



UNIVERSIDAD
DE MURCIA

1. Identificación

1.1. De la asignatura

Curso Académico	2025/2026
Titulación	GRADO EN BIOTECNOLOGÍA
Nombre de la asignatura	INGENIERÍA DE LAS REACCIONES BIOQUÍMICAS. BIORREACTORES
Código	6275
Curso	TERCERO
Carácter	OBLIGATORIA
Número de grupos	1
Créditos ECTS	9.0
Estimación del volumen de trabajo	225.0
Organización temporal	Anual
Idiomas en que se imparte	Español

1.2. Del profesorado: Equipo docente

GOMEZ GOMEZ, MARIA

Docente: **GRUPO 1**

Coordinación de los grupos: **GRUPO 1**

Coordinador de la asignatura

Categoría

PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD

Área

INGENIERÍA QUÍMICA

Departamento

INGENIERÍA QUÍMICA

Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

maria.gomez@um.es Tutoría electrónica: Sí

Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

Duración: A **Día:** Miércoles **Horario:** 17:00-19:00 **Lugar:** 868889101, Facultad de Química B1.1C.004B

Observaciones:
No consta

Duración: A **Día:** Martes **Horario:** 17:00-19:00 **Lugar:** 868889101, Facultad de Química B1.1C.004B

Observaciones:
No consta

Duración: A **Día:** Lunes **Horario:** 17:00-19:00 **Lugar:** 868889101, Facultad de Química B1.1C.004B

Observaciones:
No consta

BASTIDA RODRIGUEZ, JOSEFA

Docente: GRUPO 1

Coordinación de los grupos:

Categoría

CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD

Área

INGENIERÍA QUÍMICA

Departamento

INGENIERÍA QUÍMICA

Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

jbastida@um.es Tutoría electrónica: Sí

Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

Duración: A **Día:** Miércoles **Horario:** 15:30-17:30 **Lugar:** 868887361, Facultad de Química B1.1C.013

Observaciones:
No consta

Duración: A **Día:** Martes **Horario:** 15:30-17:30 **Lugar:** 868887361, Facultad de Química B1.1C.013

Observaciones:
No consta

Duración: A **Día:** Lunes **Horario:** 15:30-17:30 **Lugar:** 868887361, Facultad de Química B1.1C.013

Observaciones:
No consta

GOMEZ GOMEZ, ELISA

Docente: **GRUPO 1**

Coordinación de los grupos:

Categoría

CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD

Área

INGENIERÍA QUÍMICA

Departamento

INGENIERÍA QUÍMICA

Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

egomez@um.es Tutoría electrónica: **No**

Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
A	Miércoles	17:00-19:00	868887352, Facultad de Química B1.1C.016

Observaciones:

No consta

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
A	Martes	17:00-19:00	868887352, Facultad de Química B1.1C.016

Observaciones:

No consta

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
A	Lunes	17:00-19:00	868887352, Facultad de Química B1.1C.016

Observaciones:

No consta

MURCIA ALMAGRO, MARIA DOLORES

Docente: **GRUPO 1**

Coordinación de los grupos:

Categoría

PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD

Área

INGENIERÍA QUÍMICA

Departamento

INGENIERÍA QUÍMICA

Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

md.murcia@um.es Tutoría electrónica: **Sí**

Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
A	Miércoles	16:30-18:00	868887353, Facultad de Química B1.1C.022

Observaciones:

No consta

Duración:	Día:	Horario:	Lugar:
A	Lunes	12:00-13:30	868887353, Facultad de Química B1.1C.022

Observaciones:
No consta

2. Presentación

La Biotecnología utiliza agentes biológicos de distinta naturaleza, desde plantas o animales hasta microorganismos, células de tejidos animales o vegetales, o enzimas, para obtener productos de utilidad en muy diversos campos: farmacéutico, médico, químico, agrícola, alimentario, ambiental, etc. Para ello es necesaria la interrelación entre distintas disciplinas científicas. Una de ellas es la Ingeniería Bioquímica, que se centra en el desarrollo de tecnologías basadas en la utilización de biocatalizadores, aplicando los principios de la Ingeniería Química a procesos biológicos.

