



## PRESENTACIÓN

**Breve descripción:** Estudio teórico-experimental de sólidos de naturaleza inorgánica mediante técnicas de identificación relevantes en el campo de la ciencia de los materiales.

- **Titulación:** Grado en Química, Doble Grado en Química-Bioquímica, Grado en Química ScBP
- **Módulo/Materia:** Módulo III, Química Experimental / Caracterización de sólidos inorgánicos
- **ECTS:** 3
- **Curso, semestre:** 3er Curso Grado en Química, Doble Grado en Química-Bioquímica, Grado en Química ScBP (2º semestre)
- **Carácter:** Obligatoria
- **Profesorado:** Dr. Adrián Durán Benito (responsable de la asignatura), Dra. Cristina Sola Larrañaga, Dr. Javier Lanas González, Doctorando Iván Ruiz Ardanaz
- **Idioma:** Castellano.  
Se requieren conocimientos de Inglés para consulta bibliográfica.
- **Aula, Horario:** Tardes de los días (ver horarios cada día): - Miércoles 7 febrero (este día de 11 a 13 horas y de 15 a 17 horas), - Jueves 8 febrero (de 15 a 19 horas), - Viernes 9 febrero (de 14 a 18 horas), - Martes 13 febrero (de 15.30 a 19.30 horas), - Miércoles 14 febrero (de 15 a 19 horas), - Jueves 15 febrero (de 15 a 19 horas), - Viernes 16 febrero (de 14 a 18 horas), - Martes 20 febrero (de 15.30 a 19.30 horas), - Miércoles 21 febrero (de 15.30 a 19.30 horas), - Jueves 22 febrero (de 15 a 19 horas), - Viernes 23 febrero (de 14 a 18 horas), - Martes 27 febrero (de 15.30 a 19.30 horas), - Miércoles 28 febrero (este día de 15.30 a 17.30 horas), - EXAMEN Martes 5 marzo (15 a 18 horas).
- Visita al CEIT: jueves 29 febrero (de 15 a 20 horas)
- Laboratorio 009, Aulas 21, 22, Laboratorio de Edificación

## COMPETENCIAS

### OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

#### Conocimiento y habilidades:

- Conocimiento de las técnicas empleadas con mayor frecuencia para la caracterización de sólidos inorgánicos.
- Estudio de la composición y características físico-químicas de algunos materiales comunes.
- Conocimiento de los equipos instrumentales más empleados para la caracterización de sólidos inorgánicos.
- Interpretación de los resultados obtenidos por las diferentes técnicas e integración y/o comparación de los mismos para una correcta caracterización del material objeto de estudio.
- Comprensión del fundamento teórico subyacente a los procesos y reacciones químicas y a las técnicas experimentales empleadas.



# Universidad de Navarra

- Conocimiento de los medios de búsqueda y manejo de las publicaciones científicas que tengan aplicación en el nivel de grado.

## Resultados del aprendizaje:

- Planificar experimentos de caracterización de sólidos inorgánicos, desde los más sencillos hasta otros más complejos, mediante el uso adecuado del material de laboratorio, reactivos y equipos instrumentales, consiguiendo resultados reproducibles.

- Interpretar e integrar resultados experimentales procedentes de diversos métodos y técnicas conducentes a la resolución de un problema de índole químico y bioquímico.

- Adquirir la capacidad de usar los métodos experimentales y de investigación a su alcance y relacionarlos con problemas aplicados.

- Realizar informes y trabajos de investigación con: 1) soporte bibliográfico para verificación y justificación del experimento, 2) fundamentos teóricos del problema concreto y de las técnicas experimentales a aplicar, 3) ejecución experimental, 4) exposición de resultados, 5) interpretación y discusión de los resultados, 6) conclusiones.

## El alumno deberá (acorde con la evaluación):

- Asistir y participar de forma activa en todas las sesiones.

- Entregar un trabajo de investigación que será designado por el profesor, buscando para ello en diversas fuentes bibliográficas cuando sea necesario. El trabajo será expuesto oralmente y grabado en vídeo para su discusión.

- Resolver las cuestiones planteadas en clase y los trabajos dirigidos, consistentes en cuestiones de razonamiento y/o contenido indicados por el profesor en el laboratorio o a través de ADI.

- Completar periódicamente su cuaderno de laboratorio.

- Realizar un examen final escrito para evaluar la adquisición de conocimientos y la habilidad de resolución de cuestiones prácticas.

