

## 66211 - Diseño avanzado de reactores

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 66211 - Advanced Reactor Design

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 531 - Máster Universitario en Ingeniería Química

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 1

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

La asignatura está **orientada** a la correcta elección del tipo de reactor químico para una proceso de reacción dado en el que intervengan varias fases (carácter heterogéneo) tanto catalítico como no catalítico. También se tienen como objetivos el dimensionado de dicho reactor, la determinación de las condiciones óptimas de operación de éste, la previsión de su comportamiento ante alteraciones en los valores de las variables de operación y las medidas de seguridad hacia su entorno que es necesario adoptar.

Se pretende complementar la formación en el diseño de reactores heterogéneos con un análisis de las tendencias existentes de cara a mejorar el rendimiento y selectividad de éstos y de cara a la intensificación de procesos. Asimismo, se quiere que el alumno adquiera nociones básicas sobre aspectos adicionales en el diseño del reactor químico como: cambio de escala, consideraciones en el diseño mecánico, control y seguridad.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 5: Lograr la igualdad entre géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. Metas 7.2 y 7.3.
- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo, sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todo. Metas 8.2, 8.4 y 8.8.
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras. Metas 9.4 y 9.5.
- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Metas 12.2, 12.4 y 12.5.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

El alumno que curse esta asignatura tendrá el bagaje de conocimientos, competencias y resultados de aprendizaje adquiridos en la asignatura *Diseño de Reactores* del Grado en Ingeniería Química, o análogas. Así, sabrá diseñar reactores homogéneos de flujo ideal y de flujo no ideal y, aunque en menor profundidad, reactores heterogéneos sólido-gas catalíticos de lecho fijo. Ese será el punto de partida, para ampliar su aprendizaje y competencias al resto de reactores químicos de interés industrial.

La asignatura de *Diseño Avanzado de Reactores* pertenece al bloque de Formación Obligatoria de la Titulación, formando parte del Módulo de *Ingeniería de Procesos y Producto*. En ese sentido, al cursar la asignatura el alumno adquirirá

competencias características de este módulo para el caso específico de los reactores químicos. Ello implica en lo referente a dichos reactores el objetivo, entre otros, de *diseñar, construir e implementar métodos, procesos e instalaciones para la gestión integral de suministros y residuos, sólidos, líquidos y gaseosos, en las industrias, con capacidad de evaluación de sus impactos y de sus riesgos?*.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para cursar la asignatura de *Diseño Avanzado de Reactores* se recomienda haber cursado la asignatura *Catálisis y procesos catalíticos de interés industrial* del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Zaragoza, o análogas.

La asistencia a clase, el estudio continuado y el trabajo día a día son fundamentales para que el alumno alcance de manera satisfactoria el aprendizaje propuesto. Los estudiantes deben tener en cuenta que para su asesoramiento disponen del profesor en tutorías personalizadas y grupales.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

#### COMPETENCIAS GENÉRICAS:

- Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental. (CG1)
- Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente. (CG2)
- Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovación y transferencia de tecnología. (CG4)
- Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados. (CG5)
- Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental. (CG6)
- Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios y toma de decisiones, a partir de información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas del ejercicio profesional. (CG7)
- Comunicar y discutir propuestas y conclusiones en foros multilingües, especializados y no especializados, de un modo claro y sin ambigüedades. (CG9)
- Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor. (CG10)
- Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión. (CG11)

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

- Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos. (CE1)
- Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas. (CE2)

- Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas. (CE3)
- Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos, y tienen especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución, incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado, y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño. (CE4).
- Diseñar, construir e implementar métodos, procesos e instalaciones para la gestión integral de suministros y residuos, sólidos, líquidos y gaseosos, en las industrias, con capacidad de evaluación de sus impactos y de sus riesgos. (CE6)
- Adaptarse a los cambios estructurales de la sociedad motivados por factores o fenómenos de índole económico, energético o natural, para resolver los problemas derivados y aportar soluciones tecnológicas con un elevado compromiso de sostenibilidad (CE10).

## 2.2. Resultados de aprendizaje

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

Sabe seleccionar el tipo de reactor químico más adecuado para un proceso heterogéneo concreto.

Plantea y resuelve modelos de reactores heterogéneos basados en los balances de materia, energía y cantidad de movimiento, así como el tipo de flujo y contacto entre las fases.

Diseña reactores químicos multifásicos determinando la configuración y tamaño más adecuado y la sensibilidad de su funcionamiento a una variación de los parámetros de operación y por consiguiente su estabilidad, condiciones óptimas de funcionamiento y control.

## 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

El seguimiento y superación de la asignatura tiene como finalidad completar la formación científica y técnica del estudiante, y fijar los conocimientos específicos del módulo de *Ingeniería de Procesos y Producto*, definido en Resolución de 8 de junio de 2009 de la Secretaría General de Universidades ? BOE 4 agosto 2009?, en su aplicación concreta al caso de los reactores químicos.

Con esta intención, se pretende que el alumno sea capaz de adquirir los resultados de aprendizaje enumerados en el apartado correspondiente.

# 3. Evaluación

## 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

### OPCIÓN 1:

La evaluación es global y comprende:

- 1.- Prueba escrita de respuesta abierta. Realización de un examen al finalizar la asignatura. Esta prueba constará de: (a) preguntas y cuestiones teórico-prácticas razonadas en la que se pedirá la aplicación de la teoría a casos y ejemplos concretos, y (b) resolución de problemas. 60 % Nota final.
- 2.- Trabajos académicos. Incluye las notas de: la práctica de laboratorio, trabajos tutelados, problemas y casos propuestos. 30 % Nota final.
- 3.- Valoración de presentaciones y debates de forma oral. Algunos trabajos que realizan los alumnos se presentarán de forma oral. 5% Nota final.
- 4.- Observación. Se valorarán los tests de seguimiento y la participación en clase. 5 % Nota final.