Una parte de la Ingeniería Bioquímica es la Ingeniería de la Reacción Bioquímica, que se ocupa del diseño y operación del sistema de reacción, es decir, de los biorreactores. En los primeros temas de esta asignatura se estudiarán los principios generales de la Cinética Química Aplicada que, junto con la Termodinámica Aplicada, es la base para el posterior estudio del diseño de Biorreactores. También en este bloque de Introducción hay un tema dedicado a los principales tipos de reactores y a la obtención de sus ecuaciones de diseño. A continuación se van a estudiar los procesos enzimáticos, tanto con enzimas libres como inmovilizadas, atendiendo primero a los aspectos cinéticos y desarrollando después modelos de diseño para los distintos tipos de reactores. Por último se estudiarán los procesos microbianos siguiendo el mismo esquema, obtención de la velocidad de reacción biológica y diseño de los distintos fermentadores, tanto discontinuos como continuos.

3. Condiciones de acceso a la asignatura

3.1. Incompatibilidades

No constan

3.2. Requisitos

No constan

3.3. Recomendaciones

No se establecen requisitos previos, pero se recomienda haber superado las asignaturas de la misma área impartidas en cursos anteriores, Termodinámica Aplicada y Fundamentos de Bioingeniería.

4. Contenidos

4.1. Teoría

Bloque 1: INTRODUCCIÓN: PRINCIPIOS GENERALES

Tema 1: -

Objeto de la Cinética Química Aplicada.- Clasificación de las reacciones químicas.- Definición de velocidad de reacción.- Factores que afectan a la velocidad de reacción.

Tema 2: -

Reacciones elementales y no elementales.- Orden y molecularidad.- Reacciones simples y múltiples.- Modelos cinéticos para reacciones no elementales.

Tema 3: -

Tipos de reactores.- Balances de materia y energía.- Ecuaciones de diseño para reactores ideales: reactor tanque discontinuo, reactor tanque continuo de mezcla completa y reactor tubular de flujo pistón.

Bloque 2: CINÉTICA ENZIMÁTICA

Tema 4: -

Cinética de las reacciones catalizadas por enzimas. Ecuación de Michaelis-Menten.- Determinación de los parámetros cinéticos de la ecuación de Michaelis-Menten.- Reacciones enzimáticas con inhibición: reversible e irreversible.- Cinética de las reacciones enzimáticas con más de un sustrato.- Variación de la actividad enzimática con la temperatura y el pH.

Tema 5: -

Reacciones con enzimas inmovilizadas: Factores que afectan a la velocidad del proceso.- Efecto de la transferencia de materia externa. Factor de eficacia.- Efectos difusionales internos. Ecuación de difusión-reacción.

Tema 6: -

Integración analítica de la ecuación de difusión-reacción para cinéticas de orden cero y uno.- Integración numérica para cinética de Michaelis-Menten. Estimación del factor de eficacia.- Curvas de simulación.

Bloque 3: REACTORES ENZIMÁTICOS

Tema 7: -

Tipos de reactores enzimáticos y su elección.- Reactores enzimáticos homogéneos. Ecuaciones de diseño para distintas cinéticas. - Reactores enzimáticos heterogéneos ideales.

Tema 8: -

Reactor tanque continuo en estado estacionario. Modelo de diseño para sistemas enzimáticos heterogéneos con limitaciones difusionales internas.- Aplicación a la cinética de Michaelis-Menten.- Resolución del modelo y resultados.

Tema 9: -

Reactor de lecho fijo en estado estacionario. Modelo de diseño para sistemas enzimáticos heterogéneos con limitaciones difusionales internas.- Integración para cinética de Michaelis-Menten.- Resultados.

Bloque 4: CINÉTICA MICROBIANA

Tema 10: -

Volumen de control.- Variables: de estado, de operación e intermedias.- Parámetros: cinéticos y estequiométricos.- Ecuaciones: balance, velocidad, termodinámicas.

