Guía docente de la asignatura

Catálisis en la Resolución de Problemas Ambientales y Energéticos (M43/56/4/39)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: **04/07/2025**

Máster	Máster Universitario en Ciencias y Tecnologías Químicas, Khemia
MÓDULO	Investigación y Desarrollo
RAMA	Ciencias
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Segundo	**Créditos**	3	**Tipo**	Optativa	**Tipo de enseñanza**	Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

El temario está enfocado al uso de diferentes tipos de materiales sólidos en catálisis. Dado que el comportamiento catalítico se basa en las propiedades fisico-químicas de los mismos, se recomienda cursar otras asignaturas del master relacionadas con la caracterización textural y métodos de análisis de sólidos (TGs, TEM/SEM, DRX, XPS, etc) lo que permitirá complementar e inter-relacionar adecuadamente los conceptos impartidos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

El proceso catalítico. Tipos de procesos catalíticos. Catalizadores sólidos. Factores que determinan la actividad catalítica. Dispersión de la fase activa. Métodos de preparación y caracterización de catalizadores. Catálisis heterogénea, fotocatálisis y electrocatálisis. Desactivación y regeneración de catalizadores. Aplicaciones: Reacciones de eliminación de contaminantes en fase acuosa y gaseosa. Reacciones de interés energético.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:01
Código seguro de verificación (CSV): B94E19747A7DB3B8AE9B030247C20FCA Pág. 1 de 8

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Que los estudiantes sepan asumir las responsabilidades adecuadas en lo que respecta al desarrollo de conocimientos y/o prácticas profesionales

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE10 - Planificar, gestionar y desarrollar proyectos científico-tecnológicos con manejo de información y conocimiento de su transferencia hacia otros sectores.
- CE18 - Preparar, funcionalizar y caracterizar nanomateriales, materiales nanoestructurados y sensores miniaturizados, así como ser capaz de desarrollar aplicaciones potenciales de los productos desarrollados.
- CE21 - Conocer y manejar las principales herramientas computacionales de aplicación en Investigación Química.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT02 - Capacidad de gestión del tiempo (referida a su organización y planificación)
- CT04 - Conocimiento y uso de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) y de los recursos informáticos (programas, bases de datos, etc.) relativos al ámbito de estudio para adquirir, gestionar y comunicar la información
- CT06 - Trabajo en equipo
- CT07 - Sensibilidad hacia temas medioambientales

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:01
Código seguro de verificación (CSV): B94E19747A7DB3B8AE9B030247C20FCA Pág. 2 de 8

amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Que los estudiantes sepan asumir las responsabilidades adecuadas en lo que respecta al desarrollo de conocimientos y/o prácticas profesionales

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE10 - Planificar, gestionar y desarrollar proyectos científico-tecnológicos con manejo de información y conocimiento de su transferencia hacia otros sectores.
- CE18 - Preparar, funcionalizar y caracterizar nanomateriales, materiales nanoestructurados y sensores miniaturizados, así como ser capaz de desarrollar aplicaciones potenciales de los productos desarrollados.
- CE21 - Conocer y manejar las principales herramientas computacionales de aplicación en Investigación Química.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT02 - Capacidad de gestión del tiempo (referida a su organización y planificación)
- CT04 - Conocimiento y uso de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) y de los recursos informáticos (programas, bases de datos, etc.) relativos al ámbito de estudio para adquirir, gestionar y comunicar la información
- CT06 - Trabajo en equipo
- CT07 - Sensibilidad hacia temas medioambientales

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Tras cursar esta asignatura, el estudiante:

(1) Conocerá las bases teóricas que caracterizan los diferentes tipos de procesos catalíticos.

(2) Sabrá preparar catalizadores heterogéneos mediante diferentes técnicas.

(3) Será capaz de caracterizar los catalizadores y determinar su actividad catalítica.

(4) Conocerá los principales factores responsables de la desactivación de los catalizadores heterogéneos y los procesos de regeneración de su actividad catalítica.

(5) Conocerá, entre otras, algunas de las principales aplicaciones de la catálisis heterogénea en la

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:01
Código seguro de verificación (CSV): B94E19747A7DB3B8AE9B030247C20FCA Pág. 3 de 8

descontaminación.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

Tema 1. Introducción a la Catálisis. Conceptos Básicos. Importancia Tecnológica y Económica. Introducción. Conceptos básicos. Clasificación de los sistemas catalíticos. Catálisis homogénea y heterogénea. Ventajas e inconvenientes de ambos tipos. Ejemplos de cómo la catálisis heterogénea afecta a nuestra vida y sociedad.

