



Guía Docente y Adenda

FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DE BIORREACTORES



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2019-2020



I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Fundamentos del Diseño de Biorreactores
NÚMERO DE CRÉDITOS:	6
CARÁCTER:	Obligatoria
MATERIA:	Bioingeniería
MÓDULO:	Integración
TITULACIÓN:	Grado en Bioquímica
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Sexto (tercer curso)
DEPARTAMENTO/S:	Ingeniería Química y de Materiales

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Grupo A	
Teoría Seminario Tutoría	<p>Profesora: VICTORIA E. SANTOS MAZORRA Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: Planta Piloto, planta primera-QP-104 e-mail: vesantos@quim.ucm.es</p>
Teoría Seminario Tutoría	<p>Profesor: MIGUEL LADERO GALÁN Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: Edificio A, planta baja e-mail: mladero@quim.ucm.es</p>

II.- OBJETIVOS

■ **OBJETIVO GENERAL**

- Introducción a la Bioingeniería.

■ **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Proporcionar al alumno las bases de conocimiento para diseñar aplicaciones de los procesos biológicos y reconocer y analizar nuevos problemas biomoleculares.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ **CONOCIMIENTOS PREVIOS:**

Matemáticas básicas.

■ **RECOMENDACIONES:**

Haber cursado la asignatura *Fundamentos de Ingeniería Bioquímica*, del primer cuatrimestre de tercer curso del Grado en Bioquímica



IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Fundamentos de cinética química aplicada. Metodología para el desarrollo de procesos biotecnológicos. Fenomenología de los procesos biotecnológicos: cinética, transferencia de materia, transferencia de calor, fluido-dinámica y daño celular. Métodos de inmovilización de biocatalizadores. Análisis de reacciones biocatalíticas. Modelos cinéticos: Estructura y segregación. Análisis y diseño de biorreactores agitados. Formas de operación en biorreactores. Cambio de escala en biotransformaciones.

■ PROGRAMA:

1. Metodología para el desarrollo de procesos biotecnológicos. Cambio de escala.
2. Fundamentos de Cinética Química Aplicada. Transporte entre fases.
3. Fenomenología de los procesos biotecnológicos: Cinética, transferencia de materia, fluidodinámica y daño celular.
4. Procesos enzimáticos. Cinética. Efectos de inmovilización. Transporte líquido-sólido. Desactivación.
5. Procesos con células. Desarrollo del proceso. Modelos cinéticos. Transporte gas-líquido.
6. Análisis y Diseño de Biorreactores. Tipos. Formas de operación. Cambio de escala.

V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG9-MI5** Integrar los fundamentos de las ciencias de la vida y las ciencias de la ingeniería en el desarrollo de productos y aplicaciones.
- **CG9-MI7** Definir los conceptos básicos de la biotecnología y expresarse correctamente utilizando dichos términos.
- **CG13-MI6** Explicar las actuaciones básicas para la minimización del impacto ambiental en la producción biotecnológica.

■ ESPECÍFICAS:

- **CE37-BI1** Explicar el desarrollo de procesos biotecnológicos industriales y los diferentes fenómenos que influyen en su velocidad.
- **CE37-BI2** Analizar el cambio de escala de los procesos biotecnológicos.
- **CE37-BI3** Analizar el comportamiento de biorreactores y calcular los parámetros básicos de su diseño.
- **CE38-BI3** Aplicar modelos cinéticos para la determinación de parámetros en transformaciones con biocatalizadores, analizando las condiciones de operación óptimas.



■ **TRANSVERSALES:**

- **CT2-MI5** Razonar de modo crítico.
- **CT14-MI6** Desarrollar una motivación por la calidad.

VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	32	48	3,2
Seminarios	12	18	1,2
Tutorías/Trabajos dirigidos	3	4,5	0,3
Clases Prácticas	10	7,5	0,7
Preparación de trabajos y exámenes	3	12	0,6
Total	60	90	6

VII.- METODOLOGÍA

La actividad docente seguirá una metodología híbrida, que hará uso de un aprendizaje colaborativo y un aprendizaje individual. Las actividades presenciales de la asignatura se estructuran en **clases de teoría, seminarios y tutorías**.

En las **clases de teoría** el profesor dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Se presentarán los conceptos teóricos y algunos hechos experimentales que permitan al alumno obtener una visión global y comprensiva de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrán el contenido y objetivos principales de dicho tema. Al final del tema se podrán plantear nuevas propuestas que permitan interrelacionar contenidos ya estudiados con los del resto de la asignatura o con otras asignaturas. Como apoyo a las explicaciones teóricas, se proporcionará a los alumnos el material docente apropiado, bien en fotocopias o bien en el **Campus Virtual**.