Tema 11: -

Velocidades de reacción biológica. Definición de velocidad volumétrica y específica.- Expresiones de velocidad para la actividad microbiana: crecimiento, muerte y lisis/autólisis celular, formación de producto, inhibición de la producción y degradación, mantenimiento y respiración endógena.- Aspectos estequiométricos del metabolismo: consumo de sustrato, coeficientes de rendimiento y factores de rendimiento.

Bloque 5: REACTORES MICROBIANOS

Tema 12: -

Cultivo discontinuo de microorganismos. Introducción.- Ecuaciones generales de balance.- Modelos cinéticos para cultivos discontinuos.- Fases del crecimiento en un cultivo discontinuo.- Productividad.- Estimación de parámetros.

Tema 13: -

Cultivo continuo: El quimiostato. Definición e hipótesis.- Balance de materia general.- Balances de materia para los compuestos individuales.- Modelos cinéticos para el quimiostato.- Velocidad de dilución crítica y lavado de células.- Productividad.- Estimación de parámetros.- Quimiostato con recirculación.

Tema 14: -

Transferencia de oxígeno: Efecto del oxígeno disuelto. Introducción.- Velocidad de transferencia de oxígeno, OTR.- Demanda microbiana de oxígeno.- Ecuaciones generales de balance para el quimiostato incluyendo el oxígeno disuelto.- Fuente de carbono limitante: Oxígeno en exceso.- Oxígeno limitante: Fuente de carbono en exceso.- Limitación por dos sustratos en un quimiostato.- Limitación de oxígeno en cultivo discontinuo.

Bloque 6: TECNOLOGÍA DE LAS FERMENTACIONES

Tema 15: -

Matraces de cultivo y agitadores.- Fermentadores: fermentadores de laboratorio, piloto e industriales.- Otros fermentadores.- Esterilización. Esterilización del medio de cultivo: con vapor y con otros métodos. Esterilización del aire.- Diseño de filtros.

Tema 16: -

Medida y control en fermentaciones.- Factores físicos: temperatura, presión, consumo de potencia, velocidad de agitación, nivel de espuma, caudal de gas, caudal de líquido y viscosidad.- Factores químicos y biológicos: pH, potencial redox, oxígeno disuelto, CO₂ disuelto.- Análisis de sustratos y productos: biomasa, biosensores, análisis por inyección en flujo (FIA), análisis de los gases de salida del fermentador.- Sensores lógicos (Software sensors).

4.2. Prácticas

■ Práctica 1: Aula de Informática

Elaboración de un programa de diseño y simulación, en VBA (Visual Basic para Aplicaciones), para el reactor tanque continuo ideal en estado estacionario, en procesos enzimáticos homogéneos y heterogéneos. Cinética de Michaelis-Menten.

Relacionado con:

- Bloque 1: INTRODUCCIÓN: PRINCIPIOS GENERALES
- Bloque 2: CINÉTICA ENZIMÁTICA
- Bloque 3: REACTORES ENZIMÁTICOS

■ Práctica 2: Aula de Informática

Elaboración de un programa de diseño y simulación, en VBA, para el reactor de lecho fijo ideal en estado estacionario, en procesos enzimáticos heterogéneos, para distintas cinéticas.

Relacionado con:

- Bloque 1: INTRODUCCIÓN: PRINCIPIOS GENERALES
- Bloque 2: CINÉTICA ENZIMÁTICA
- Bloque 3: REACTORES ENZIMÁTICOS

■ Práctica 3: Aula de Informática

Simulación, con un programa en VBA, para la obtención de curvas generalizadas de factores de eficacia en estado estacionario, en sistemas de enzimas inmovilizadas con limitaciones difusionales internas. Cinética de Michaelis-Menten.

Relacionado con:

- Bloque 1: INTRODUCCIÓN: PRINCIPIOS GENERALES
- Bloque 2: CINÉTICA ENZIMÁTICA
- Bloque 3: REACTORES ENZIMÁTICOS

■ Práctica 4: Aula de Informática

Simulación, con un programa en VBA, de un reactor tanque continuo en estado estacionario, para sistemas de enzimas inmovilizadas con limitaciones difusionales internas. Cinética de Michaelis-Menten.

