Guía docente de la asignatura

Microscopía Analítica (M43/56/4/30)

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

Máster	Máster Universitario en Ciencias y Tecnologías Químicas, Khemia
MÓDULO	Metodologia e Instrumentación
RAMA	Ciencias
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

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

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

Microscopía electrónica de barrido (SEM): Microscopios electrónicos de barrido de emisión de campo (FE-SEM), ambiental (ESEM) y de alta resolución (HRSEM). Microsonda electrónica (EPMA). Microscopía electrónica de transmisión: Imágenes y patrones de difracción (TEM). Microscopías electrónicas de transmisión por barrido (STEM), de alta resolución (HRTEM) y de energía filtrada (EFTEM). Microscopios de Fuerzas superficiales: Microscopio de Efecto Túnel. Microscopio de Fuerzas Atómicas (AFM). Obtención de imágenes e información que se extrae. Medida de otras magnitudes: Magnetic Force, Electric Force, Phase Contrast. Aplicaciones AFM: Investigación de nano-materiales y bio-materiales. Micro-manipulación e imagen AFM de células individuales.

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 amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a 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/
Código seguro de verificación (CSV): 1AA35AA20F822C7EA8C1519A3EB8A78B
06/05/2026 - 11:00
Pág. 1 de 7

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

- CE12 - Aplicar metodologías para la caracterización y análisis de productos químicos.
- CE13 - Utilizar de forma adecuada equipos y técnicas para la caracterización estructural de compuestos (bio)químicos y de materiales industriales.
- CE14 - Utilizar de forma adecuada equipos y técnicas para la identificación de compuestos (bio)químicos y de materiales industriales.
- CE15 - Utilizar de forma adecuada equipos y técnicas para la cuantificación de compuestos (bio)químicos y de materiales industriales.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT02 - Capacidad de gestión del tiempo (referida a su organización y planificación)
- CT06 - Trabajo en equipo

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 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.

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): 1AA35AA20F822C7EA8C1519A3EB8A78B
06/05/2026 - 11:00
Pág. 2 de 7

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

- CE12 - Aplicar metodologías para la caracterización y análisis de productos químicos.
- CE13 - Utilizar de forma adecuada equipos y técnicas para la caracterización estructural de compuestos (bio)químicos y de materiales industriales.
- CE14 - Utilizar de forma adecuada equipos y técnicas para la identificación de compuestos (bio)químicos y de materiales industriales.
- CE15 - Utilizar de forma adecuada equipos y técnicas para la cuantificación de compuestos (bio)químicos y de materiales industriales.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT02 - Capacidad de gestión del tiempo (referida a su organización y planificación)
- CT06 - Trabajo en equipo

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Conocer los diversos tipos de técnicas de microscopía electrónica y de fuerza atómica.

- Conocer las ventajas e inconvenientes relativos entre las distintas tecnicas y modos de trabajo.

- Poder seleccionar la técnica más adecuada para la resolución de cada problema en función de su naturaleza y las características de la muestra a estudiar.

- Conocer los requerimientos que debe cumplir la muestra y sus posibles modos de preparación para cada técnica.

- Poder seleccionar dentro de cada técnica los diversos modos de trabajo en función de la naturaleza del problema.

- Ser capaz de interpretar los resultados obtenidos, prepararlos para su presentación cientifico-técnica y conocer sus limitaciones y posibles errores.

- Entender las referencias a las técnicas de microscopía en publicaciones científicas e informes técnicos.

- Valorar con sentido crítico los datos y resultados científicos en general.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

TEMA 1. Microscopía electrónica de barrido.Interacción de los electrones con la materia: señales

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 - 11:00
Código seguro de verificación (CSV): 1AA35AA20F822C7EA8C1519A3EB8A78B Pág. 3 de 7

producidas. Instrumentación básica. Fuentes de electrones. Detectores. Configuración de un microscopio electrónico de barrido (SEM). Preparación de muestras para SEM. Tipos de imágenes en SEM. Imagen de electrones secundarios. Imagen de electrones retrodispersados. Otras imágenes.

TEMA 2. Microscopía analítica.Análisis químico in situ. Espectrometría de dispersión de energía de rayos X (EDX). Detectores. Procesamiento de espectros. Espectrometría de dispersión de longitud de onda de rayos X (WDX). Espectrómetros de longitud de onda. Análisis cuantitativo. Condiciones experimentales.

TEMA 3. Microscopía electrónica de transmisión.Configuración de un microscopio electrónico de transmisión (TEM). Preparación de muestras para TEM. Difracción de electrones. Tipos de imágenes en TEM. Contrastes de amplitud y de fase. Campo claro y campo oscuro. Particularidades del análisis químico in situ en el TEM: EDX e EELS. Microscopía electrónica de alta resolución (HRTEM). STEM. Cristalografía electrónica. Aplicaciones de SEM y TEM

TEMA 4. Microscopía de fuerzas. Microscopios de Fuerzas superficiales: Microscopio de Efecto Túnel. Microscopio de Fuerzas Atómicas (AFM). Obtención de imágenes e información que se extrae. Medida de otras magnitudes: Fuerza magnética, Fuerza eléctrica, Contraste de fase. Aplicaciones AFM: Investigación de nano-materiales y bio-materiales.

