

MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROCESOS

Curso 2016-2017

Aprobada en Consejo del Dpto. de Ingeniería Química del 05/07/2016

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|---|---|----------|----------|----------|
| Complementos en Biotecnología | Modelización y Simulación de Procesos | 3º | 6º | 6 | Optativa |
| GRUPO | | | | | |
| PROFESORES Y DATOS DE CONTACTO | | HORARIO DE TUTORÍAS | | | |
| Teoría: Grupo A Prácticas: Grupo A1 | Miguel García Román Dpto. Ingeniería Química, Facultad de Ciencias 1ª planta, Despacho núm. 4 Correo electrónico: mgroman@ugr.es Tél.: 958241392 | Lunes de 09:30 a 12:30 Jueves de 09:30 a 12:30 Lugar: Despacho en Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias | | | |
| GRADO EN EL QUE SE IMPARTE | | OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR | | | |
| Grado en Biotecnología | | | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede) | | | | | |
| Se recomienda tener cursado el módulo de Formación Básica y las asignaturas Procesos Biotecnológicos Industriales, Fundamentos de Ingeniería Bioquímica y Biorreactores del módulo de Ingeniería de Bioprocesos, y estar cursando Operaciones de Separación, dentro de este último módulo. | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO) | | | | | |
| Metodología de la modelización. Lenguajes de simulación. Modelización de biorreactores. Modelización de operaciones de separación. Simulación. | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| Básicas y Generales | | | | | |
| 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 | | | | | |
| 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.
- CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

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
- CT5 - Razonamiento crítico
- CT8 - Capacidad para la toma de decisiones
- CT9 - Capacidad de trabajar en equipo y en entornos multidisciplinares

Específicas

- CE45 - Capacidad para modelar y simular procesos y productos biotecnológicos.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Al superar la asignatura el alumno debe ser capaz de:

- Describir el modelo matemático de un proceso biotecnológico y justificar la importancia de su desarrollo.
- Formular las ecuaciones de un modelo dinámico a partir de los balances de materia y energía relevantes.
- Implementar modelos de reactores enzimáticos, fermentadores y procesos de separación en un lenguaje de programación informático.
- Simular casos de estudio en el ordenador, encontrando la respuesta del sistema a diferentes perturbaciones y realizando cálculos básicos de optimización

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA (se detallan las horas presenciales de cada bloque / tema)

TEMARIO TEÓRICO:

Tema 1. Fundamentos de la modelización de sistemas.

Definición y aplicaciones de los modelos matemáticos. Niveles de uso. Tipos de modelos. Construcción de modelos: leyes fundamentales. Balances de materia y energía, fenómenos de transporte, ecuaciones de velocidad, relaciones de equilibrio, ecuaciones de estado.

Tema 2. Aplicaciones de la modelización. Simulación, optimización y control de procesos.

Aplicaciones de la simulación de operaciones y procesos. Herramientas informáticas para la simulación. Lenguajes de programación generales y software específico. Conceptos fundamentales de optimización de procesos. Naturaleza y organización de los problemas de optimización. Formulación de la función objetivo. Introducción a los métodos de optimización. Nociones de control de procesos.

Tema 3. Modelización y simulación de biorreactores.

Balances generales a biorreactores tipo tanque agitado. Modelización de biorreactores tubulares (flujo pistón). Transferencia de materia en biorreactores. Transferencia de oxígeno. Biorreactores con catalizadores inmovilizados. Biorreactores de membrana. Control automático de biorreactores.



Tema 4. Modelización y simulación de operaciones de separación.

Destilación: destilación simple, rectificación de mezclas binarias, rectificación de mezclas multicomponente. Extracción líquido-líquido. Absorción de gases. Operaciones de separación sólido-líquido y líquido-líquido.

Tema 5. Introducción a la simulación de procesos.

Simuladores modulares secuenciales: Sistemas cíclicos. Selección de corrientes de corte (Cut-Stream). Simuladores modulares simultáneos. Simuladores globales orientados a ecuaciones.

SEMINARIOS:

Los seminarios se desarrollarán en el aula de informática, y estarán orientados a la presentación e introducción al manejo del software a usar en las clases prácticas.

Seminario 1: Aplicación de Berkeley Madonna a la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales

Seminario 2: Introducción al Aspen Plus®

PRÁCTICAS:

Las prácticas se desarrollarán exclusivamente en el aula de informática, y consistirán en la simulación de diferentes operaciones y, finalmente un proceso completo, usando el software presentado en los seminarios.