Relacionado con:

- Bloque 1: INTRODUCCIÓN: PRINCIPIOS GENERALES
- Bloque 2: CINÉTICA ENZIMÁTICA
- Bloque 3: REACTORES ENZIMÁTICOS

■ Práctica 5: Aula de Informática

Simulación, con un programa en VBA, de un reactor de lecho fijo en estado estacionario, para sistemas de enzimas inmovilizadas con limitaciones difusionales internas. Cinética de Michaelis-Menten.

Relacionado con:

- Bloque 1: INTRODUCCIÓN: PRINCIPIOS GENERALES
- Bloque 2: CINÉTICA ENZIMÁTICA
- Bloque 3: REACTORES ENZIMÁTICOS

5. Actividades Formativas

Actividad Formativa	Metodología	Horas	Presencialidad
AF1: Exposición teórica / Clase magistral participativa.	<p>Las clases teóricas se orientarán hacia la explicación de los temas, utilizando la pizarra y medios audiovisuales, y a la discusión y participación de los alumnos para facilitar su asimilación y aprendizaje.</p> <p>Se pondrá a disposición de los alumnos, a través del Aula Virtual, el material gráfico utilizado en el aula.</p>	46.0	100.0
AF2.2: Actividades prácticas de microaula	<p>Las clases prácticas en el Aula de Informática se realizarán de forma individual, de modo que cada alumno disponga de un ordenador.</p> <p>Los alumnos elaborarán diversos programas y utilizarán otros, desarrollados por los profesores, para realizar la simulación de distintos reactores enzimáticos heterogéneos.</p> <p>A la finalización de cada práctica, el alumno entregará al profesor el programa desarrollado, o las simulaciones realizadas, y una discusión de los resultados obtenidos, para su corrección y evaluación.</p>	24.0	100.0

	La asistencia a las clases prácticas es obligatoria. Los alumnos que tengan dos faltas de asistencia, no debidamente justificadas, no aprobarán las prácticas y por tanto no podrán aprobar la asignatura.		
AF3: Seminarios / Resolución de problemas / Aprendizaje orientado a proyectos / Estudio de casos / Exposición y discusión de trabajos.	<p>Una parte de los Seminarios se dedicará al aprendizaje de un lenguaje de programación, concretamente el Visual Basic para Aplicaciones (VBA), con el que se desarrollarán programas de ordenador basados en los contenidos de las lecciones teóricas.</p> <p>También se realizarán actividades orientadas a fomentar el aprendizaje basado en la resolución de problemas numéricos. Se entregará a los alumnos boletines de problemas y el profesor resolverá algunos de ellos, comentando las bases de su resolución. Los demás ejercicios los resolverán los alumnos, solos o en grupo.</p> <p>Adicionalmente, los alumnos, en grupos reducidos, plantearán una serie de preguntas sobre conceptos clave de los distintos temas de la asignatura, usando como herramienta de apoyo para la elaboración de dichas preguntas la inteligencia artificial.</p>	11.0	100.0
AF5: Tutorías: sesiones de orientación, revisión o apoyo a los alumnos por parte del profesor, programadas y realizadas de forma grupal o individual.	Las tutorías servirán para aclarar dudas y detectar desajustes en la consecución del aprendizaje. En ellas se revisarán las principales dificultades en el desarrollo del temario de la materia, y se analizarán en discusión abierta los avances en la adquisición de conocimientos y competencias por parte de los alumnos.	5.0	100.0
AF6: Evaluación: exámenes, exposiciones, entrevistas, controles, etc., ante la presencia del profesor o un tribunal evaluador, con la finalidad de evaluar las competencias adquiridas.		4.0	100.0
AF7: Trabajo autónomo: estudio y preparación de contenidos teóricos y prácticos, lectura, búsqueda y consulta bibliográfica, sistematización de contenidos, resolución de casos, planteamientos prácticos, resolución de problemas, preparación de trabajos o seminarios, exposiciones, preparación de informes, preparación de exámenes, etc.		135.0	0.0
Totales		225,00	

