda convocatoria del curso. Para la segunda evaluación se guardarán los trabajos, incluyendo los informes de prácticas que se hayan aprobado a lo largo del curso.

Nota adicional: El fraude o plagio total o parcial en cualquiera de las pruebas de evaluación dará lugar al suspensión de la asignatura con la mínima nota, además de las sanciones disciplinarias que la comisión de garantía adopte para estos casos.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

## **4.1. 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 compresión de la materia y a su vez contribuyen a que el alumno adquiera un punto de vista más aplicado. Finalmente, los trabajos y/o ejercicios tutelados complementarán todo lo anterior.

## **4.2. 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). Se impartirá la teoría de los temas propuestos y se resolverán problemas modelo.
- **Clases de resolución de problemas y casos** (19 h). 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). 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 y/o Ejercicios** (16 h). Durante el desarrollo del curso, en relación con los contenidos de algunos de los temas, se propondrá a los alumnos la realización de trabajos y/o ejercicios 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). Se recomienda al alumno que realice el estudio individual de forma continuada a lo largo del semestre.
- **Pruebas de evaluación** (4 h). Se realizará una prueba global. Se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos alcanzados por el alumno.

## **4.3. Programa**

El temario previsto para la asignatura es el siguiente:

### **Tema 1. Introducción a la Ingeniería de Bioprocessos.**

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 y de bioprocessos 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 biocatalizadores.

### **Tema 3. Cinética de Crecimiento Microbiano.**

Crecimiento celular. Estequiométria, 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. Efectos de la inmovilización sobre la transferencia de materia. Factor de eficacia externo e interno.

### **Tema 4. 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 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.

### **Tema 6. Bioprocessos industriales.**

Introducción: Bioprocessos enzimáticos y microbianos. Downstream processing. Enzimas industriales: Producción y aplicaciones. Ejemplos de Bioprocessos industriales: i) Producción de levaduras; ii) Producción de bebidas: Cerveza; iii) Obtención de productos metabólicos: Bioetanol biobutanol y Biogass; iv) Producción de fármacos: Penicilina; v) Producción mediante biocatalizadores: L-aminoácidos, edulcorantes artificiales, D-manitol.

#### 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

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)

Tema 2. Cinética Enzimática. (10 horas)

Tema 3. Diseño y Operación de Biorreactores Enzimáticos. (12 horas)

Tema 4. Cinética de Crecimiento Microbiano. (6 horas)

Tema 5. Diseño y Operación de Fermentadores Microbianos. (12 horas)

Tema 6. Bioprocessos industriales (18 horas)

Se trata de una asignatura de 6 créditos ETCS, lo que equivale a 150 horas de trabajo del estudiante, que se distribuirán en las siguientes actividades:

Actividad formativa	Trabajo estudiante (h)
Clase magistral	32
Problemas y casos	19
Prácticas de laboratorio	9
Trabajos y ejercicios tutelados	16
Estudio personal y de tutela	70
Pruebas de evaluación	4
<b>Horas totales</b>	<b>150</b>

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.

#### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

[http://biblos.unizar.es/br/br\\_citas.php?codigo=66219&year=2019](http://biblos.unizar.es/br/br_citas.php?codigo=66219&year=2019)