

## 66223 - Materiales nanoestructurados

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 66223 - Nanostructured Materials

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

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

**Créditos:** 3.0

**Curso:** 2 y 1

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

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

El objetivo primordial es que el alumno sepa distinguir entre las diferentes familias de materiales nanoestructurados y reconocer sus miembros fundamentales, así como sus propiedades más relevantes. Conocer sus propiedades y el lugar que ocupan en la secuencia de innovación para de este modo poder tomar una decisión sobre su posible idóneo uso en una aplicación ya existente o en un nuevo proceso por definir y/o explotar. Otro objetivo es que el alumno pueda usar de forma transversal diversos conocimientos ya adquiridos tanto en el grado como en otras asignaturas del máster, sobre todo aquellos relativos a la estructura química de los materiales, operaciones de separación, ingeniería de las reacciones químicas, etc.

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 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos

Meta 4.7 De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género y la contribución de la cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.

- Objetivo 5: Lograr la igualdad entre géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas

Meta 5.5. Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública.

5.b Mejorar el uso de la tecnología instrumental, en particular la tecnología de la información y comunicaciones, para promover el empoderamiento de las mujeres.

- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

Meta 7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.

Meta 7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética

- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo, sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todo

Meta 8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.

Meta 8.8. Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios.

- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras

Meta 9.4. De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

Meta 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles

Meta 12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

Meta 12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

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

La asignatura de Materiales Nanoestructurados forma parte de la optatividad en la materia Técnicas y Campos de Investigación en Ingeniería Química, y es idónea para alumnos que quieran adquirir un itinerario formativo encaminado a la investigación. En ella se parte de conocimientos básicos transversales que el alumno ha adquirido en sus estudios de grado y en los propios de máster en curso. El contexto es el de la propia Ingeniería Química en su versión más expuesta hacia los nuevos materiales y sus demandantes nuevas aplicaciones que deberían traducirse en nuevos productos, generadores antes o después de negocio y empuje económico, y lo que se podría llamar ingeniería de producto frente a la más obvia ingeniería de proceso. El contexto puede considerarse también plenamente multidisciplinar, pues el alumno deberá poner en juego simultáneamente sus conocimientos de química, física, operaciones de separación y reactores químicos, técnicas de análisis y caracterización, conocimiento de aplicaciones informáticas, etc.

## 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Concluidos los estudios de grado, no se requiere de una preparación especial adicional para afrontar con éxito esta asignatura.

La asistencia regular a clase y el trabajo constante son fundamentales para que el alumno alcance de manera satisfactoria el aprendizaje propuesto. Los estudiantes disponen del profesor para su asesoramiento en tutorías personalizadas y grupales. La asignatura estará presente en el Anillo Digital Docente (ADD), por lo que es conveniente estar al día en el uso de tal plataforma.

# 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).
- 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).
- 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).
- 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**

- 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).

- 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 distinguir entre las diferentes familias de materiales nanoestructurados y reconoce sus miembros fundamentales, así como sus propiedades más relevantes.

Desarrolla la capacidad de relacionar las propiedades estructurales de los materiales con sus posibles aplicaciones en el campo de la Ingeniería Química.

Diseña procedimientos de síntesis y caracterización adecuados para los materiales más representativos.

Diseña la síntesis de un nanomaterial y analiza sus propiedades mediante técnicas de caracterización avanzadas.

Analiza la composición química, textura y propiedades físicas como fundamento de las aplicaciones de los materiales.

Aplica lo aprendido sobre materiales estructurados a la búsqueda de soluciones relacionadas con la ingeniería de producto.

## 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 particular, sin descartar otros aspectos de interés en tal documento, se hace hincapié en lo que se dice de ?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?. Así como en ?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?.

## 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 continua y comprende:

1. Realización de presentaciones orales (**P**).
2. Resolución de casos prácticos y realización de trabajos académicos. Estos se convertirán en entregables, en principio, uno por bloque, menos de aquel del que se realice la presentación oral. Además del contenido y del resultado esperado, se valorarán los razonamientos realizados y aspectos formales, así como la presentación puntual (**E**).
3. Observación directa sobre la participación activa en las clases y resultado de los test de seguimiento (**O**).

La nota de la asignatura se calculará según la siguiente fórmula:

$$\text{Nota} = 0,3 \cdot P + 0,6 \cdot E + 0,1 \cdot O$$

#### **Opción 2:**

Prueba global-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). Esta opción está 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), sesiones de trabajo práctico usando softwares específicos, práctica especial, presentaciones orales y entregables varios, siendo

creciente el nivel de participación del estudiante. En las clases magistrales se darán las bases teóricas que conforman la asignatura y resolverán algunos problemas modelo. Las clases de problemas y casos y las sesiones de trabajo práctico y práctica especial son el complemento eficaz de las clases magistrales, ya que permitirán verificar la comprensión de la materia, a la vez que contribuirán a desarrollar en el alumno un punto de vista más aplicado y crítico. Los entregables constituirán la parte más importante de la evaluación en la que el estudiante establecerá los pilares de su éxito académico.