## **COMPETENCIAS DEL TÍTULO**

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.

CB5: Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CG2: Pensar de forma integrada y abordar los problemas desde diferentes perspectivas. Tener razonamiento crítico. Aportar soluciones a problemas en el ámbito científico.



# Universidad de Navarra

CG3: Trabajar en equipo, seleccionar y elegir la metodología de trabajo y distribución de funciones. Saber escuchar y hacer uso de la palabra con intervenciones positivas y constructivas.

CG4: Fomentar el sentido de responsabilidad, aplicar en la profesión y en la vida cotidiana la ética desde una perspectiva científica. Buscar información, evaluarla, así como analizar, sintetizar, resumir, comunicar, citar y presentar trabajos.

CG5: Comunicar de forma escrita y oral sobre temas relacionados con la profesión con un estilo y lenguaje adecuado a la situación y al interlocutor.

CG6: Usar correctamente el método de inducción. Ser capaz de generalizar el conocimiento obtenido en una ocasión a otros casos u ocasiones semejantes que puedan presentarse en el futuro.

CE2: Procesar, computar, evaluar, interpretar y sintetizar datos e información Química.

CE3: Planificar, diseñar y ejecutar investigaciones y experimentos prácticos, desde la identificación del problema hasta la evaluación de resultados incluyendo su redacción y exposición escrita -en informes fidedignos y coherentes- u oral.

CE4: Manejar instrumentación Química estándar, propia de caracterizaciones, determinaciones y separaciones.

CE5: Relacionar, prever e interpretar el comportamiento y propiedades macroscópicas de los tipos de materiales más relevantes como resultado de una determinada composición Química y microestructura.

CE7: Conocer los elementos químicos y sus compuestos -orgánicos, inorgánicos y organometálicos- más relevantes, y los grupos funcionales en moléculas orgánicas, así como sus propiedades, aplicaciones y principales vías de obtención o rutas de síntesis.

CE8: Llevar a cabo procedimientos estándares de laboratorios tanto analíticos como de síntesis, en sistemas orgánicos e inorgánicos, cumpliendo con la praxis Química adecuada y con una manipulación segura de los materiales y reactivos químicos.

CE9: Conocer las características de los estados de la materia.

CE10: Conocer los tipos de reacciones Químicas, además de su cinética y catálisis. Comprender la aplicación de las reacciones a los procedimientos usados en el análisis químico para identificar, caracterizar y determinar los compuestos químicos.

CE11: Analizar los principios de disciplinas diversas tales como la termodinámica, la mecánica cuántica, la espectroscopía y la electroquímica. Conocer sus aplicaciones en Química, su papel en la descripción de estructura y propiedades de átomos y moléculas o su función en técnicas de investigación analítica o estructural.

CE12: Conocer los materiales más relevantes, sus propiedades, en función de su composición Química y estructura. Identificar las diversas técnicas de análisis y de determinación estructural.

## PROGRAMA

- Caracterización de materiales cristalinos mediante DRX (difracción de rayos X).



- Análisis elemental mediante FRX (fluorescencia de rayos X).
- Aplicaciones de las espectroscopias IR (infrarrojos) y Raman en la caracterización de sólidos inorgánicos.
- Análisis térmico: ATD/TG (análisis térmico diferencial/termogravimetría/calorimetría diferencial de barrido/calorimetría isoterma). Comportamiento de algunos materiales típicos y evaluación de datos.
- Colorimetría y curvas de reflectancia.
- Estudio morfológico y análisis químicos elementales mediante MEB-EDX (microscopia electrónica de barrido-energía dispersiva de rayos X) y MET (microscopia electrónica de transmisión).
- Caracterización de propiedades físico/químicas y mecánicas en materiales complejos. Relación entre propiedades y aplicaciones del material.
- Otras técnicas de caracterización.

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

Para comunicaciones, envío de documentos necesarios para el seguimiento de las clases y avisos en general, se empleará la herramienta informática ADI, accesible a todos los alumnos. La clase se dividirá en 3 grupos, los cuales realizarán las mismas actividades, siguiendo el horario que se adjunta.

**1. Actividades presenciales (36 horas):** Trabajo teórico-experimental en el laboratorio. Realización de las experiencias propuestas y de los ejercicios indicados.

Cada bloque temático comenzará con la explicación teórica por parte del profesor. Para un mejor seguimiento de las clases, se han realizado una serie de vídeos en los que se explican los aspectos más prácticos relacionados con el uso de los equipos.