6. Horario de la asignatura

<https://www.um.es/web/estudios/grados/biotecnologia/2025-26#horarios>

7. Sistemas de Evaluación

Identificador	Denominación del instrumento de evaluación	Criterios de Valoración	Ponderación
SE1	Pruebas escritas (exámenes): pruebas objetivas, de desarrollo y/o de respuesta corta realizadas por los alumnos para mostrar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos.	<p>La evaluación de los conocimientos adquiridos en las clases teóricas se realizará mediante exámenes escritos.</p> <p>Habrán dos exámenes parciales, uno al final de cada cuatrimestre. La materia objeto de evaluación de cada parcial será eliminada por el alumno, y no será objeto de examen final, si se supera dicho examen con una nota igual o superior a 5 (en la escala de 0 a 10).</p> <p>El examen final de mayo constará de dos partes, correspondientes a cada uno de los parciales, para los alumnos que no hayan superado alguna de ellas o ambas.</p> <p>La nota media de ambas partes será la nota final de teoría, pero no la calificación final, para la cual se tendrán en cuenta las restantes actividades de que consta la asignatura.</p> <p>Para aprobar la asignatura es preciso alcanzar una nota mínima de 5 puntos en cada parcial, y una nota mínima de 5 puntos en las prácticas. Si no se alcanza la nota mínima de 5 puntos en el examen, no se suma la nota correspondiente a la actividad práctica y la asignatura no se supera.</p> <p>En las convocatorias extraordinarias los alumnos tendrán que examinarse de toda la materia.</p> <p>La nota de la parte teórica contribuirá a la nota final en un 80 %</p>	80.0
SE2	Informes escritos, trabajos, memorias, proyectos, cuadernos de prácticas, etc.: trabajos escritos con independencia de que se realicen individual o grupalmente.	En este apartado, se valorarán los informes presentados con la discusión de los resultados obtenidos en los programas y simulaciones realizados en las sesiones prácticas en el Aula de Informática.	6.0
SE4	Ejecución de tareas prácticas: actividades de laboratorio o en aulas de informática para mostrar el saber hacer en la disciplina correspondiente	En este apartado, se valorará la presentación de los programas desarrollados en las sesiones prácticas en Aula de Informática y las simulaciones realizadas.	6.0

SE5	Procedimientos de observación del trabajo del estudiante: registros de participación, de realización de actividades y cumplimiento de plazos.	<p>La asistencia a las clases prácticas en Aula de Informática es obligatoria.</p> <p>Los alumnos que tengan dos faltas de asistencia, no debidamente justificadas, no aprobarán las prácticas y por tanto no podrán aprobar la asignatura.</p> <p>La nota obtenida por asistencias contribuirá a la nota de prácticas en un 40 %. El otro 60 % corresponde a los programas presentados y a la discusión de resultados.</p> <p>Esa nota de prácticas es el 20 % de la nota final.</p> <p>En el caso de que el alumno no supere la asignatura en la convocatoria ordinaria, se le conservará la nota obtenida en la parte práctica (Asistencias, Programas y Discusión de resultados), que se sumará a la nota del examen en la convocatoria extraordinaria de este curso, siempre que se tenga un mínimo de 5 puntos en cada parcial. Si tampoco supera la asignatura en dicha convocatoria, en las siguientes la nota será solo la del examen, aunque para aprobar la asignatura tendrá que tener aprobadas las prácticas.</p>	8.0
-----	---	---	-----