Las **clases de seminarios** tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos a un conjunto de cuestiones y/o ejercicios. Con anterioridad se entregará a los estudiantes una relación de cuestiones para que intenten su resolución previa a dichas clases. Parte de los ejercicios serán resueltos en clase por el profesor y en otros casos se llevará a cabo la resolución por parte de los alumnos.

Se programarán varias sesiones **presenciales de tutorías** sobre ejercicios relacionados con el temario de la asignatura. En ellas el profesor revisará y corregirá, si es el caso, las soluciones propuestas por los alumnos, resolverá las dudas y dificultades que se hayan presentado en la resolución de los ejercicios propuestos y orientará a los alumnos para la solución correcta de los ejercicios que estuvieran mal planteados o resueltos.

Las **prácticas de laboratorio** consistirán en el desarrollo de trabajo experimental, la obtención y la interpretación de datos experimentales y la presentación de informes.



VIII.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

Para el desarrollo de la asignatura no se va a seguir un libro de texto concreto. A continuación, se relacionan textos recomendados de carácter general:

- Levenspiel, O.: “*Ingeniería de las Reacciones Químicas*”, 3ª ed., J. Wiley, 2004.
- Doran, P.M.: “*Principios de Ingeniería de los Bioprocesos*”, Acirbia, 1998.

■ COMPLEMENTARIA:

- Asenjo, J.A. y Merchuk, J.C.: “*Bioreactor system Design*”, M. Dekker, 1995.
- Shuler, M.L. y Kargi, F.: “*Bioprocess Engineering. Basic Concepts*”, Prentice Hall, 2002.

IX.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en las diferentes actividades propuestas. Para poder superar la asignatura será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales.

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en todas las convocatorias:

■ EXÁMENES ESCRITOS: 75%

La evaluación de las competencias adquiridas en la parte teórica de la asignatura se llevará a cabo mediante la realización de dos exámenes parciales y un examen final, que constarán de preguntas sobre aplicación de conceptos aprendidos durante el curso y cuestiones prácticas relacionadas.

Todos los exámenes consistirán en un conjunto de cuestiones de desarrollo o aplicación directa de la teoría y de problemas más elaborados. Para aprobar cada examen, será necesario que el alumno obtenga, al menos, un 4 sobre 10 en cada parte del examen: cuestiones teóricas y problemas numéricos. Esta condición también será de aplicación para compensar notas entre parciales.

■ TRABAJO PERSONAL: 10%

La evaluación del trabajo de aprendizaje realizado por el alumno considerará la destreza del alumno en la resolución de las cuestiones propuestas en las clases de seminario y, en ocasiones, en las de teoría. Cuando sea pertinente, se solicitará la respuesta por escrito sobre diversas cuestiones.

■ ACTIVIDADES DIRIGIDAS (CLASES PRÁCTICAS): 10%

Se evaluará la eficacia en la realización de los trabajos prácticos que se encarguen (prácticas de laboratorio), en ocasiones con trabajos propuestos por los profesores, así como la presentación y contenido del informe sobre la obtención e interpretación de los datos experimentales.



■ **ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES:** **5%**

La asistencia y la participación del alumno en todas las actividades se valorará positivamente en la calificación final. La falta de asistencia reiterada podrá penalizarse.

Siempre se respetará un plazo mínimo de siete días entre la publicación de cualquier calificación, si fuera el caso, y la fecha del examen final de la asignatura.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. Metodología para el desarrollo de procesos biotecnológicos. Cambio de escala.	Clases Teoría	3	1	1ª Semana	2ª Semana
	Seminarios	1	1		
2. Fundamentos de Cinética Química Aplicada. Transporte entre fases.	Clases Teoría	5	1	2ª Semana	4ª Semana
	Seminarios	2	1		
3. Fenomenología de los procesos biotecnológicos: Cinética, transferencia de materia, fluidodinámica y daño celular.	Clases Teoría	2	1	5ª Semana	6ª Semana
	Seminarios	2	1		
4. Procesos enzimáticos. Cinética. Efectos de inmovilización. Transporte líquido-sólido. Desactivación.	Clases Teoría	6	1	6ª Semana	8ª Semana
	Seminarios	2	1		
5. Procesos con células. Desarrollo del proceso. Modelos cinéticos. Transporte gas-líquido.	Clases Teoría	8	1	9ª Semana	12ª Semana
	Seminarios	2	1		
6. Análisis y Diseño de Biorreactores. Tipos. Formas de operación. Cambio de escala.	Clases Teoría	8	1	12ª Semana	15ª Semana
	Seminarios	3	1		
	Tutorías	3	2	Por determinar	