En este ámbito, se realizarán una serie de trabajos dirigidos, que consistirán en cuestiones planteadas en clase y/o ejercicios a realizar individualmente o en pequeños grupos sobre los procesos y técnicas experimentales que serán discutidos en clase y/o entregados al profesor para su evaluación. Por otra parte, realizarán la caracterización de una serie de compuestos desconocidos. El cuaderno de laboratorio se revisará de forma exhaustiva.

**2. Exposiciones orales (1 hora):** Los alumnos expondrán oralmente un tema de investigación relacionado con la caracterización de sólidos inorgánicos que será asignado por el profesor. Para ello, los alumnos grabarán un pequeño vídeo (10-15 minutos de duración) que será enviado al profesor responsable de la asignatura. Una copia en papel del trabajo será entregado para su evaluación. El vídeo será compartido con todos los alumnos de la asignatura para su visualización y discusión. Se pretende la participación activa del alumno, la búsqueda bibliográfica además de la preparación de presentaciones.

**3. Examen escrito (3 horas):** Se evaluará en función de los contenidos, orden de la exposición y/o desarrollo de los problemas planteados, vocabulario empleado, concisión y claridad en los conceptos.

**4. Estudio personal del alumno (30-31 horas):** Comprensión de las experiencias y de las técnicas instrumentales empleadas en las sesiones prácticas. Resolución de tareas y preparación del tema de investigación asignado así como de la exposición oral (grabación de vídeo).



**6. Tutorías (4-5 horas):** El profesor estará a disposición de los alumnos, en cualquier momento de las actividades presenciales y en las horas convenidas para aclarar aspectos relacionados con la asignatura.

## EVALUACIÓN

### CONVOCATORIA ORDINARIA

1. Participación en las clases prácticas. Desenvoltura en el laboratorio. Cuestiones planteadas en clase. Trabajos dirigidos. Caracterización de muestras desconocidas. Evaluación del cuaderno de laboratorio: 30 %.

2. Trabajo de investigación (Presentación en vídeo): 15 %.

3. Examen escrito, que englobará todos los aspectos teórico-prácticos de la asignatura: 55 %.

La NOTA FINAL se obtendrá mediante la suma porcentual de las actividades evaluables reseñadas. Todas las actividades evaluables (exposición oral, resolución de cuestiones planteadas en clase, revisión del cuaderno de laboratorio, examen, etc.) se realizarán en las fechas que se anunciarán oportunamente en las clases y/o en la plataforma ADI, no pudiendo ser recuperables en ningún caso para aquellos alumnos ausentes.

La asistencia a todas las sesiones es obligatoria. En caso contrario, la asignatura tendrá una evaluación negativa y no podrá superarse.

Para aprobar la asignatura, el alumno debe tener una calificación de al menos un 50 % del total. Además, debe sumar al menos un 45 % del mínimo asignado para el examen escrito (4.5).

Se calificará como NO PRESENTADO al alumno que falte a alguna de las sesiones o al examen.

Para los alumnos internacionales de intercambio, se podrán explorar otras posibilidades de evaluación.

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

El alumno realizará un examen final escrito que englobará todos los aspectos teórico-prácticos de la asignatura (55 %). Además entregará al profesor un trabajo de investigación que será asignado por el mismo, y que deberá además ser expuesto públicamente (45 %). No podrán presentarse a dicha convocatoria los alumnos que hayan faltado a algunas de las sesiones prácticas. Deberá sumar al menos un 45 % del mínimo asignado para el examen escrito (4.5).

En el caso de que el alumno tuviera aprobados los apartados 1 y 2 de la Convocatoria Ordinaria (Tareas y Trabajo de Investigación), dichas notas se conservarían (supondrían el 45 % de la nota final) y la nota del examen final escrito supondría el 55 % de la nota final. En cualquier caso, debe sumar al menos un 45 % del mínimo asignado para el examen (4.5) para superar la asignatura.

Se calificará como NO PRESENTADO al alumno que no se presente al examen de la convocatoria extraordinaria.



# Universidad de Navarra

Para los alumnos internacionales de intercambio, se podrán explorar otras posibilidades de evaluación.

## ALUMNOS REPETIDORES:

Se aplicará la normativa correspondiente a la CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA.

Para los alumnos internacionales de intercambio, se podrán explorar otras posibilidades de evaluación.