Se precisa una nota mínima en el examen de 4,0 sobre 10 para superar la asignatura.

### OPCIÓN 2:

Aquellos alumnos que no quieran seguir la evaluación según la opción 1, pueden optar por presentarse al examen de convocatoria (100% de la nota final) que tendrá los mismos apartados que el examen final de la opción 1 con posibles diferencias en cuanto a contenido. Esta opción esta disponible en las dos convocatorias.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

## 4.1. Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

El proceso de aprendizaje se desarrollará en varios niveles: clases magistrales, resolución de problemas (casos), práctica de laboratorio, práctica especial y trabajos tutelados, siendo creciente el nivel de participación del estudiante. En las clases de teoría se van a ir desarrollando las bases teóricas que conforman la asignatura y resolviendo algunos problemas modelo. Las clases de problemas y casos y las prácticas de laboratorio y especial son el complemento eficaz de las clases magistrales, ya que permiten verificar la comprensión de la materia y a su vez contribuyen a desarrollar en el alumno un punto de vista más aplicado. Finalmente los trabajos tutelados complementarán todo lo anterior.

## 4.2. Actividades de aprendizaje

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

Clases magistrales (30 h) donde se impartirá la teoría de los distintos temas que se han propuesto y se resolverán problemas modelo.

Clases de resolución de problemas y casos (25 h). En estas clases se resolverán problemas por parte del alumno supervisado por el profesor. Los problemas o casos estarán relacionados con la parte teórica explicada en las clases magistrales.

Sesión de laboratorio (3 h) donde, mediante un ejercicio práctico, el alumno afianzará los contenidos desarrollados en las clases magistrales.

Sesión de prácticas especiales (2 h) correspondientes a visita a empresa, charla de expertos, seminario temático o similar, etc? como complemento formativo a las actividades anteriores

Trabajos tutelados (14 h), individuales ó en grupo. Se propondrán 2 ó 3 actividades que serán tuteladas por los profesores.

Estudio individual (60 h). Se recomienda al alumno que realice el estudio individual de forma continuada a lo largo del semestre.

Tutela personalizada profesor- alumno (10 h).

Evaluación (6 h). Se realizarán evaluaciones parciales y una prueba global donde se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos alcanzados por el alumno.

## 4.3. Programa

El temario previsto para la asignatura es el siguiente:

### **BLOQUE 1.- INTRODUCCIÓN**

1. Consideraciones generales de diseño en reactores heterogéneos. Niveles de confianza en el diseño.
2. Reactores sólido-fluido catalíticos de lecho fijo.

### **BLOQUE 2.- REACTORES HETEROGÉNEOS BIFÁSICOS**

3. Reacciones sólido-fluido catalíticas. Reactores de lecho fluidizado. Modelos de diseño. Reactores con desactivación del catalizador.
4. Reacciones fluido-fluido. Reactores gas-líquido y líquido-líquido. Modelos ideales y modelos rigurosos de flujo.

### **BLOQUE 3.- REACTORES HETEROGÉNEOS MULTIFÁSICOS**

5. Reactores con la fase sólida en lecho fijo.
6. Reactores con la fase sólida en suspensión.

### **BLOQUE 4.- OTROS REACTORES**

7. Reactores específicos (fotorreactores, polimerización, electroquímicos, bioquímicos, ?). Innovaciones en unidades de reacción en la industria.
8. Reactores de vanguardia. Intensificación de procesos.

### **BLOQUE 5.- ASPECTOS ADICIONALES**

9. Control y seguridad. Cambio de escala. Diseño mecánico.

## 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Las clases magistrales y de resolución problemas se imparten según horario establecido por la EINA además cada profesor informará de su horario de atención de tutorías.

Se trata de una asignatura de 6 créditos ETCS, lo que equivale a 150 horas de trabajo del estudiante repartidas del siguiente modo:

- **30 horas de clase**, distribuidas aproximadamente en 2 horas semanales. En ellas se realizará la exposición de contenidos teóricos y conceptos necesarios para la resolución de casos prácticos.
- **25 horas de aprendizaje basado en problemas**, distribuidas aproximadamente en 2 horas semanales. En ellas se desarrollarán problemas y casos prácticos coordinados en contenido con la evolución temporal de las

exposiciones teóricas.

- **3 horas de laboratorio** correspondientes a una sesión de realización de un ejercicio práctico en grupos reducidos de alumnos de la asignatura.
- **2 horas de prácticas especiales**
- **14 horas de trabajos tutelados** que consistirán en la realización de tareas de desarrollo, ampliación, documentación, resolución? de casos propuestos por el profesor, basados en los conceptos vistos en el aula. Estos trabajos estarán distribuidos durante el curso, serán de realización individual o en grupo pequeño (2-3 alumnos) y se plasmarán en un entregable que será corregido y calificado.
- **70 horas de estudio personal y de tutela**, repartidas a lo largo de todo el semestre.
- **6 horas de pruebas de evaluación**, correspondientes a exámenes globales cuya fecha será fijada por la EINA.

El calendario de la asignatura se adapta al establecido en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), así como sus horarios y calendario de exámenes, y se pueden consultar todos ellos en su página Web: <http://eina.unizar.es>.

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

[http://biblos.unizar.es/br/br\\_citas.php?codigo=66211&year=2020](http://biblos.unizar.es/br/br_citas.php?codigo=66211&year=2020)