Práctica 1: Simulación de un biorreactor discontinuo: hidrólisis de lactosa

Práctica 2: Simulación de un fermentador discontinuo alimentado (fed-batch): producción de penicilina

Práctica 3: Simulación de un fermentador continuo: producción de bioplásticos usando una batería de dos tanques agitados

Práctica 4: Aireación y evolución de la concentración de oxígeno en un fermentador discontinuo

Práctica 5: Difusión y reacción en un biorreactor con enzima inmovilizada

Práctica 6: Biorreactor de membrana

Práctica 7: Control de la temperatura de fermentación

Práctica 8: Extracción líquido-líquido de un soluto en sistema discontinuo

Práctica 9: Columna de rectificación discontinua para mezcla binaria

Práctica 10: Columna de rectificación continua para mezclas multicomponente

Práctica 11: Centrifugación: Separación de biomasa y de líquidos inmiscibles

Práctica 12: Simulación de un proceso biotecnológico completo en ASPEN PLUS

BIBLIOGRAFÍA

| Autor | Título | Editorial, Año | Localización |
|-------------------|--|-----------------------|--|
| Dunn, I.J. y col. | Biological Reaction Engineering | Wiley-VCH, 2003 | Biblioteca Ciencias FCI/D 55 132 (edición anterior) |
| Ingham, J. y col. | Chemical Engineering Dynamics | Wiley-VCH, 2007 | Biblioteca Politécnico BPOL/CD 66 ING che (edición anterior) |



| | | | |
|-------------------------------------|--|---------------------------|---|
| Franks, R.G.E. | Modeling and Simulation in Chemical Engineering | Wiley-Interscience, 1972 | Profesor |
| Luyben, W.L. | Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers | McGraw Hill, 1990 | Biblioteca Politécnico BPOL/66.02 LUY pro |
| Dobre, T.G. y Sánchez Marcano, J.G. | Chemical Engineering. Modeling, Simulation and Similitude | Wiley-VCH, 2007 | Biblioteca Politécnico BPOL/66 DOB che |
| Beveridge, G.S.G. y Schechter, R.S. | Optimization: Theory and Practice | McGraw-Hill, 1970 | Biblioteca Ciencias 519.8 BEV OPT |
| Dimian, A.C. | Integrated Design and Simulation of Chemical Processes | Elsevier, 2003 | Doc. electrónico en biblioteca UGR |
| Espinola, F. | Tutorial de Aspen Plus. Introducción y Modelos Simples de Operaciones Unitarias | Universidad de Jaén, 2015 | Profesor |
| Doran, P.M. | Principios de Ingeniería de los Bioprocesos | Acribia, 1998 | Biblioteca Ciencias FCI/66 DOR pri |

Enlaces:

- Aspen Plus – Design and Optimize Chemical Processes with Aspen Plus
<http://www.aspentech.com/products/engineering/aspen-plus/>
- Berkeley Madonna – Differential Equation Solver for Modeling and Analysis of Dynamic Systems -
<http://www.berkeleymadonna.com/index.html>

METODOLOGÍA DOCENTE

La práctica docente seguirá una metodología mixta, que combinará teoría y práctica, para lograr un aprendizaje basado en la adquisición de competencias y que sea cooperativo y colaborativo. Las actividades formativas comprenderán:

CLASES DE TEORÍA. (25 horas presenciales)

En ellas se presentarán los conceptos principales de la asignatura, haciendo uso de desarrollos en pizarra y presentaciones de diapositivas. Así mismo se presentarán y resolverán ejemplos para facilitar la asimilación de dichos conceptos. Competencias que se trabajarán CT3, CT5, CT8 y CE45.

CLASES DE PRÁCTICAS: PRÁCTICAS USANDO APLICACIONES INFORMÁTICAS. (34 horas presenciales)

En primer lugar se impartirá un seminario en el que se presentarán y se darán las nociones básicas para el manejo del software a usar en las clases prácticas. Competencias que se trabajarán CB2, CT3, CT7 y CE45. A continuación y usando dicho software se simularán diferentes operaciones y/o procesos. Competencias que se trabajarán CB2, CB3, CB5, CT1, CT3, CT5, CT8 y CE45. Por último se propondrá a los alumnos la realización de un trabajo en grupo (2/3 alumnos) supervisado por el profesor, consistente en la simulación de un proceso biotecnológico en Aspen Plus. Este trabajo se presentará públicamente ante los compañeros y el profesor. Competencias que se trabajarán CB2, CB3, CB4, CB5, CT1, CT3, CT4, CT5, CT8, CT9 y CE45.

