Guía docente de la asignatura

Especiación en Química (M43/56/4/3)

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

Máster	Máster Universitario en Ciencias y Tecnologías Químicas, Khemia
MÓDULO	Avances en Química
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)

Especies químicas presentes en el medio ambiente y alimentos. Efectos tóxicos y ecotoxicológicos. Biodisponibilidad. Toma y conservación de las muestras. Técnicas de tratamiento de muestra en especiación química. Técnicas acopladas para la especiación de elementos traza. Normativa, materiales de referencia, control de calidad en especiación analítica. Aplicaciones relevantes del análisis de las principales especies inorgánicas y organometálicas de interés toxicológico en medio-ambiente, alimentos y bioanálisis.

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.

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): 4FA9329F500348511065E51CD3BAAF76
06/05/2026 - 11:00
Pág. 1 de 7

- 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

- CE01 - Poseer y comprender conocimientos químicos avanzados, tanto a nivel teórico como de su aplicación práctica.
- CE02 - Aplicar conocimientos teórico-prácticos a la resolución de problemas científico-técnicos relacionados con las ciencias y tecnologías químicas.
- CE03 - Comprender, analizar y solucionar problemas avanzados relacionados con la Química mediante el uso de las herramientas y metodologías aprendidas.
- CE12 - Aplicar metodologías para la caracterización y análisis de productos químicos.

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.

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

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): 4FA9329F500348511065E51CD3BAAF76
06/05/2026 - 11:00
Pág. 2 de 7

- CE01 - Poseer y comprender conocimientos químicos avanzados, tanto a nivel teórico como de su aplicación práctica.
- CE02 - Aplicar conocimientos teórico-prácticos a la resolución de problemas científico-técnicos relacionados con las ciencias y tecnologías químicas.
- CE03 - Comprender, analizar y solucionar problemas avanzados relacionados con la Química mediante el uso de las herramientas y metodologías aprendidas.
- CE12 - Aplicar metodologías para la caracterización y análisis de productos químicos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Al cursar esta materia el alumno será capaz de:

- Conocer las especies químicas de los principales elementos presentes en el medio ambiente y alimentos.
- Identificar los efectos tóxicos y ecotoxicológicos de dichas especies así como evaluar su biodisponibilidad.
- Conocer y aplicar la normativa asociada a casos reales de especiación química en muestras ambientales y alimentarias.
- Diseñar los procedimientos para la toma, transporte y conservación de las muestras destinadas a un estudio de especiación.
- Aplicar las técnicas de tratamiento de muestras más habituales en especiación química.
- Seleccionar y aplicar la técnica/s de especiación de elementos traza más adecuada en función del problema analítico planteado.
- Establecer los requerimientos mínimos para asegurar el control de calidad en especiación analítica, evaluando el papel que juegan los materiales de referencia.
- Conocer las aplicaciones más relevantes del análisis de las principales especies inorgánicas y organometálicas de interés toxicológico en medio-ambiente, alimentos y materiales biológicos.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

TEMA I. Introducción. Definición de especiación. Especiación y contenidos totales. Especiación versus fraccionamiento. Tipo de especies químicas y posibles transformaciones. Especiación: toxicidad y biodisponibilidad.

TEMA II. Toma y tratamiento de muestra para especiación analítica. Integridad de las especies.

TEMA III. Técnicas analíticas y metodologías en estudios de especiación en función de la naturaleza de la muestra y del analito. Técnicas electroanalíticas, técnicas de análisis de superficie, técnicas acopladas.

TEMA IV. Especiación en medio ambiente. Control de calidad en Especiación. Especiación química en medio ambiente (agua, aire, suelos,...). Aseguramiento de la calidad: Materiales de referencia, actividades de control de calidad. Normativa.

TEMA V. Estudio de casos. Ejemplos representativos.

PRÁCTICO

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): 4FA9329F500348511065E51CD3BAAF76
06/05/2026 - 11:00
Pág. 3 de 7

Se llevará a cabo prácticas sobre:

- Especiación basada en la determinación de diferentes estados de oxidación
- Especiación basada en fraccionamiento secuencial

