

## Guía docente / *Course Syllabus*

2019-20

### 1. Descripción de la Asignatura / *Course Description*


Asignatura <i>Course</i>	BIORREACTORES
Códigos <i>Code</i>	202026
Facultad <i>Faculty</i>	Facultad de Ciencias Experimentales
Grados donde se imparte <i>Degrees it is part of</i>	Grado en Biotecnología
Módulo al que pertenece <i>Module it belongs to</i>	Bioingeniería y procesos biotecnológicos. procesos biotecnológicos
Materia a la que pertenece <i>Subject it belongs to</i>	Biorreactores
Departamento responsable <i>Department</i>	Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica
Curso <i>Year</i>	3º
Semestre <i>Term</i>	2º
Créditos totales <i>Total credits</i>	6
Carácter <i>Type of course</i>	Obligatoria
Idioma de impartición <i>Course language</i>	Español
Modelo de docencia <i>Teaching model</i>	B1

Clases presenciales del modelo de docencia B1 para cada estudiante: 27 horas de enseñanzas básicas (EB), 18 horas de enseñanzas prácticas y de desarrollo (EPD) y 0 horas de actividades dirigidas (AD). Hasta un 10% de la enseñanza presencial puede sustituirse por docencia a distancia (también presencial, pero posiblemente asíncrona), de acuerdo con la programación de la Asignatura publicada antes del comienzo del curso.

*Number of classroom teaching hours of B1 teaching model for each student: 27 hours of general teaching (background), 18 hours of theory-into-practice (practical group tutoring and skill development) and 0 hours of guided academic activities. Up to 10% of face-to-face sessions can be substituted by online teaching, in accordance with the course schedule published before it begins.*

Se permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/>. Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Universidad Pablo de Olavide	FECHA	22/07/2019	
ID. FIRMA	firma.upo.es	ugJFK1kruNh+J3wrmiQX5DJLYdAU3n8j	PÁGINA	1/11



## 2. Responsable de la Asignatura / Course Coordinator


Nombre <i>Name</i>	Gassan Hodaifa Meri
Departamento <i>Department</i>	Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica
Área de conocimiento <i>Field of knowledge</i>	Ingeniería Química
Categoría <i>Category</i>	Profesor Titular de Universidad
Número de despacho <i>Office number</i>	22.B.13
Teléfono <i>Phone</i>	954978206
Página web <i>Webpage</i>	<a href="https://www.upo.es/profesorado/ghodaifa">https://www.upo.es/profesorado/ghodaifa</a>
Correo electrónico <i>E-mail</i>	ghodaifa@upo.es

## 3. Ubicación en el plan formativo / Academic Context

Breve descripción de la asignatura <i>Course description</i>	Esta asignatura tiene carácter tecnológico y se imparte dentro del módulo "Bioingeniería y Procesos Biotecnológicos. Procesos Biotecnológicos" dentro del Grado en Biotecnología. Cuenta con un modelo de docencia tipo B1 (60% Enseñanzas Básicas 'EB' y 40% de Enseñanzas de Prácticas y Desarrollo 'EPDs').
Objetivos (en términos de resultados del aprendizaje) <i>Learning objectives</i>	<p>Los objetivos de esta asignatura es capacitar al alumno a comprender y conocer todos los aspectos relacionados con la Ingeniería de la Reacción Química y los Biorreactores y su importancia en la Biotecnología. Al finalizar esta materia el alumno deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer bien los métodos de cálculo de balances macroscópicos de materia y energía.</li><li>• Desarrollar y utilizar modelos cinéticos para los procesos químicos y bioquímicos.</li><li>• Plantear e interpretar la investigación experimental de la cinética de un bioproceso.</li><li>• Desarrollar modelos de biorreactores para su diseño y la optimización de su funcionamiento.</li><li>• Analizar la estabilidad de los biorreactores químicos y su control.</li><li>• Aplicar e interpretar las Técnicas Estimulo-Respuesta para determinar la función de tiempos de residencia y caracterizar el flujo real por los aparatos químicos.</li><li>• Conocer bien los aspectos que intervienen en el diseño y funcionamiento de un biorreactor.</li><li>• Describir bien la catálisis enzimática y crecimiento microbiano en biorreactores.</li><li>• Conocer bien las características y aplicaciones de biocatalizadores inmovilizados y biosensores.</li><li>• Conocer las aplicaciones y potencialidades industriales de los biocatalizadores inmovilizados.</li><li>• Plantear y resolver problemas en equipo.</li></ul>