PRÁCTICO

PRÁCTICA 1. Sesión práctica con modelos mecánicos del AFM.

PRÁCTICA 2. Sesión de trabajo en un AFM.

PRÁCTICA 3. Sesión de trabajo en el SEM

PRÁCTICA 4. Sesión de trabajo en el TEM

PRÁCTICA 5. Interpretación de imágenes y difracciones

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

DUWEZ AS, WILLET N (Eds.) (2011) Molecular Manipulation with Atomic Force Microscopy; CRC Press: Boca Ratón.

GOLDSTEIN J, NEWBURY DE, JOY DC, LYMAN CE, ECHLIN P, LIFSHIN E, SAWYER LC, MICHAEL JR (2003) Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis. (3r ed). Springer.

LORETTO MH (1994) Electron beam analysis of materials (2nd ed). Chapman & Hall, London.

MIRONOV V L (2004) Fundamentals of the Scanning Probe Microscopy; The Russian Academy Of Sciences Institute of Physics of Microstructures, Nizhniy Novgorod.

NIETO F, JIMÉNEZ-MILLÁN J, GAMBOGI PARREIRA G, CHIARINI-GARCIA H, NETTO MELO RC (2010) Electron Microscopy: SEM/TEM. En "Physics in Medicine and Biology", (R. Splinter, ed.) 40,1-16. CRC Press, New York.

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 - 11:00
Código seguro de verificación (CSV): 1AA35AA20F822C7EA8C1519A3EB8A78B Pág. 4 de 7

REED SJB (2006) Electron microprobe analysis and scanning electron microscopy in Geology (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge.

WILLIAMS DB, CARTER CB (1996) Transmission electron microscopy: a textbook for materials science. Plenum Press, New York.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ENLACES RECOMENDADOS

http://www.microscopy.ethz.ch/elmi-home.htm

http://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/SEM.html

https://cstl.nist.gov/div837/837.02/epq/dtsa2/index.html

https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/microscopes/materials-afm/faq.html

https://www.youtube.com/playlist?list=PL7YWurhHo3dGWpPubvBFRN6yitiVvA3W2

http://gwyddion.net/presentations/tutorials.php

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

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): 1AA35AA20F822C7EA8C1519A3EB8A78B
06/05/2026 - 11:00
Pág. 5 de 7

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

EVALUACIÓN ORDINARIA

Instrumentos de evaluación:

- Prueba escrita. Examen a realizar al final del curso basado en la resolución de ejercicios, casos o problemas.

- 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 y en las tutorías.

- Clases Prácticas. Se evaluará el análisis e interpretación de datos experimentales, llevado a cabo por los alumnos sobre casos reales entregados por los profesores durante el desarrollo de las sesiones prácticas.

- Resolución de ejercicios o proyectos. Proyecto o ejercicio que, el alumno o grupo de alumnos, deberá ir resolviendo por etapas a lo largo del curso.

Criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final:

- Conocimientos teóricos adquiridos (60%)

- Valoración de actitudes e iniciativas de participación (5%)

- Desempeño en la realización del trabajo experimental, análisis e interpretación de datos experimentales y elaboración de registros e informes de resultados (20%)

- Resolución de ejercicios o proyectos (15%)

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Consistirá en la recuperación de aquellas partes o aspectos de la Evaluación ordinaria, no superados durante la misma o que el alumno desee mejorar. En cualquier caso, se garantiza la posibilidad de evaluar la totalidad de dichos aspectos en esta Evaluación extraordinaria.

EVALUACIÓN ÚNICA 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, y durante los primeros quince días desde el comienzo de impartición de la materia 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. La puntuación obtenida en este examen constituirá el 100% de la calificación otorgada siguiendo este tipo de evaluación.

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 - 11:00
Código seguro de verificación (CSV): 1AA35AA20F822C7EA8C1519A3EB8A78B Pág. 6 de 7

INFORMACIÓN ADICIONAL

LA ASIGNATURA EN INTERNET

Todo el material y los recursos necesarios para la asignatura están disponibles en la plataforma telemática PRADO, incluyendo las presentaciones usadas en teoría, con y sin explicación oral, el material necesario para las clases prácticas, así como bibliografía con ejemplos de aplicaciones de las técnicas explicadas. Se puede acceder a la misma directamente en https://pradoposgrado2025.ugr.es

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-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): 1AA35AA20F822C7EA8C1519A3EB8A78B
06/05/2026 - 11:00
Pág. 7 de 7