

Fecha de aprobación: 26/06/2024

Guía docente de la asignatura

**Fundamentos de Ingeniería  
Bioquímica (251112A)**

<b>Grado</b>	Grado en Biotecnología	<b>Rama</b>	Ciencias				
<b>Módulo</b>	Ingeniería de Bioprocesos	<b>Materia</b>	Fundamentos de Ingeniería Bioquímica				
<b>Curso</b>	2º	<b>Semestre</b>	2º	<b>Créditos</b>	6	<b>Tipo</b>	Obligatoria

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Se recomienda que el estudiante haya completado el módulo de formación básica y que siga el orden cronológico de las enseñanzas del módulo.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)**

Coefficientes de transmisión. Balances de materia. Balances de energía.

**COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA****COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

- CE19 - Describir las bases del diseño y funcionamiento de los procesos biotecnológicos mediante la formulación de los balances de materia y energía.

**COMPETENCIAS TRANSVERSALES**

- CT01 - Capacidad de análisis y síntesis
- CT03 - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica y de resolver problemas
- CT04 - Capacidad de comunicar de forma oral y escrita en las lenguas del Grado

**RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)**

- Conocer las leyes que rigen los procesos de transferencia de cantidad de movimiento, de calor y de materia en diferentes regímenes de circulación. Determinación del factor de fricción, coeficientes de transmisión de calor y de transferencia de materia.



- Resolver balances de materia tanto en unidades sencillas como en sistemas, sin reacción y con reacción, en estados estacionario y no estacionario. Corrientes de recirculación. Estudio estequiométrico del cultivo de microorganismos.
- Resolver balances de energía tanto en unidades sencillas como en sistemas, sin reacción y con reacción, en estados estacionario y no estacionario. Balances entálpicos.
- Resolver de forma conjunta balances de materia y energía. Estrategias de cálculo.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- Tema 1. INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA BIOQUÍMICA. Definición y objetivo de la Ingeniería Bioquímica. Origen de la Ingeniería Bioquímica y los Bioprocesos. El cultivo de microorganismos, células y tejidos para la generación de productos. Funcionamiento de biorreactores.
- Tema 2. OPERACIONES UNITARIAS. Concepto de operación unitaria. Régimen estacionario y no estacionario. Operaciones discontinuas, continuas y semicontinuas. Clasificación de las operaciones unitarias. Breve descripción de las principales operaciones unitarias. Operaciones unitarias controladas por el transporte de cantidad de movimiento. Operaciones unitarias controladas por la transferencia de materia. Operaciones unitarias controladas por la transmisión de calor. Operaciones unitarias controladas por la transferencia simultánea de materia y calor. Operaciones complementarias. Equipos para contacto entre fases. Descripción de los bioprocesos. Diagramas de bloques y diagramas de flujo.
- Tema 3. BALANCE DE MATERIA. Principio de conservación de la masa. Ecuación general del balance de materia. Tipos de balances de materia. Elección de la base para los cálculos. Balances de materia en unidades sin reacción química. Balances de materia en sistemas sin reacción química con varias unidades. Balances de materia en sistemas sin reacción química con varias unidades, recirculación, derivación y purga. Balances de materia con reacciones químicas. Estequiometría del crecimiento celular y producción de metabolitos.
- Tema 4. BALANCE DE ENERGÍA. Conservación de la energía. Formas de energía. Ecuación general del balance de energía. Cálculo de cambios de entalpía. Calores latentes y calores sensibles. Entalpías de disolución y mezcla. Vapor de agua. Calores de reacción. Calores estándar de formación. Calores de combustión. Balance de energía para un cultivo celular.
- Tema 5. BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA EN ESTADO NO ESTACIONARIO. Ecuación del balance de materia en estado no estacionario. Cinética del crecimiento celular y producción de metabolitos. Ecuación del balance de energía en estado no estacionario. Resolución de ecuaciones diferenciales.
- Tema 6. PRINCIPIOS DE TRANSFERENCIA DE MATERIA. Conceptos básicos de la transferencia de materia. Mecanismos del transporte de materia. Transferencia molecular y turbulenta. Ley de Fick. Coeficientes individuales y globales de transferencia de materia. Consumo y transferencia de oxígeno en cultivos celulares.
- Tema 7. PRINCIPIOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR. Conceptos básicos de la transferencia de calor. Mecanismos de transferencia de calor. Conducción, convección y radiación. Conductividad térmica. Coeficientes individuales de transferencia de calor por convección. Coeficiente global de transmisión de calor. Transferencia de calor en fermentadores.
- Tema 8. PRINCIPIOS DE TRANSPORTE DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Concepto de fluido. Propiedades de los fluidos. Viscosidad. Ley de Newton de la viscosidad. Fluidos Newtonianos y no Newtonianos. Ecuaciones fundamentales. Conservación de la masa. Ecuación de continuidad. Conservación de la cantidad de movimiento. Conservación de la energía. Ecuación de Bernoulli. Flujo de fluidos por tuberías. Régimen laminar y régimen