Se permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/>. Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Universidad Pablo de Olavide	FECHA	22/07/2019	
ID. FIRMA	firma.upo.es	ugJFK1kruNh+J3wrmiQX5DJLYdAU3n8j	PÁGINA	2/11




	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exponer eficazmente de forma oral los resultados obtenidos en prácticas y proyectos.</li> <li>• Ser capaz de realizar revisiones bibliográficas relacionadas con la ingeniería de biorreactores.</li> </ul>
Prerrequisitos <i>Prerequisites</i>	<p>Conocimiento previo por parte del alumno de “Cálculo diferencial e integral, cálculo numérico; Termodinámica y cinética química aplicada; Fenómenos de transporte; Flujo de fluidos, Transmisión de calor, y Transferencia de materia”.</p> <p>Los fundamentos prácticos de la Termodinámica y cinética química han sido estudiados previamente por el alumno en la asignatura Termodinámica y cinética química aplicada (2º Curso), los Balances de materia, Balances de energía y Fenómenos de transporte en las asignaturas Fundamentos de la ingeniería bioquímica (2º Curso) que normalmente el título correcto sería Introducción a la ingeniería química, Operaciones básicas (3º Curso, 1 semestre), Operaciones de separación (3º Curso, 1 semestre), los fundamentos de Matemáticas y Cálculo numérico en las asignaturas del Módulo Física, Matemática e Informática para las Biociencias Moleculares: Álgebra y Fundamentos de análisis (Curso 1), Análisis matemático (Curso 1), Informática (Curso 1) y Bioestadística (Curso 1). Finalmente, tener capacidad para la comprensión de textos en inglés científico.</p>
Recomendaciones <i>Recommendations</i>	Antes de cursar la asignatura sería conveniente que el alumno haya superado las asignaturas "Termodinámica y cinética química aplicada ", "Fundamentos de la ingeniería bioquímica", "Operaciones básicas" y "Operaciones de separación".
Aportaciones al plan formativo <i>Contributions to the educational plan</i>	La asignatura de Biorreactores pertenece al módulo de Bioingeniería y Procesos Biotecnológicos. Este módulo de 27 créditos en total, se considera específico del grado de Biotecnología. En este módulo están incluidas las materias de Ingeniería Bioquímica, Ingeniería de Biorreactores, Operaciones Básicas, Operaciones de Separación y Procesos Biotecnológicos. La formación en Biorreactores ha de permitir al estudiante, dominar las bases del diseño y operación de los reactores químicos, la adquisición de las capacidades para aplicar sus conocimientos teóricos a escala de la producción industrial, salvando el vacío ahora existente entre la formación a nivel celular y molecular y la Industria Biotecnológica, donde se echan en falta profesionales capaces de dominar los aspectos moleculares y celulares siendo a la vez capaces de diseñar biorreactores y procesos para el uso y la explotación de organismos, células o biomoléculas en la obtención de bienes y servicios.


#### 4. Competencias / Skills

Competencias básicas de la Titulación que se desarrollan en la Asignatura <i>Basic skills of the Degree that are developed in this Course</i>	<p>CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio</p> <p>CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio</p>
--	---


Se permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/>. Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Universidad Pablo de Olavide	FECHA	22/07/2019	
ID. FIRMA	firma.upo.es	ugJFK1kruNh+J3wrmiQX5DJLYdAU3n8j	PÁGINA	3/11
				