## 4.2. Actividades de aprendizaje

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

- Clases magistrales (15 h) donde se impartirá la teoría de los distintos temas propuestos.
- Clases de resolución de problemas y casos (10 h). En estas clases se resolverán problemas por parte del profesor y del alumno supervisado por el profesor. Los problemas o casos estarán relacionados con la parte teórica explicada en las clases magistrales.
- Sesiones de trabajo práctico (3 h) en las que el estudiante sintetizará en el laboratorio un nanomaterial y caracterizará sus diferentes propiedades. La sesión práctica requiere del conocimiento adquirido en los diferentes temas de la asignatura así como del conocimiento previo ya adquirido por el estudiante. Estas sesiones exigirán un entregable para ser corregido y evaluado por el profesor.
- Prácticas especiales (2 h) correspondientes a una sesión de visita a un laboratorio de síntesis de nanomateriales y a las instalaciones de caracterización por microscopía electrónica.
- Estudio individual (24 h). Se recomienda al alumno que realice el estudio individual de forma continuada a lo largo del semestre.
- Las sesiones prácticas anteriores así como las exposiciones individuales requerirán de otras 11 h para concluir un entregable (un ejercicio resuelto, la exposición, etc.) por cada uno de los bloques temáticos. La actividad anterior y esta serán vasos comunicantes, dependiendo del tema o bloque.
- Tutela personalizada profesor-alumno (7 h).
- Evaluación (3 h). Habrá exposiciones individuales de los alumnos sobre temas propuestos por el profesor relacionados con los bloques de contenidos, tendrán una duración de hasta 15 minutos. El profesor también realizará al menos dos tests de seguimiento a lo largo del curso para que el alumno tenga información sobre su rendimiento en la asignatura.

## 4.3. Programa

El temario previsto para la asignatura es el siguiente:

### **BLOQUE 1.- INTRODUCCIÓN**

1. Materiales nanoestructurados.

### **BLOQUE 2.- SÓLIDOS POROSOS**

2. Materiales amorfos: Basados en sílice.
3. Materiales cristalinos: Zeolitas, ALPOs y MOFs

### **BLOQUE 3.- MATERIALES CARBONOSOS**

4. Carbones activos y materiales grafiticos.
5. Nanotubos de carbono, grafeno y fullerenos.

### **BLOQUE 4.- NANOPARTÍCULAS Y COMPUESTOS**

6. Materiales nanoparticulados: Procedimientos para la producción
7. Compuestos y nanocompuestos.
8. Nanotoxicidad.

## 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 el profesor informará de su horario de atención de tutorías.

Se trata de una asignatura de 3 créditos ETCS, lo que equivale a 75 horas de trabajo del estudiante, a realizar tanto en horas presenciales como no presenciales, repartidas del siguiente modo:

- **15 horas de clase**, distribuidas aproximadamente en una hora semanal. En ellas se realizará la exposición de contenidos teóricos y conceptos necesarios para la resolución de casos prácticos.
- **10 horas de aprendizaje basado en problemas y casos prácticos**, distribuidas aproximadamente en una hora cada dos semanas. En ellas se desarrollarán, con participación activa de los alumnos, problemas y casos prácticos coordinados en contenido con la evolución temporal de las exposiciones teóricas.
- **3 horas de trabajo práctico** en las que se sintetizará en el laboratorio un tipo de nanomaterial y se caracterizarán sus propiedades físicas mediante técnicas de caracterización avanzadas. Estas sesiones se harán en horario de clase, individualmente o en parejas, según el número de alumnos.
- **2 horas de prácticas especiales** correspondientes a una sesión de visita a un laboratorio de investigación, charla

de expertos, seminario temático, debate, etc.

- **31 horas de estudio personal y tutorías personalizadas**, repartidas a lo largo de todo el semestre.
- **11 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 alumnos) y se plasmarán en entregables (búsquedas, ejercicios, presentaciones) que serán corregidos y calificados. Aproximadamente habrá un entregable por bloque temático. Estas horas se combinarán con las 3 horas de trabajo práctico arriba mencionadas.
- **3 horas de pruebas de evaluación**, correspondientes a la realización de tests de seguimiento, exposición de las tareas de los trabajos tutelados y una presentación individual de hasta 15 minutos de duración y que se realizará hacia el final del periodo de clases presenciales.

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

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

[http://biblos.unizar.es/br/br\\_citas.php?codigo=66223&year=2020](http://biblos.unizar.es/br/br_citas.php?codigo=66223&year=2020)