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C	
Clases de teoría		Exposición de conceptos teóricos. Planteamiento de cuestiones.	Toma de apuntes, formulación y contestación de cuestiones.	Valoración de las respuestas a preguntas relacionadas con los conceptos teóricos explicados.	32	48	80	15%	
Seminarios	CG9-MI5 CG9-MI7 CG13-MI6	Aplicación de la teoría a la resolución de ejercicios y problemas.	Toma de apuntes. Realización de ejercicios. Formulación y contestación de cuestiones.	Valoración de la resolución de ejercicios prácticos.	12	18	30		
Tutorías	CE37-BI1 CE37-BI2 CE37-BI3 CE38-BI3	Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno. Planteamiento de cuestiones.	Resolución de las cuestiones planteadas.	Valoración del trabajo, exposición y desarrollo.	3	4,5	7,5		
Prácticas	CT2-MI5 CT14-MI6	Explicar el funcionamiento y objetivos de las prácticas. Supervisar el trabajo de los alumnos.	Realización del trabajo experimental, obtención e interpretación de datos. Presentación de informes	Valoración del trabajo del alumno. Valoración de los informes presentados.	10	7,5	17,5		10%
Exámenes		Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización.	Valoración de las respuestas a las cuestiones de tipo teórico y práctico.	3	12	15		75%

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación



ADENDA A LA GUÍA DOCENTE CON LAS MODIFICACIONES REALIZADAS PARA LA FINALIZACIÓN DEL CURSO ACADÉMICO 2019/20 ANTE LA SITUACIÓN EXCEPCIONAL PROVOCADA POR EL COVID-19

Adaptación de la asignatura a la docencia NO PRESENCIAL				
I. PROFESOR/ES RESPONSABLE/S	Victoria E. Santos Mazorra / Miguel Ladero Galán/ Juan Manuel Bolívar Bolívar Se ha reforzado con un profesor que se iba a encargar de parte de las sesiones de laboratorio con especialización en biocatálisis (Juan M. Bolívar) para abarcar el trabajo on line a realizar.			
IV. PROGRAMA	No hay modificaciones			
V. COMPETENCIAS	La adquisición de las Competencias Generales, Específicas y Transversales queda asegurada con las modificaciones que se recogen en esta adenda.			
VI. RESULTADOS DEL APRENDIZAJE	Los Resultados del Aprendizaje quedan asegurados con las modificaciones que se recogen en esta adenda.			
VII. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD	Actividad	(horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
	Clases teóricas	32	48	3,2
	Presenciales:	13		
	Virtuales:	19		
	Seminarios	12	18	1,2
Presenciales:	6			
Virtuales:	6			
Tutorías / Trabajos dirigidos	3	4,5	0,3	
Presenciales: (a dos de tres grupos de la clase)	0,7			
Virtuales:	2,3			
Prácticas de laboratorio	10	7,5	0,7	



<p>VIII. METODOLOGÍA</p>	<p>Las sesiones de teoría se realizarán preferentemente utilizando presentaciones de PowerPoint narradas. Los problemas numéricos se subirán resueltos al Campus Virtual (seminarios) y las tutorías programadas se realizarán mediante la propuesta de ejercicios y la apertura de una Tarea para su entrega en el Campus Virtual.</p> <p>Se habilitará el foro del Campus Virtual para la consulta de dudas en las que puedan participar todos estudiantes.</p> <p>Se realizarán sesiones (tanto globales, como individualizados o en grupos reducidos) mediante videoconferencia a través de la herramienta <i>Collaborate</i> o Google Meet a demanda de los alumnos</p> <p>La segunda tutoría se hará preferentemente en la semana posterior a terminar el Bloque 3 relativo a enzimología industrial a través del Campus Virtual. Ya hay algunos ejemplos de ejercicios planteados en tutorías de otros años en dicho Campus Virtual.</p> <p>Las prácticas de laboratorio se harán preferentemente presenciales en aula informática, utilizando, si fuera preciso, datos experimentales disponibles. Los cálculos se harán utilizando el programa Excel de Microsoft Office y, como novedad en este año, el programa Berkeley Madonna. Se completarán, cuando sea posible, con visitas a los laboratorios para asegurar la plena adquisición de competencias por parte del estudiante.</p> <p>RECURSOS ONLINE</p> <p>Se usará el programa Berkeley Madonna (BM) para la simulación de cinética enzimática y transferencia gas-líquido en biorreactores. BM es una herramienta para el modelado y simulación de procesos dinámicos ampliamente usada en la docencia en ingeniería bioquímica, de gran utilidad para la preparación de tareas de docencia online.</p>
<p>IX. BIBLIOGRAFÍA</p>	<p>No hay modificaciones</p>
<p>X. EVALUACIÓN</p>	<p>No se realizarán exámenes parciales, por lo que la calificación procedente de un examen, lo será de un examen final realizado en convocatoria ordinaria o extraordinaria en las fechas que fije la Facultad de Ciencias Químicas.</p>



ADAPTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA (30 DE MARZO-29 DE MAYO)