	<p>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</p> <p>CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado</p> <p>CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía</p>
<p>Competencias generales de la Titulación que se desarrollan en la Asignatura</p> <p><i>General skills of the Degree that are developed in this Course</i></p>	<p>CG4 - Comprender el método científico. Conocer, entender y aplicar las herramientas, técnicas y protocolos de experimentación en el laboratorio y adquirir las capacidades de observación e interpretación de los resultados obtenidos.</p> <p>CG5 - Adquirir las habilidades adecuadas a cada una de las materias impartidas, mediante la descripción, cuantificación, análisis y evaluación crítica de los resultados experimentales obtenidos de forma autónoma.</p> <p>CG7 - Cultivar y manipular células animales, vegetales y microorganismos.</p> <p>CG10 - Utilizar la literatura científica y técnica de vanguardia, adquiriendo la capacidad de percibir claramente los avances actuales y los posibles desarrollos futuros</p> <p>CG11 - Conocer las metodologías y tecnologías apropiadas para la correcta exposición y comunicación de los diferentes aspectos que afectan a la biotecnología (análisis de datos, bioestadística, etc.).</p> <p>CG12 - Ser consciente de la importancia del trabajo en equipo y potenciación de la discusión crítica de objetivos comunes.</p> <p>CG14 - Ser capaz de implicarse en el desarrollo actual de la biotecnología y sus aplicaciones, así como de los aspectos filosóficos y éticos implicados.</p> <p>CG16 - Ser capaz de concienciar a otros sobre la importancia de las aportaciones de la biotecnología a los debates y controversias que su desarrollo genera y como este conocimiento y su comprensión mejora la generación de una opinión informada sobre la calidad y sostenibilidad de los recursos.</p> <p>CG18 - Asimilar conocimientos relevantes de procedencia multidisciplinar, así como emitir reflexiones y juicios basados en la integración de dichos conocimientos.</p> <p>CG19 - Ser capaz de demostrar capacidad de iniciativa responsable en el ámbito de trabajo.</p> <p>CG21 - Ser consciente de las implicaciones ambientales, económicas y legales de la explotación empresarial de los procesos y productos biotecnológicos.</p> <p>CG22 - Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias que le permitan emprender, con un elevado nivel de autonomía, estudios posteriores.</p> <p>CG23 - Saber analizar, sintetizar y utilizar el razonamiento crítico en ciencia.</p> <p>CG24 - Comprensión de los mecanismos básicos de análisis y diseño de sistemas descendente y ascendente para la resolución de problemas y procesos complejos.</p> <p>CG25 - Desarrollar la capacidad creativa que incentive el dinamismo y la capacidad emprendedora e innovadora así como la identificación de las analogías entre situaciones que permita la aplicación de soluciones conocidas a nuevos problemas.</p> <p>CG26 - Comprender la aplicabilidad de los conocimientos que se requieren, a la tarea profesional de un biotecnólogo, no sólo a</p>

Se permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <a href="https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/">https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/</a> . Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.				
FIRMADO POR	Universidad Pablo de Olavide		FECHA	22/07/2019
ID. FIRMA	firma.upo.es	ugJFK1kruNh+J3wrmiQX5DJLYdAU3n8j	PÁGINA	4/11
				

	<p>pequeña escala, sino desde un punto de vista amplios y beneficiosos al conjunto de la sociedad.</p> <p>CG27 - Demostrar una correcta visión integrada del proceso de I+D+i y ser capaz de interrelacionar y conectar los ámbitos del conocimientos que engloba la biotecnología, dese los principios biológicos y fisicoquímicos a los nuevos conocimientos científicos, para le desarrollo de aplicaciones concretas y la introducción en el mercado de nuevos productos biotecnológicos de interés.</p>
<p>Competencias transversales de la Titulación que se desarrollan en la Asignatura</p> <p><i>Transversal skills of the Degree that are developed in this Course</i></p>	
<p>Competencias específicas de la Titulación que se desarrollan en la Asignatura</p> <p><i>Specific competences of the Degree that are developed in the Course</i></p>	<p>CE1 - Conocer el origen atómico-molecular de las propiedades de la materia, incluyendo las sustancias puras, las mezclas y las disoluciones.</p> <p>CE2 - Conocer los Principios de la Termodinámica y su aplicación práctica al estudio termoquímico y termodinámico de una reacción y dominar el concepto termodinámico de equilibrio químico y de constante equilibrio, así como saber identificar los factores de los que depende.</p> <p>CE3 - Conocer las características comunes de los procesos fisicoquímicos de transporte: difusión, osmosis, electroforesis, etc.</p> <p>CE4 - Dominar el concepto de velocidad de reacción y constante de velocidad, así cocomo saber identificar los factores de los que depende y saber describir las reacciones de transferencia protónica y electrónica y aplicar los conceptos termodinámicos a su comportamiento.</p> <p>CE5 - Conocer los principios básicos de la química de superficies y de los fenómenos de adsorción y aplicar los conceptos termodinámicos y cinéticos a su descripción.</p> <p>CE7 - Conocer los principales tipos de isomería en compuestos orgánicos y las principales técnicas de separación.</p> <p>CE18 - Conocer las técnicas básicas de la Microbiología, incluyendo las técnicas de cultivo y microscopía, y sus aplicaciones en el control y cuantificación del crecimiento microbiano y en el aislamiento e identificación de microorganismos.</p> <p>CE24 - Tener una adecuada comprensión del concepto de medida en ciencia, incluyendo el uso correcto de los sistemas de unidades y el significado y manejo de los errores involucrados en cualquier medición.</p> <p>CE25 - Emplear y saber interconvertir correctamente las diferentes formas de denotación numéricas, así como el empleo de potencias negativas, decimales y logaritmos.</p> <p>CE26 - Dominar bien los cálculos numéricos y el análisis de errores.</p> <p>CE27 - Formular y resolver correctamente ecuaciones algebraicas y sistemas de ecuaciones lineales.</p> <p>CE28 - Comprender los fundamentos de la informática y los computadores.</p> <p>CE29 - Aprender los conceptos y las técnicas estadísticas aplicadas a la biotecnología.</p> <p>CE30 - Aprender las diferentes técnicas de muestreo y de trabajo de campo.</p> <p>CE35 - Determinar experimentalmente y resolver cuestiones sobre</p>

