

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Ingeniería de Bioprocesos	Fundamentos de Ingeniería Bioquímica	2º	4º	6	Obligatoria
<b>PROFESORES*</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>M<sup>a</sup> Ángeles Martín Lara</li> <li>Antonio Pérez Muñoz</li> </ul>			<u>M<sup>a</sup> Ángeles Martín Lara</u> Dpto. Ingeniería Química, 1ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº 12. Correo electrónico: marianml@ugr.es <u>Antonio Pérez Muñoz</u> Dpto. Ingeniería Química, 2ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº 4. Correo electrónico: aperezm@ugr.es		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS*</b>		
			<u>M<sup>a</sup> Ángeles Martín Lara</u> Lunes, martes y miércoles de 12:30h a 13:30h, jueves de 11h a 13h, viernes de 12h a 13h. <u>Antonio Pérez Muñoz</u> Miércoles y viernes de 11 a 13h, miércoles de 17 a 19h.		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Biotecnología					
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Se recomienda que el estudiante haya completado el módulo de formación básica y que siga el orden cronológico de las enseñanzas del módulo.					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
Coeficientes de transmisión. Balances de materia. Balances de energía.					

\* Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente.



## 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

### 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

### Específicas

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

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- 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.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO 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.

#### TEMARIO PRÁCTICO:

##### AF4. Seminarios/Talleres

**Seminario 1.** Sistemas de magnitudes y unidades. Conversión de unidades. Factor de conversión. Análisis dimensional.

**Seminario 2.** Presentación y análisis de datos.

##### AF3. Prácticas de Laboratorio

**Práctica 1. BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA.** En esta práctica se pretende, mediante la utilización de un equipo experimental que utiliza como fluido agua, la resolución de balances de materia y energía en estado estacionario y no estacionario, pudiendo estudiar la influencia de la recirculación.

**Práctica 2. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR.** Esta práctica tiene por objeto determinar el coeficiente global de transmisión de calor entre un fluido (en nuestro caso agua) contenido en el interior de un recipiente y otro que circula por un serpentín sumergido en éste. En esta práctica se estudia el efecto que tiene sobre el coeficiente global de transmisión de calor tanto la variación del caudal de líquido a través del serpentín, como la agitación del baño.

**Práctica 3. CIRCULACIÓN DE FLUIDOS EN RÉGIMEN NO ESTACIONARIO.** Un sistema se encuentra en estado no estacionario cuando sus propiedades varían en función del tiempo. En mecánica de fluidos es la situación que se da, por ejemplo, cuando se descarga un depósito, ya que la presión que ejerce el líquido contenido en el mismo disminuye a medida que se agota, por lo que también lo hace la velocidad de salida del líquido. En esta práctica se pretende aplicar el balance de energía mecánica a una situación como la antes descrita. Se trata de un tanque abierto a la atmósfera, que descarga al exterior a través de un capilar situado en su base.



## AF2. 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 alumno 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.

## **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 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).
- 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 Library Ullmann'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).