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	INICIO	FINAL
3. Fenomenología de los procesos biotecnológicos: Cinética, transferencia de materia, fluidodinámica y daño celular.	Teoría	1	1ª semana	6ª semana
4. Procesos enzimáticos. Cinética. Efectos de inmovilización. Transporte líquido-sólido. Desactivación.	Teoría y Seminario	10	1ª semana	4ª semana
	Tutoría Programada	1	4ª semana	4ª semana
5. Procesos con células. Desarrollo del proceso. Modelos cinéticos. Transporte gas-líquido.	Teoría y Seminario	7	5ª semana	6ª semana
6. Análisis y Diseño de Biorreactores. Tipos. Formas de operación. Cambio de escala.	Teoría y Seminario	7	7ª semana	8ª semana
	Tutoría Programada	1	8ª semana	8ª semana

Horarios

(Semanas del 30 de marzo al 29 de mayo)

	Horario	Aula
1	Viernes (10:30 – 11:30)	Docencia online



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES (en horas)

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P/V	NP	Total	C	
Clases de teoría	No hay modificaciones	No hay modificaciones con docencia mixta: atención presencial y telemática	No hay modificaciones con aprendizaje mixto: participación presencial y telemática	No hay modificaciones	13/19	48	80	15%	
Seminarios		No hay modificaciones con docencia mixta: atención presencial y telemática	No hay modificaciones con aprendizaje mixto: participación presencial y telemática	No hay modificaciones	6/6	18	30		
Tutorías		No hay modificaciones con docencia mixta: atención presencial y telemática	No hay modificaciones con aprendizaje mixto: participación presencial y telemática	No hay modificaciones	0,7/2,3	4,5	7,5		
Prácticas		No hay modificaciones con docencia mixta: atención presencial y telemática	No hay modificaciones con aprendizaje mixto: participación presencial y telemática	No hay modificaciones	0/10	7,5	17,5		10%
Exámenes		No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	3	12	15		75%

P : Presenciales; V: Virtuales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación

Fecha realización: 08/04/2020

Nº de revisiones:1

Fecha última revisión: 07/05/2020



ADENDA A LA GUÍA DOCENTE CON LAS MODIFICACIONES REALIZADAS PARA LA FINALIZACIÓN DEL CURSO ACADÉMICO 2019/20 ANTE LA SITUACIÓN EXCEPCIONAL PROVOCADA POR EL COVID-19

SEGUNDA REVISIÓN

Adaptación de la asignatura a la docencia NO PRESENCIAL	
X. EVALUACIÓN	<p>Identificación de estudiantes: Se va a proceder a la identificación durante los 30 minutos previos al comienzo del examen de los estudiantes presentados mediante la herramienta TAREA del Campus a través de la cual tendrán que enviar una imagen escaneada o foto de su CARNET DE ESTUDIANTE o es su defecto, DNI, NIE o PASAPORTE junto a una declaración manuscrita y firmada indicando que su comportamiento durante el examen va a ser ético. El estudiante deberá acceder al CV con su cuenta institucional.</p> <p>Tipo de examen: TEORÍA. Mediante CUESTIONARIO de preguntas abiertas y multirrespuesta. PROBLEMAS: Mediante TAREAS SECUENCIALES, con un único envío por tarea. Dentro del periodo de las tareas el estudiante debe enviar foto o archivo pdf de sus resoluciones, a mano y con firma, con la justificación de todos los cálculos y razonamientos hechos.</p> <p>Seguimiento de estudiantes durante la prueba: Se utilizará Google Meet, debiendo el estudiante mantener en todo momento activada la webcam durante la prueba, así como el micrófono cuando el profesor lo requiera. En el caso de no disponer de estos medios, lo hará a través del teléfono móvil. La comunicación con el profesor será a través de correos o chats utilizando en todo momento el Campus Virtual.</p> <p>Mecanismo de revisión no presencial previsto: Se realizarán revisiones síncronas previa solicitud razonada de los estudiantes, asignando un espacio de tiempo a cada uno; el estudiante tiene el derecho a revisar todas las evidencias que se hayan usado para decidir su calificación.</p> <p>Mecanismo empleado para la documentación/grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia: Los cuestionarios elaborados durante el examen y los documentos enviados en Tareas (manuscritos y firmados), se albergarán en los espacios correspondientes del Campus.</p>



TABLA DE EXÁMENES Y ENTREGABLES

CONVOCATORIA						
EVALUACIÓN	ORDINARIA			EXTRAORDINARIA		
DOCENCIA TEÓRICA Y SEMINARIOS	Exámenes/Controles	Presencial/Virtual P/V	Fecha	Exámenes/Controles	Presencial/Virtual P/V	Fecha
	Test-1	V	1 06 2020			
	Examen final	V	13 07 2020	Examen Final	P	9 09 2020

Nº de revisiones: 2

Fecha última revisión: 2/06/2020