Se permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <a href="https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/">https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/</a> . Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.				
FIRMADO POR	Universidad Pablo de Olavide		FECHA	22/07/2019
ID. FIRMA	firma.upo.es	ugJFK1kruNh+J3wrmiQX5DJLYdAU3n8j	PÁGINA	5/11
				

la constante cinética de una enzima y el efecto de activadores e inhibidores sobre la cinética enzimática.

CE40 - Conocer las principales funciones y productos microbianos de interés biotecnológico y algunas estrategias para la mejora de la producción.

CE41 - Conocer ejemplos de aplicaciones de los microorganismos en Biotecnología de los alimentos, Biotecnología ambiental, biocatálisis, agrobiotecnología y biomedicina.

CE42 - Comprender la importancia de los sistemas biotecnológicos basados en cultivos celulares.

CE44 - Conocer los criterios de escalado y desarrollo de procesos biotecnológicos bajo parámetros económicos.

CE49 - Conocer la metodología en el diseño, gestión y evaluación de proyectos.

CE57 - Calcular correctamente los parámetros relevantes de un proceso o experimento mediante representación manual de datos experimentales y funciones matemáticas sobre papel milimetrado, semilogarítmico y doble logarítmicos

CE58 - Resolver problemas de límites, derivadas e integrales en supuestos prácticos experimentales.

CE59 - Expresar adecuadamente, dominar y resolver problemas relacionados con las ecuaciones diferenciales y los métodos numéricos en supuestos prácticos experimentales.

CE60 - Manejar con soltura algunas herramientas informáticas para la resolución de problemas matemáticos y de estadística (Excel, SPSS), así como emplear correctamente la calculadora científica.

CE61 - Manejar los sistemas operativos informáticos más comunes para las operaciones básicas.

CE62 - Diseñar algoritmos de complejidad media para la resolución de problemas informáticos.

CE76 - Ser capaz de entender e interpretar resultados experimentales encaminados a elucidar el funcionamiento de diversos procesos fisiológicos microbianos, y proponer aplicaciones biotecnológicas de algunos de estos procesos.

CE89 - Integrar bien los fundamentos de la ciencia de la vida y la ciencia de la ingeniería en el desarrollo de productos y aplicaciones.

CE90 - Diseñar y ejecutar bien un protocolo completo de obtención y purificación de un producto biotecnológico.

CE91 - Calcular, interpretar y racionalizar los parámetros relevantes en fenómenos de transporte y los balances de materia y energía en los procesos bioindustriales.

CE93 - Instrumentar y controlar bioprocesos.

CE94 - Diseñar y manejar biorreactores a escala de laboratorio .


CE95 - Establecer los modelos que permiten explicar y predecir variables celulares y enzimáticas. (Competencia crecimientos celular y actividad celular y enzimática).Deducir las ecuaciones cinéticas y esteoquímicas básicas.

CE96 - Utilizar adecuadamente equipamientos de producción biotecnológica a escala piloto o superior, así como conocer y aplicar los protocolos de actuación y de seguridad en una planta industrial.