## **ENLACES RECOMENDADOS**



## METODOLOGÍA DOCENTE

- **MD1. Clases teóricas expositivas en grupo grande:** En estas clases el profesorado explicará los contenidos teóricos fundamentales y desarrollos básicos de los temas propuestos, haciendo especial hincapié en los aspectos de mayor relevancia y dificultad. En estas clases se desarrollará la competencia específica CE19 y las competencias generales CB3 y CB4.
- **MD2. Clases prácticas usando aplicaciones informáticas en grupo reducido:** Se realizarán prácticas de simulación de procesos bioquímicos mediante ordenador. Por tanto, estas sesiones tendrán lugar en el aula de informática. En estas clases prácticas se desarrollará la competencia específica CE19.
- **MD3. Clases prácticas en laboratorio en grupo reducido:** Se incluyen aquí las clases que tienen lugar en un laboratorio de Operaciones Básicas del Departamento de Ingeniería Química. En estas sesiones el alumno adquirirá las habilidades propias de un laboratorio y consolidará los conocimientos adquiridos en las clases de teoría. el alumno dispondrá de un manual de prácticas de laboratorio, que incluirá consideraciones generales sobre el trabajo en el laboratorio, así como un guion de cada una de las prácticas a realizar, que constará de una breve presentación de los fundamentos, la metodología a seguir y la indicación de los cálculos a realizar y resultados a presentar. En estas clases prácticas en el laboratorio de Operaciones Básicas del Departamento de Ingeniería Química además de las competencias transversales fijadas para la asignatura, se desarrollará la competencia general CB3.
- **MD4. Clases prácticas de resolución de problemas en grupo reducido:** En estas clases se resolverán problemas-tipo sobre los contenidos teóricos tratados en cada tema. La intención principal es la de aplicar lo ya aprendido para afianzar conocimientos. La secuencia en estas clases será: 1. Reconocimiento/Comprensión del enunciado del problema (explicación por parte del profesor). 2. Selección del procedimiento de resolución (planteamiento de la resolución por parte del profesor y los alumnos). 3. Aplicación del procedimiento seleccionado (por parte de los alumnos). 4. Comprobación e interpretación del resultado obtenido (por parte del profesor y los alumnos). Durante estas sesiones se propondrán ejercicios para su resolución en casa, que en un plazo tasado se entregarán al profesor. En estas clases prácticas se desarrollará la competencia transversal CT3 y la competencia específica CE19.
- **MD5. Tutorías académicas:** reuniones individuales y grupales entre el profesorado y el alumnado para guiar, supervisar y orientar las distintas actividades académicas. En general, supondrán para cada alumno 2 horas. Se proponen actividades como la supervisión de trabajos dirigidos, aclaración de dudas sobre teoría o las prácticas, problemas, ejercicios, lecturas u otras tareas propuestas. Se desarrollará especialmente la competencia general CB4 y la competencia transversal CT4.

A continuación se desglosa la asignación de horas y presencialidad a las diferentes actividades formativas.

Actividad formativa	Horas	Presencialidad
Clases teóricas expositivas en grupo grande	30	100
Clases prácticas usando aplicaciones informáticas en grupo reducido	18	100
Clases prácticas en laboratorio en grupo reducido	5	100
Clases prácticas de resolución de problemas en grupo reducido	5	100
Tutorías académicas	2	100
Estudio y trabajo individual	90	0

## EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)



## Convocatoria Ordinaria

- **SE1. Examen escrito:** Un 70% de la nota global se obtendrá mediante la realización de una prueba final de tipo teórico-práctico. En esta prueba final se podrá establecer una nota mínima de 3,5 para hacer media con el resto de actividades.
- El 30% adicional se obtendrá a partir de actividades académicamente dirigidas:
  - 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).
  - SE3. Resolución de ejercicios:** Resolución correcta de los ejercicios propuestos en las sesiones prácticas de resolución de problemas y participación activa durante las sesiones de resolución de problemas (10%).

## Convocatoria 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 20% de la nota, como práctico, correspondiente al 80%, que garanticen que el alumno ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en la presente guía docente.

## Evaluación única final

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 aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013 y modificada por los Acuerdos del Consejo de Gobierno en sesiones de 3 de febrero de 2014, de 23 de junio de 2014 y de 26 de octubre de 2016.

Esta evaluación final constará de dos pruebas, una teórica y otra práctica 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.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de la asignatura, lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, al Director del Departamento alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

**Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada.**

Convocatoria ordinaria: 07/06/17 (Miércoles)

Convocatoria extraordinaria: 09/09/17 (Sábado)

## 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 no será obligatoria, la participación activa en clase y en los seminarios se tendrá en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura.



- 
- La asistencia a las clases prácticas será obligatoria y la participación activa en estas clases también se tendrá en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura.