TUTORÍA EN GRUPO (1 hora presencial). Con vistas a la resolución de dudas y orientación en la elaboración del trabajo en grupo.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES

| | Actividades presenciales | | | | | Actividades no presenciales | |
|--------------------|--------------------------|--|-----------|------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| | Sesiones teóricas | Clases Prácticas (en Aula Informática) | | | Tutorías colectivas | Trabajo en Grupo (horas) | Estudio y trabajo del alumno (horas) |
| | | Seminarios | Prácticas | Trabajo en grupo | | | |
| Total horas | 25 | 7 | 25 | 2 | 1 | 8 | 82 |

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

Se establecen las siguientes formas de evaluación:

EVALUACIÓN CONTINUA

Forma de evaluación ordinaria para los alumnos que cursen la asignatura, y la única posible en la convocatoria de junio, salvo que el alumno pueda acogerse a la Evaluación Única Final (ver más adelante)

| <i>Herramienta de Evaluación</i> | <i>Peso en calificación final</i> |
|--|-----------------------------------|
| Examen de teoría. Constará de cuestiones teórico-prácticas sobre los temas 1 al 5. | 50% |
| Realización de trabajo en grupo. Consistente en la simulación de un proceso biotecnológico en Aspen Plus. Este trabajo se presentará públicamente ante los compañeros y el profesor | 30% |
| Asistencia y participación activa en clase. Se controlará periódicamente la asistencia a clase y se propondrán actividades, valorándose la participación activa del alumno en las mismas. | 20% |

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Se realizará en un solo acto académico, el mismo día del examen final de la convocatoria de junio (23/06/2017), e incluirá dos pruebas. Para acogerse a esta forma de evaluación, y según lo dispuesto en la Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada (aprobada en Consejo de Gobierno del 20/05/2013), los estudiantes interesados deberán solicitarlo al Director del Departamento de Ingeniería Química en las dos primeras semanas a partir de su matriculación alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

| <i>Herramienta de Evaluación</i> | <i>Peso en calificación final</i> |
|---|-----------------------------------|
| Examen de teoría. Constará de cuestiones teórico-prácticas sobre los temas 1 al 5. | 50% |
| Examen de prácticas. Consistirá en la resolución de un ejercicio de simulación de un proceso biotecnológico aplicando las herramientas de software utilizadas en la asignatura, es decir, Berkeley Madonna y/o Aspen Plus. | 50% |

El examen a realizar por los alumnos que se acojan a la evaluación final única será distinto del examen final de los alumnos que han seguido la evaluación continua. Para superar la asignatura por esta vía será necesaria una calificación mínima de 5 puntos en ambas pruebas, teórica y práctica.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA
 Constará de dos pruebas, realizadas en un acto académico único, el día 05/09/2017. Se aplicará exclusivamente a los alumnos que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria de junio (independientemente del tipo de evaluación, continua o única, al que se acogieran en dicha convocatoria).

| <i>Herramienta de Evaluación</i> | <i>Peso en calificación final</i> |
|---|-----------------------------------|
| Examen de teoría. Constará de cuestiones teórico-prácticas sobre los temas 1 al 5. | 50% |
| Examen de prácticas. Consistirá en la resolución de un ejercicio de simulación de un proceso biotecnológico aplicando las herramientas de software utilizadas en la asignatura, es decir, Berkeley Madonna y/o Aspen Plus. | 50% |

Los alumnos que optaron por la evaluación única final y que no superaron la asignatura en la convocatoria de junio deberán hacer ambas pruebas, no conservándose ninguna de las notas obtenidas en junio. A estos alumnos se les exigirá también una calificación mínima de 5 puntos en ambas pruebas, teórica y práctica, para superar la asignatura. A los alumnos de evaluación continua se les conservarán, si lo desean, las calificaciones del trabajo en grupo y/o de asistencia/participación en clase.

REGIMEN DE ASISTENCIA

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. Además, la asistencia y participación en las clases se tendrá en cuenta en la evaluación continua de la asignatura (20% de la nota final).

INFORMACIÓN ADICIONAL

FECHAS DE EXAMEN:
 Convocatoria ordinaria (junio): 23/06/2017
 Convocatoria extraordinaria: 05/09/2017