Tema 2. Catálisis Heterogénea: Materiales Catalíticos y Preparación de Catalizadores. Introducción. Materiales catalíticos. Formas macroscópicas de los catalizadores. Preparación de los catalizadores.

Tema 3. Efecto de la Estructura y Química Superficial de los Catalizadores Heterogéneos sobre su Reactividad. Estructura superficial de los catalizadores. Reestructuración superficial. Reacciones catalíticas dependientes e independientes de la estructura. Efectos geométricos. Catalizadores ácidos. Catalizadores redox.

Tema 4. Caracterización Físico-Química de los Materiales Catalíticos. Introducción. Técnicas para la determinación de la textura porosa y área superficial.

Tema 5. Caracterización Físico-Química de los Materiales Catalíticos. Técnicas para la determinación de: la morfología y tamaño de partícula; estructura y composición; dispersión y tamaño de la fase activa en catalizadores soportados y química superficial

Tema 6. Factores que determinan la actividad catalítica: porosidad y química superficial. Efectos estructurales. Modificaciones: promotores, interacción metal soporte, catalizadores bimetálicos.

Tema 7. Desactivación y regeneración de catalizadores. Transformaciones en estado sólido. Envenenamiento. Deposición de coke: mecanismos de formación y estrategias de minimización. Fouling. Sinterización.

Tema 8. Reacciones catalizadas de interés energético. Producción de H2. Crackeo e isomerización de hidrocarburos. Reacciones electroquímicas.

Tema 9: Reacciones catalizadas de interés medioambiental. Combustión de VOCs en fase gaseosa. Catalizadores de oxidación en fase acuosa, Fenton, CWAO, foto-oxidación. Biocatálisis.

PRÁCTICO

Se utilizará al menos una sesión práctica (2 h), bien en los laboratorios de investigación o en el Centro de Instrumentación Científica, para la realización de alguna de las actividades:

Determinación del pHpzc de sólidos. Caracterización por DRX, SEM y TEM: Determinación experimental de las fases presentes y la dispersión de la fase activa de catalizadores metálicos soportados. Estudio de la eliminación de colorantes en aguas residuales.

BIBLIOGRAFÍA

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:01
Código seguro de verificación (CSV): B94E19747A7DB3B8AE9B030247C20FCA Pág. 4 de 8

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Thomas, J.M.; Thomas, W.J.; Principles and practice of heterogeneous catalysis; Willey VCH Verlagsgesellschaft mbH: D-69451 Weinheim (Federal Republic of Gemany), 1997. (ISBN 3-527-29288-8).
- Averill, B.A.; Moulijn, J.A.; van Santen, R.A.; van Leeuwen, P.W.N.M. (Eds); Catalysis: An Integrated Approach. Elsevier: Amsterdam, 1999. (ISBN: 978-0-444-82963-4).
- Figueiredo, J.L.; Ribeiro, F. Ramoa; Catálise Heterogénea; Fundaçao Calouste Gulbenkian, 2007. (ISBN 978-972-31-1204-7)
- Zhou, Bing; Han, Scott; Raja, Robert; Somorjai, Gabor, A. (Eds.); Nanotechnology in Catalysis. Springer Science+Business Media LLC: Amsterdam, 2007.
- Ertl, G.; Knozinger, H.; Weitkamp, J. (Eds.); Environmental Catalysis; Willey VCH Verlagsgesellschaft mbH: D-69451 Weinheim (Federal Republic of Gemany), 1999.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Revistas científicas, Elservier, ACS, etc por ejemplo:

Journal of Catalysis: https://www.journals.elsevier.com/journal-of-catalysis

Applied Catalysis B: Environment and Energy: https://www.sciencedirect.com/journal/applied-catalysis-b-environment-and-energy

ENLACES RECOMENDADOS

Sociedad Española de Catálisis: http://www.secat.es/

XPS database: http://srdata.nist.gov/xps/selEnergyType.aspx

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Clases magistrales/expositivas. El equipo docente podrá utilizar para su desarrollo algunos de los siguientes métodos: sesión expositiva, aprendizaje basado en problemas, ejemplificación y estudio de casos.
- MD02 Clases de resolución de problemas. El equipo docente podrá utilizar algunos de los siguientes métodos para su desarrollo: Aprendizaje basado en problemas; ejemplificación y estudio de casos.
- MD03 Clases prácticas. El equipo docente podrá recurrir a métodos como estudio de casos, análisis diagnósticos, prácticas de laboratorio, aula de informática, visitas, búsqueda de datos, etc.
- MD04 Talleres, seminarios, debates, exposición (y/o defensa) de trabajos individuales o en grupo. El equipo docente podrá utilizar para su desarrollo algunos de los siguientes métodos: aprendizaje basado en problemas, ejemplificación y estudio de casos
- MD05 Tutorías: Programadas y de seguimiento (para trabajos de fin de Máster y Prácticas de Empresa), pudiéndose utilizar en las modalidades personalizada o en grupo, sincrónica (presenciales) o asincrónica (virtuales). La modalidad seleccionada por el equipo docente quedará recogida en la Guía Docente de cada materia