CE97 - Aplicar los criterios de escalado y desarrollo de procesos biotecnológicos bajo parámetros económicos.

CE98 - Plantear un problema de diseño, identificarlo y acotarlo; proponer alternativas de solución; seleccionar la alternativa más

Se permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/>. Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Universidad Pablo de Olavide	FECHA	22/07/2019	
ID. FIRMA	firma.upo.es	ugJFK1kruNh+J3wrmiQX5DJLYdAU3n8j	PÁGINA	6/11
				

	adecuada; y resolverlo, razonado científica y técnicamente la solución adoptada.
Competencias particulares de la asignatura, no incluidas en la memoria del título <i>Specific skills of the Course, not included in the Degree's skills</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender cuáles son los principales parámetros cinéticos y estequiométricos relevantes para el diseño y operación de los biorreactores.</li> <li>• Saber identificar las distintas partes que componen un biorreactor, las funciones que cumplen y las consecuencias de los cambios de diseño.</li> <li>• Conocer los principales tipos de biorreactores, sus ventajas e inconvenientes, y los tipos de procesos biotecnológicos para los que son apropiados.</li> <li>• Conocer las operaciones que intervienen en los ciclos de producción mediante biorreactores, con especial atención a las relacionadas con la higiene, esterilidad y seguridad biológica.</li> <li>• Conocer los fundamentos de los sistemas de control de los biorreactores.</li> </ul>

### 5. Contenidos de la Asignatura: temario / *Course Content: Topics*

<b>PARTE I</b>	<b>INGENIERÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS</b>
TEMA 1	INTRODUCCIÓN. ANÁLISIS DE COSTES Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO.
TEMA 2	TERMODINÁMICA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS: CONCEPTOS BÁSICOS DE ENERGÍA. CÁLCULO DE ENTALPÍAS. VARIACIÓN DE ENTALPÍA DEBIDA A LA REACCIÓN. CALORES DE REACCIÓN PARA PROCESOS CON PRODUCCIÓN DE BIOMASA.
TEMA 3	CINÉTICA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA: ENERGÍA DE ACTIVACIÓN Y FACTORES DE FRECUENCIA. CARACTERÍSTICAS DE LAS REACCIONES BIOLÓGICAS.
<b>PARTE II</b>	<b>REACTORES IDEALES: MODELOS DE REACTORES.</b>
TEMA 4	REACTORES DE TANQUE AGITADO: HIPÓTESIS DE MEZCLA PERFECTA. REACTOR DISCONTINUO. REACTOR SEMICONTINUO. REACTOR CONTINUO.
TEMA 5	REACTORES TUBULARES: HIPÓTESIS DE FLUJO PISTÓN. CARACTERÍSTICAS DE LOS REACTORES TUBULARES. REACTORES CONECTADOS EN SERIE. REACTORES CON RECIRCULACIÓN. ESTUDIO COMPARATIVO DE REACTORES.
TEMA 6	REACTORES HETEROGÉNEOS: REACTORES TUBULARES CONTINUOS DE LECHO FLUIDIZADO Y DE LECHO FIJO. REGENERACIÓN DEL CATALIZADOR.
<b>PARTE III</b>	<b>INGENIERÍA BIOQUÍMICA. REACTORES BIOQUÍMICOS.</b>
TEMA 7	FERMENTACIONES ENZIMÁTICAS Y MICROBIANAS. ASPECTOS BÁSICOS DE BIORREACTORES. RECUPERACIÓN DEL BIOCATALIZADOR. REACTORES CON BIOCATALIZADORES INMOVILIZADOS.
TEMA 8	DISEÑO DE FERMENTADORES. ESTERILIZACIÓN DE LOS BIORREACTORES. CONDICIONES DE OPERACIÓN EN BIORREACTORES. INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN: AGITACIÓN, AERACIÓN, TEMPERATURA. CONTROL DEL BIOPROCESO. BIORREACTORES EN ESTADO SÓLIDO Y FOTOBIORRE

Se permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/>. Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Universidad Pablo de Olavide	FECHA	22/07/2019	
ID. FIRMA	firma.upo.es	ugJFK1kruNh+J3wrmiQX5DJLYdAU3n8j	PÁGINA	7/11