- turbulento. Número de Reynolds. Pérdidas de carga. Coeficiente o factor de fricción.
- Tema 9. INTRODUCCIÓN A LOS BIORREACTORES. Fundamentos de crecimiento microbiano. Tipos de biorreactores. Cultivo batch o discontinuo. Cultivo batch alimentado o semicontinuo. Cultivo continuo.

## PRÁCTICO

### Seminarios/Talleres

- Seminario 1. Sistemas de magnitudes y unidades. Conversión de unidades. Factor de conversión. Análisis dimensional.
- Seminario 2. Diagramas de bloques y diagramas de flujo.

### Prácticas de Laboratorio

RECTIFICACIÓN DE MEZCLAS BINARIAS EN COLUMNAS DE PISOS O PLATOS. Se realizará una práctica de laboratorio en una única sesión en la que se procederá a la separación de una mezcla de etanol-agua en una columna de contacto por etapas (columna de platos o pisos). El estudiante se familiarizará con los principios generales de la operación de rectificación y ampliará sus conocimientos sobre los equipos de contacto líquido-vapor (particularmente las columnas de platos o pisos).

### Prácticas en el Aula de Informática

SIMULACIÓN DE FERMENTACIONES EN ESTADO NO ESTACIONARIO. Se realizarán un total de tres sesiones prácticas en el aula de informática con las que se pretende que el estudiante fortalezca las competencias adquiridas en las clases teóricas y sea capaz de implementar modelos dinámicos de fermentadores, a partir de los balances de materia y energía relevantes, en un lenguaje de programación informático.

### Prácticas de Resolución de Ejercicios Numéricos, Casos o Supuestos Prácticos

Se realizarán un total de nueve sesiones prácticas destinadas a la resolución de ejercicios numéricos, casos o supuestos prácticos de carácter numérico relacionados con los diferentes temas de la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA. Reklaitis, G.V. Editorial Interamericana (1986).
- BASIC PRINCIPLES AND CALCULATIONS IN CHEMICAL ENGINEERING (Eighth Edition). Himmelblau, D.M. Editorial Prentice-Hall (2012).
- BIOCHEMICAL ENGINEERING: A TEXTBOOK FOR ENGINEERS, CHEMISTS AND BIOLOGISTS. Katoh S. y Yoshida F. Editorial Wiley-VCH (2009).
- BIOCHEMICAL ENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY. Najafpour, G.D. Editorial Elsevier (2007).
- CHEMICAL AND BIOPROCESS ENGINEERING. FUNDAMENTAL CONCEPTS FOR FIRST-YEAR STUDENTS. Simpson, R. y Sastry S.K. Editorial Springer (2013). Disponible on-line.
- CHEMICAL ENGINEERING. Coulson, J.M. y Richardson, J.F., con Backhurst J.R. y Harker, J.H. Editorial Butterworth-Heinemann (2012).
- FENÓMENOS DE TRANSPORTE: UN ESTUDIO SISTEMÁTICO DE LOS FUNDAMENTOS DEL TRANSPORTE DE MATERIA, ENERGÍA Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO. Bird, R.B.; Stewart, W.E. y Lightfoot, E.N. Editorial Reverté (2001).
- INGENIERÍA DE BIOPROCESOS. Díaz, M. Editorial Paraninfo (2012).
- INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA (Vol. I). CONCEPTOS BÁSICOS. Aguado, J. (Editor), Editorial Síntesis (1999).
- INGENIERÍA DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA (Vol. II). OPERACIONES DE PROCESADO