8. Fechas de exámenes

<https://www.um.es/web/estudios/grados/biotecnologia/2025-26#examenes>

Resultados del Aprendizaje

- RA2 (Competencias): Aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer 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.
- RA4 (Competencias): Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- RA5 (Habilidades o destrezas): Desarrollar habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- RA6 (Conocimientos o contenidos): Expresarse correctamente en lengua castellana en su ámbito disciplinar
- RA8 (Competencias): Gestionar la información y el conocimiento en su ámbito disciplinar, incluyendo saber utilizar como usuario las herramientas básicas en TIC.
- RA11 (Habilidades o destrezas): Trabajar en equipo y relacionarse con otras personas del mismo o distinto ámbito profesional
- RA12 (Competencias): Desarrollar habilidades de iniciación a la investigación
- RA15 (Habilidades o destrezas): Pensar de una forma integrada y abordar los problemas desde diferentes perspectivas.
- RA20 (Conocimientos o contenidos): Conocer las bases del diseño y funcionamiento de biorreactores.
- RA21 (Habilidades o destrezas): Aplicar cálculos básicos sobre los parámetros relevantes en fenómenos de transporte y los balances de materia y energía en los procesos bioindustriales.

- RA25 (Conocimientos o contenidos): Conocer los fundamentos del proceso de I+D+i.

9. Bibliografía

Bibliografía básica

- [Casas Alvero C. y col. \(1998\), Ingeniería Bioquímica, Editorial Síntesis, S.A. \(Madrid\).](#)
- [Doran P.M. \(1998\), Principios de Ingeniería de los Bioprocesos, Editorial Acribia. S.A. \(Zaragoza\).](#)
- [Díaz M. \(2012\), Ingeniería de Bioprocesos, Ediciones Paraninfo, S.A., Madrid](#)

Bibliografía complementaria

- [Aiba S., Humphrey A.E., Millis N.F. \(1973\), Biochemical Engineering, 2ª Ed., Academic Press \(New York\).](#)
- [Atkinson B. \(1986\), Reactores Bioquímicos, Editorial Reverté \(Barcelona\).](#)
- [Bailey J.E., Ollis D.F. \(1977\), Biochemical Engineering Fundamentals, McGraw-Hill \(New York\).](#)
- [Bódalo A. y col. \(1986\), Análisis y simulación digital de reactores de lecho fijo para sistemas de enzimas inmovilizadas, Secretariado de Publicaciones. Universidad de Murcia.](#)

10. Observaciones

En el caso de que el alumno no supere la asignatura en la convocatoria ordinaria, se le conservará la nota obtenida en la parte práctica (Asistencias, Programas y Discusión de resultados), que se sumará a la nota del examen en la convocatoria extraordinaria de este curso, siempre que se tenga un mínimo de 5 puntos en cada parcial. Si tampoco supera la asignatura en dicha convocatoria, en las siguientes la nota será solo la del examen, aunque para aprobar la asignatura tendrá que tener aprobadas las prácticas.

NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES

Aquellos estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales podrán dirigirse al Servicio de Atención a la Diversidad y Voluntariado (ADYV - <https://www.um.es/adyv>) para recibir orientación sobre un mejor aprovechamiento de su proceso formativo y, en su caso, la adopción de medidas de equiparación y de mejora para la inclusión, en virtud de la Resolución Rectoral R-358/2016. El tratamiento de la información sobre este alumnado, en cumplimiento con la LOPD, es de estricta confidencialidad.

REGLAMENTO DE EVALUACIÓN DE ESTUDIANTES

El artículo 8.6 del Reglamento de Evaluación de Estudiantes (REVA) prevé que "salvo en el caso de actividades definidas como obligatorias en la guía docente, si el o la estudiante no puede seguir el proceso de evaluación continua por circunstancias sobrevenidas debidamente justificadas, tendrá derecho a realizar una prueba global".

Se recuerda asimismo que el artículo 22.1 del Reglamento de Evaluación de Estudiantes (REVA) estipula que "el o la estudiante que se valga de conductas fraudulentas, incluida la indebida atribución de identidad o autoría, o esté en posesión de medios o instrumentos que faciliten dichas conductas, obtendrá la calificación de cero en el procedimiento de evaluación y, en su caso, podrá ser objeto de sanción, previa apertura de expediente disciplinario".