TEMA 9	CAMBIO DE ESCALA EN BIORREACTORES: ANÁLISIS GENERAL. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO DE ESCALA. MÉTODOS MÁS FRECUENTES EMPLEADOS EN EL ESCALADO.
--------	---


## 6. Metodología y recursos / *Methodology and Resources*

Metodología general <i>Methodology</i>	El modelo de asignatura es del tipo B1, lo que determina la metodología y evaluación de la asignatura.
Enseñanzas básicas (EB) <i>General teaching</i>	corresponden al 60% de la docencia total de esta asignatura y se dedicará a la enseñanza teórica, los fundamentos metodológicos y los conceptos esenciales de la asignatura. Para la transferencia de los conocimientos al alumno, se utilizarán medios audiovisuales e interacción con los alumnos, para desarrollar los contenidos básicos de la asignatura y dotarle de conocimientos fundamentales que le permitan desarrollar un aprendizaje autónomo de los aspectos no tratados en clase. Al final de cada tema se entregará a los alumnos, a través de la WEBCT (Aula Virtual), una copia del material más relevante necesario para el desarrollo de la misma, a fin de reducir la necesidad de tomar excesivos apuntes. Se procurará que los alumnos participen activamente en la clase suscitando, cuando se crea oportuno, algún debate sobre los contenidos desarrollados.
Enseñanzas prácticas y de desarrollo (EPD) <i>Theory-into-practice</i>	corresponden al 40% de la docencia total de esta asignatura. El contenido de esta docencia puede ser cubierto mediante sesiones de prácticas de laboratorio, de desarrollo y visitas técnicas.
Actividades académicas dirigidas (AD) <i>Guided academic activities</i>	No procede.

## 7. Criterios generales de evaluación / *Assessment*


Primera convocatoria ordinaria (convocatoria de curso) <i>First session</i>	El 40% de la calificación procede de la evaluación continua. El 60% de la calificación procede del examen o prueba final. El 40% de la calificación procede de la evaluación continua. El 60% de la calificación procede del examen o prueba final. La evaluación del alumno será continua y distribuida a lo largo de todo el semestre, teniendo en cuenta la participación del alumnado en las clases de Enseñanzas Básicas (EB), y la asistencia y participación en las de Enseñanzas Prácticas y de Desarrollo (EPDs), así como su aportación en el espacio virtual de la asignatura respondiendo a las tareas encargadas, realizando los exámenes o participando en los foros de debate. La prueba final corresponde únicamente a las EB que será evaluada a través de un examen final (conceptos teóricos y ejercicios numéricos).
Segunda convocatoria ordinaria (convocatoria de recuperación) <i>Second session (to re-sit the exam)</i>	En esta segunda convocatoria se mantiene la nota de las EPDs obtenida en el mismo año académico y se realizará una prueba a través de un examen final sobre los contenidos de la EB (conceptos teóricos y ejercicios numéricos).
Convocatoria extraordinaria de noviembre <i>Extraordinary November session</i>	Se activa a petición del alumno siempre y cuando éste esté matriculado en todas las asignaturas que le resten para finalizar sus estudios de grado, tal y como establece la Normativa de Progreso y Permanencia de la Universidad. Se evaluará del total de los conocimientos y competencias que

Se permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/>. Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Universidad Pablo de Olavide	FECHA	22/07/2019	
ID. FIRMA	firma.upo.es	ugJFK1kruNh+J3wrmiQX5DJLYdAU3n8j	PÁGINA	8/11
				