- DE ALIMENTOS. Rodríguez, F. (Editor). Editorial Síntesis (2002).
- INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA QUÍMICA. Calleja Pardo, G.; García Herruzo, F.; de Lucas Martínez, A.; Prats Rico, A, y Rodríguez Maroto, J.M. Editorial Síntesis (1999).
  - MASS AND ENERGY BALANCES. BASIC PRINCIPLES FOR CALCULATION, DESIGN AND OPTIMIZATION OF MACRO/NANO SYSTEMS. Ashrafizadeh, S.A. y Zhongchao, T. Editorial Springer (2018). Disponible on-line.
  - OPERACIONES UNITARIAS EN INGENIERÍA QUÍMICA (Séptima Edición). McCabe, W.L.; Smith, J.C. y Harriot, P. Editorial Mc-Graw-Hill Interamericana (2007).
  - OPERACIONES UNITARIAS EN LA INGENIERÍA DE ALIMENTOS. Ibarz, A. y Barbosa-Cánovas, G.V. Editorial Mundi-Prensa (2005).
  - PRINCIPIOS DE INGENIERÍA DE LOS BIOPROCESOS. Doran, P.M. Editorial Acribia (1998).
  - PRINCIPIOS ELEMENTALES DE LOS PROCESOS QUÍMICOS. (Tercera edición). Felder, R.M. y Rousseau, R.W. Editorial Limusa Wiley (2003).

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL PROCESSING AND DESIGN. Mcketta J.J. (ed). M. Dekker inc. 61 tomos. Ordenados alfabéticamente. Diferentes años.
- ULLMANN'S ENCYCLOPEDIA OF INDUSTRIAL CHEMISTRY. Wiley Online LibraryUllmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry - Wiley Online Library. (2014). Retrieved June 18, 2014, from <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>
- MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO (Séptima edición, Cuarta edición en español). Perry, R.H.; Green, D.W. y Maloney J. O. Editorial McGraw-Hill. (2001).

### METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Clases de teoría
- MD02 - Clases de prácticas: Prácticas usando aplicaciones informáticas
- MD03 - Clases de prácticas: Prácticas en laboratorio
- MD04 - Clases de prácticas. Clases de problemas
- MD06 - Trabajo autónomo del alumnado
- MD07 - Tutorías

### EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

#### EVALUACIÓN ORDINARIA

- Un 70% de la nota global se obtendrá mediante la realización de un examen escrito (SE1) de tipo teórico-práctico (30% parte teórica- 70% parte práctica). En esta prueba final se establecerá una nota mínima de 3,5 en cada parte (teórica y práctica) para hacer media con el resto de actividades.
- El 30% adicional se obtendrá a partir de las calificaciones obtenidas en las siguientes actividades académicamente dirigidas:
  1. SE2. Informe de prácticas y participación durante las sesiones prácticas de laboratorio e informática: Informe de las prácticas de laboratorio (10%, obligatorias) y de las prácticas en el aula de informática (10%, obligatorias).
  2. SE3. Resolución de ejercicios: Resolución correcta de los ejercicios propuestos en las



sesiones prácticas de resolución de problemas y en los seminarios y talleres así como participación activa durante las sesiones de resolución de problemas y los seminarios y talleres (10%).

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- Consistirá en un examen escrito en el que se evaluarán todos los contenidos desarrollados en la asignatura. Representará el 100 % de la calificación. La prueba será evaluada de 0 a 10 e incluirá preguntas tanto de tipo teórico, correspondiente al 30% de la nota, como práctico, correspondiente al 70%, que garanticen que el estudiante ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en la presente guía docente. En esta prueba se establecerá una nota mínima de 3,5 en cada parte (teórica y práctica) para aprobar la asignatura.

NOTA IMPORTANTE: Los estudiantes que lo soliciten podrán conservar las calificaciones de las prácticas de laboratorio (10%), las prácticas en el aula de informática (10%) y los ejercicios propuestos en las sesiones prácticas de resolución de problemas (10%). De esta forma el examen escrito supondrá un 70% de la calificación final.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

La presente información tiene por objeto la regulación del sistema de evaluación única final tanto en la convocatoria ordinaria como extraordinaria.

- Evaluación única final se realizará en un solo acto académico el día de la convocatoria oficial de examen para la asignatura. Se realizará este tipo de evaluación a aquellos estudiantes a los que se les haya concedido, según la normativa de evaluación y calificación de los estudiantes de la UGR.
- Esta evaluación final constará de una única prueba dividida en dos partes, una parte teórica (30%) y otra práctica (70%) en las que se valorarán las competencias desarrolladas en la asignatura. Los contenidos a evaluar corresponderán al temario detallado de la asignatura, tanto en la parte teórica como en la parte práctica. En esta prueba final se establecerá una nota mínima de 3,5 en cada parte (teórica y práctica) para aprobar la asignatura.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

- La asistencia y participación activa a 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.
- Aunque la asistencia a las clases teóricas y a las clases prácticas de resolución de ejercicios numéricos no será obligatoria, la participación activa en estas clases se tendrá en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura.
- La **asistencia a las clases prácticas de laboratorio e informática** será **obligatoria** y la participación activa en estas clases también se tendrá en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura.

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos \(https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad\)](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