**ALUMNOS CON NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES:** Aquellos alumnos con necesidades educativas especiales deberán ponerse en contacto con el profesor responsable de la asignatura a lo largo de la primera semana de curso o durante la primera sesión. Tanto las actividades formativas como la evaluación serán adaptadas en lo posible a sus requerimientos, todo ello manteniendo la calidad de la enseñanza.

**-Nota:** La copia en exámenes y/o trabajos a evaluar será amonestada y/o sancionada convenientemente.

## HORARIOS DE ATENCIÓN

Dr. Adrián Durán Benito ([adrianduran@unav.es](mailto:adrianduran@unav.es))

- Despacho 1011 Edificio de Investigación. Planta 1ª
- Horario de tutoría: Durante el desarrollo de las sesiones en el propio laboratorio en cualquier momento. Las tutorías se desarrollarán en cualquier momento previa solicitud, de forma presencial o via on line mediante meet o correo electrónico.

## BIBLIOGRAFÍA

D.A. Askeland, W.J. Wright. 2022 "Ciencia e Ingeniería de Materiales". Cengage.

A.K. Brisdon. 1998. "Inorganic spectroscopic methods". Oxford Science Publications. [Localízalo en la Biblioteca](#)

W.D. Callister Jr. 1997 "Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales". Vol 1 ([Localízalo en la Biblioteca](#)) y Vol 2 ([Localízalo en la Biblioteca](#)). Reverté 3ª edición.

M. Faraldos y C. Goberna. 2012 "Técnicas de análisis y caracterización de materiales". Consejo Superior de Investigaciones Científicas. [Localízalo en la Biblioteca](#) y [Localízalo en la Biblioteca](#)[electrónico]

M. Gil Criado y J.L. Núñez Barriocanal. 2018. "Espectroscopia molecular: Teoría, instrumentación y aplicaciones". Garceta Grupo Editorial. [Localízalo en la Biblioteca](#)

P.J. Goodhew, J. Humphreys, R. Beanland. 2001 "Electron Microscopy and Analysis". Taylor & Francis Inc. [Localízalo en la Biblioteca](#) y [Localízalo en la Biblioteca](#) [electrónico]



## Universidad de Navarra

W. Smykatz-Kloss. 1974 "Differential thermal analysis: application and results in mineralogy". Springer-Verlag. [Localízalo en la Biblioteca](#)

W. F. Smith. "Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales". McGraw- Hill 3ª edición. 2006. [Localízalo en la Biblioteca](#)

O. González Mendía. "Los elementos químicos en el arte". Cálamo. 2ª edición. 2021. [Localízalo en la Biblioteca](#)

J.M. Albella, A.M. Cintas, T. Miranda y J.M. Serratosa. 1993. "Introducción a la Ciencia de Materiales". Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

W.D.Callister Jr., David G.Rethwisch 2012 "Fundamentals of Materials Science and Engineering". Wiley. [Localízalo en la Biblioteca](#)

T. Hatakeyama, Z. Lui. 1998. "Handbook of Thermal Analysis". Wiley. [Localízalo en la Biblioteca](#)

L. Smart y E. Moore. 1995 "Química del Estado Sólido: Una introducción". Addison-Wesley iberoamericana. [Localízalo en la Biblioteca](#)

A.R. West. 1999 "Basic Solid State Chemistry". Wiley 2nd edition. [Localízalo en la Biblioteca](#)

A.R.West. 2014 "Solid State Chemistry and its applications". Wiley. 2nd edition. Student edition. [Localízalo en la Biblioteca](#)

Carlos Pico, M.Luisa López, M.Luisa Veiga. 2017. "Química del estado sólido". Editorial Síntesis. [Localízalo en la Biblioteca](#)

J.I. Goldstein, D.E. Newbury, J.R. Michael, N.W.M. Ritchie J.H.J. Scott, D.C. Joy. 2018. "Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis", Springer 4th edition. [Localízalo en la Biblioteca](#) [electrónico]

M. Ladd, R. Palmer. 2013. "Structure determination by X-ray crystallography", Springer, 5th edition. [Localízalo en la Biblioteca](#) [electrónico]

V. Ferrari. 2022. "Sólidos. Un enfoque conceptual". Editorial Reverté. [Localízalo en la Biblioteca](#)

- Consultas bibliográficas en [www.isiwebofknowledge.com](http://www.isiwebofknowledge.com) y [www.scopus.com](http://www.scopus.com)