	<p>figuren en la guía docente del curso anterior, mediante el sistema de prueba única.</p> <p>Se activa a petición del alumno siempre y cuando éste esté matriculado en todas las asignaturas que le resten para finalizar sus estudios de grado, tal y como establece la Normativa de Progreso y Permanencia de la Universidad.</p> <p>Se evaluará del total de los conocimientos y competencias que figuren en la guía docente del curso anterior, mediante el sistema de prueba única.</p> <p>La prueba extraordinaria corresponde a las EB que será evaluada a través de un examen final (conceptos teóricos y ejercicios numéricos). En esta convocatoria se mantiene la nota de las EPDs obtenida en el mismo año académico.</p> <p>Por otra parte, cabe indicar que los alumnos que no cumplen con la evaluación continua y según la normativa de evaluación de los estudiantes de grado BUPO 7/2014. En esta normativa indica que es obligatoria la asistencia a todas las sesiones prácticas para aprobar la asignatura por el sistema de evaluación continua. La falta de asistencia no justificada a una práctica y/o no aceptada por el profesor, supone la renuncia al sistema de evaluación continua, siendo posible únicamente la evaluación por prueba única.</p>
<p>Criterios de evaluación de las enseñanzas básicas (EB) <i>General teaching assessment criteria</i></p>	<p>Durante la evaluación continua: Durante la evaluación continua: Es obligatorio la obtención de una nota superior al 50% en la parte de las EB (mínimo 3 puntos).</p> <p>Durante el examen o prueba final (1ª convocatoria): Durante el examen o prueba final (1ª convocatoria): Es obligatorio la obtención de una nota superior al 50% en la parte de las EB (mínimo 3 puntos).</p> <p>Durante el examen o prueba final (2ª convocatoria): Durante el examen o prueba final (2ª convocatoria): Es obligatorio la obtención de una nota superior al 50% en la parte de las EB (mínimo 3 puntos).</p>
<p>Criterios de evaluación de las enseñanzas prácticas y de desarrollo (EPD) <i>Theory-into-practice assessment criteria</i></p>	<p>Durante la evaluación continua: Durante la evaluación continua: Los alumnos debe de cumplir lo siguiente:</p> <p>a) Asistencia a todas las sesiones de las EPDs.</p> <p>b) Presentación de los informes solicitados correspondientes a las EPDs.</p> <p>c) Realizar una evaluación final correspondiente a las actividades experimentales llevadas a cabo en el laboratorio.</p> <p>Es obligatorio la obtención de una nota superior al 50% en la nota final correspondiente a los EPDs para poder superar la asignatura.</p> <p>Durante el examen o prueba final (1ª convocatoria): Durante el examen o prueba final (1ª convocatoria): Es obligatorio la obtención de una nota superior al 50% en la parte de las EPDs (mínimo 2 puntos).</p> <p>Durante el examen o prueba final (2ª convocatoria): Durante el examen o prueba final (2ª convocatoria): Se mantiene la nota de las EPDs obtenida a lo largo del curso. Pero en ningún caso se mantiene dicha nota de un año académico a otro año académico.</p>
<p>Criterios de evaluación de las actividades académicas dirigidas (AD) <i>Criteria of assessment of guided academic activities</i></p>	<p>Durante la evaluación continua: No procede</p> <p>Durante el examen o prueba final (1ª convocatoria): No procede</p> <p>Durante el examen o prueba final (2ª convocatoria): No procede.</p>
<p>Puntuaciones mínimas necesarias para aprobar la</p>	<p>1ª convocatoria: Obtención de una nota superior al 50% en la parte de las EB (mínimo 3 puntos) y en la parte de la EPDs (mínimo 2</p>

Se permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <a href="https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/">https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/</a> . Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.			
FIRMADO POR	Universidad Pablo de Olavide	FECHA	22/07/2019
ID. FIRMA	firma.upo.es	ugJFK1kruNh+J3wrmiQX5DJLYdAU3n8j	PÁGINA 9/11
			

Asignatura <i>Minimum passing grade</i>	puntos). El incumplimiento de este criterio implica la no superación de la asignatura y obtención de la nota suspenso. 2ª convocatoria: Obtención de una nota superior al 50% en la parte de las EB (mínimo 3 puntos) y en la parte de la EPDs (mínimo 2 puntos). El incumplimiento de este criterio implica la no superación de la asignatura y obtención de la nota suspenso.
Material permitido <i>Materials allowed</i>	Se permite únicamente el uso de polígrafos de color azul o negro, reglas y calculadoras.
Identificación en los exámenes <i>Identification during exams</i>	En cualquier momento de la realización de una prueba de evaluación los profesores podrán requerir la acreditación de la identidad de cualquier estudiante, mediante la exhibición de su carnet de estudiante, documento nacional de identidad, pasaporte u otro documento válido a juicio del examinador. Si no lo hiciese, el estudiante podrá continuar la prueba, que será calificada solo si la documentación es presentada en el plazo que el examinador establezca.
Observaciones adicionales <i>Additional remarks</i>	Finalmente, indicar que los alumnos que no cumplen con la evaluación continua y según la normativa de evaluación de los estudiantes de grado BUPO 7/2014. En esta normativa indica que es obligatoria la asistencia a todas las sesiones prácticas para aprobar la asignatura por el sistema de evaluación continua. La falta de asistencia no justificada a una práctica y/o no aceptada por el profesor, supone la renuncia al sistema de evaluación continua, siendo posible únicamente la evaluación por prueba única.