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): B94E19747A7DB3B8AE9B030247C20FCA
06/05/2026 - 11:01
Pág. 5 de 8

- MD07 Estudio y trabajo autónomo, individual y/o en grupo

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

EVALUACIÓN CONTINUA

(A) Instrumentos de evaluación:

- Pruebas escritas. Exámenes o pruebas breves a realizar a lo largo del curso basadas en la resolución de ejercicios, casos o problemas propuestos con anterioridad por el profesor. Su formato (preguntas largas, cortas, pruebas respuesta múltiple, etc.). Su contenido y duración serán establecidos de acuerdo con la Normativa de Evaluación y Calificación aprobada por la UGR en Consejo de Gobierno de 20 de Mayo de 2013.

- Evaluación de asistencia y participación activa. Se basa en la valoración de actitudes e iniciativas de participación activa e interactiva en el desarrollo de la clase, en las tutorías, o en el grado de compromiso en el desarrollo de los trabajos planeados, en las prácticas de laboratorio, o cualquier otra tarea asignada, pudiéndose evaluar, si procede, la capacidad de trabajo en equipo.

- Exposición de trabajos. El alumno desarrollará un trabajo, individual o en grupo, planteado y tutelado por el profesor y lo expondrá en una presentación breve ante el resto de la clase, sometiéndose a debate posterior con el resto de los alumnos y el profesor.

- Clases Prácticas. Se evaluará el grado de desempeño en la realización del trabajo experimental, manejo de instrumentación y software, análisis e interpretación de datos experimentales y elaboración de registros e informes de resultados.

- Resolución de ejercicios o proyectos. Proyecto o ejercicio complejo que, el alumno o grupo de alumnos, deberá ir resolviendo por etapas a lo largo del curso. Cada etapa o hito alcanzado será evaluado y el alumno recibirá retroalimentación sobre su éxito o fracaso.

B) Criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final en evaluación continua:

Criterio de evaluación % sobre la calificación final

- Conocimientos teóricos adquiridos..... 60

- Valoración de actitudes e iniciativas de participación activa e interactiva en el desarrollo de la clase, en las tutorías, o en el grado de compromiso en el desarrollo de los trabajos planeados, en las prácticas de laboratorio o cualquier otra tarea asignada, pudiéndose evaluar, si procede, la capacidad de trabajo en equipo 10

- Desempeño en la realización del trabajo experimental, manejo de instrumentación y software, análisis e interpretación de datos experimentales y elaboración de registros e informes de

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:01
Código seguro de verificación (CSV): B94E19747A7DB3B8AE9B030247C20FCA Pág. 6 de 8

resultados..... 10

- Resolución de ejercicios o proyectos..... 10

- Exposición de trabajos, informes, conclusiones..... 10

C) Convocatoria ordinaria.

Alternativamente, el equipo docente planteará, dependiendo de la evolución de los resultados de la evaluación continua, la realización de un examen escrito conteniendo los contenidos teóricos (60%) y prácticos/experimentales (40%).

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua.

De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba escrita y/o trabajo conteniendo los contenidos teóricos (60%) y prácticos/experimentales (40%). .

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

- **Examen final**. Este sistema de evaluación será aplicable únicamente para evaluar a alumnos que, de acuerdo con la Normativa de Evaluación y Calificación aprobada por la UGR en Consejo de Gobierno de 20 de Mayo de 2013 elijan esta modalidad de evaluación. **Esta opción debe ser comunicada por escrito a la Coordinadora del Máster durante los primeros quince días desde el comienzo de impartición de la materia**.

Su formato (preguntas largas, cortas, etc.) será seleccionado por el equipo docente encargado de impartir la materia, los contenidos teóricos (60%) y prácticos/experimentales (40%). La puntuación obtenida en este examen constituirá así el 100% de la calificación otorgada siguiendo este tipo de evaluación.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:01
Código seguro de verificación (CSV): B94E19747A7DB3B8AE9B030247C20FCA Pág. 7 de 8

social/estudiantes-con-discapacidad).

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): **B94E19747A7DB3B8AE9B030247C20FCA**
06/05/2026 - 11:01
Pág. 8 de 8