Los estudiantes inmersos en un programa de movilidad o en un programa de deportistas de alto nivel, así como los afectados por razones laborales, de salud graves o por causas de fuerza mayor debidamente acreditadas, tendrán derecho a que en la convocatoria de curso se les evalúe mediante un sistema de evaluación de prueba única. Para ello, deberán comunicar la circunstancia al profesor responsable de la asignatura antes del fin del periodo docencia presencial.

*Students enrolled in a mobility program or a program for high-level athletes, as well as students affected by work or serious health problems or reasons of force majeure duly accredited, will have the right to be evaluated during the first session through a single test evaluation system. To do this, they must report changes in their circumstances to the program coordinator before the end of the teaching period.*

## 8. Bibliografía / Bibliography

General	<ul style="list-style-type: none"> <li>• • A.J. Rehm, G. Reed, (1983) “Biotechnology, Vol. 2, Fundamentals of Biochemical Engineering”, <i>VCH Verlags, Weinheim</i></li> <li>• • A. Kayode, (2001) “Modelling of chemical kinetics and reactor design”, <i>Gulf Publishing Company, Texas</i></li> <li>• • B. Atkinson (1986) “Reactores bioquímicos”, <i>Reverté, Barcelona</i></li> <li>• • D.I.C. Wang, C.L. Cooney, A.L. Demain, P. Dunnill, A.E. Humphrey, M.D. Lilly (1979) “Fermentation and enzyme technology”, <i>Wiley-Interscience, Nueva York</i></li> <li>• • F. Gódia, J. López (1998) “Ingeniería bioquímica”, <i>Síntesis, Madrid</i></li> <li>• • G. Calleja (1999) “Introducción a la ingeniería química”, <i>Síntesis, Madrid</i></li> <li>• • G.L. Solomons (1969) “Materials and methods in fermentations”, <i>Academic Press, Londres</i></li> <li>• • H. Scott (1999) “Elements of chemical reaction engineering”, <i>Prentice-Hall (3ª Ed.)</i></li> </ul>
---------	---

Se permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/>. Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Universidad Pablo de Olavide	FECHA	22/07/2019	
ID. FIRMA	firma.upo.es	ugJFK1kruNh+J3wrmiQX5DJLYdAU3n8j	PÁGINA	10/11
				

- • H.C. Vogel, C.L. Todaro (1997) “Fermentation and biochemical engineering handbook: principles, process design, and equipment”, *Noyes Publications (2ª Ed.)*, Nueva Jersey
- • J. Costa, S. Cervera, F. Cunill, S. Esplugas, C. Mans, J. Mata (2004) “Curso de ingeniería química”, *Reverté (10ª Ed.)*, Barcelona
- • J.D. Bullock, B. Kristiansen (1987) “Basic biotechnology”, *Academic Press, Londres, 1987*
- • J.E. Bailey, D.F. Ollis (1986) “Biochemical engineering fundamentals”, *McGraw-Hill, Nueva York (2ª Ed.)*
- • J.M. Santamaría, J. Herguido, M.A. Menéndez, A. Monsón (2002) “Ingeniería de reactores”, *Síntesis, Madrid*
- • O. Levenspiel (2004) “Ingeniería de las reacciones químicas”, *Limusa Wiley (3ª Ed.)*,
- • P.A. Doran (1995) “Bioprocess engineering principles”, *Academic Press, Londres*
- • R. Quintero (1981) “Ingeniería bioquímica, Teoría y aplicaciones”, *Alhambra, Madrid*
- • R.W. Missen, C.A. Mims, B.A. Saville (1998) “Introduction to chemical reaction engineering and kinetics”, *Wiley, Nueva York*

Se permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://portafirmas.upo.es/verificarfirma/>. Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	Universidad Pablo de Olavide		FECHA	22/07/2019
ID. FIRMA	firma.upo.es	ugJFK1kruNh+J3wrmiQX5DJLYdAU3n8j	PÁGINA	11/11