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Cornelis, R.; Crews, H.; Caruso, J. and Heumann, K. (Eds.). Handbook of Elemental Speciation: Techniques and Methodology; John Wiley & Sons: Chichester, 2003.
- Cornelis, R.; Crews, H.; Caruso, J. and Heumann, K. (Eds.). Handbook of Elemental Speciation II: Species in the environment, food, medicine and occupational health; John Wiley & Sons: Chichester, 2005.
- Caruso, J.A.; Sutton, K.L.; Ackley, K.L. Elemental speciation. New approaches for trace element analysis. Wilson and Wilson Comprehensive Analytical Chemistry Series (Barceló, D. Ed.), Volumen XXXIII; Elsevier: Amsterdam, 2000.
- Ure, A.M.; Davidson, C.M. (Eds). Chemical Speciation in the Environment (2nd edition); Blackwell Science Ltd: Oxford, U.K., 2002.
- Craig, P.J. (Ed.). Organometallic compounds in the environment. (2nd edition); Wiley–VCH: New York, 2003.
- Ebdon, L.; Pitts, L.; Cornelis, R.; Crews, H.; Donard, O.F.X.; Quevauviller, Ph. (Eds). Trace Element Speciation for Environment, Food and Health. RSC Series; Royal Society of Chemistry: Cambridge. MA, 2001.
- Imran, A.; Aboul-Enein, Hassan Y. Instrumental Methods in Metal Ion Speciation. In Chromatographic Science Series, Cazes, J. and Grinberg, N. (Eds); CRC Press: Boca Ratón, 2006.
- Szpunar, J. and Lobinski, R. Hyphenated techniques in speciation analysis. In RSC Chromatography Monographs, Smith, R. M. (Ed.); Royal Society of Chemistry: Cambridge. MA, 2003.
- Crea, F. and Pettignano, A. Chemical Speciation of Organic and Inorganic components of Environmental and Biological Interest in Natural Fluids. Behaviour, Interaction and Sequestration. In Molecules, MDPI Editorial, Switzerland, 2020.
- Bakirdere , S. Speciation Studies in Soil, Sediment and Environmental Samples (1st ed.). CRC Press, Boca Raton 2013.
- Ali, I. and Aboul-Enein, H.Y. Instrumental methods in metal ion speciation. Taylor and Francis, CRC Press, Boca Raton 2006.
- Di Bonito, M; Lofts, S. and Groenenberg, J.E. Chapter 11 - Models of Geochemical Speciation: Structure and Applications. Editor(s): Benedetto De Vivo, Harvey E. Belkin, Annamaria Lima, Environmental Geochemistry (Second Edition), Elsevier, 2018.
- Adamo, P.; Agrelli, D. and Zampella, M. Chapter 9 - Chemical Speciation to Assess Bioavailability, Bioaccessibility and Geochemical Forms of Potentially Toxic Metals (PTMs) in Polluted Soils, Editor(s): Benedetto De Vivo, Harvey E. Belkin, Annamaria Lima, Environmental Geochemistry (Second Edition), Elsevier, 2018.
- Bjerregaard, P.; Andersen, C.B.I. and Andersen, O. Chapter 21 - Ecotoxicology of Metals—Sources, Transport, and Effects on the Ecosystem, Editor(s): Gunnar F. Nordberg, Bruce A. Fowler, Monica Nordberg, Handbook on the Toxicology of Metals (Fourth Edition), Academic Press, 2015.
- Schofield, K. Chapter 7 - Trace species reported combustion behavior and their chemistry, Editor(s): Keith Schofield, Combustion Emissions, Academic Press, 2020.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

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): 4FA9329F500348511065E51CD3BAAF76 Pág. 4 de 7

ENLACES RECOMENDADOS

http://www.speciation.net/

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
- MD06 Prácticas externas
- 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 le haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

- **Prueba escrita.** Para la evaluación de los conocimientos teóricos se realizará una prueba escrita. Esta prueba tendrá un peso del 40% de la calificación final.
- **Evaluación de asistencia y participación activa a las clases de teoría.** 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 o cualquier tarea asignada, pudiéndose evaluar, si procede, la capacidad de trabajo en equipo. Se podrá optar por la utilización de listas de cotejo, rúbricas o instrumentos desarrollados por el equipo docente encargado de impartir la materia. Esta evaluación tendrá un peso del 10% de la calificación final.
- **Evaluación de asistencia y participación activa a las clases de prácticas.** 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 o cualquier tarea asignada, pudiéndose evaluar, si procede, la capacidad de trabajo en equipo. Se podrá optar por la utilización de listas de cotejo, rúbricas o

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): 4FA9329F500348511065E51CD3BAAF76 Pág. 5 de 7

instrumentos desarrollados por el equipo docente encargado de impartir la materia. Esta evaluación tendrá un peso del 10% de la calificación final. La asistencia a las sesiones de laboratorio es obligatoria
- **Resolución de ejercicios o proyectos.** Proyecto o ejercicio complejo que, el estudiante o grupo de estudiantes, deberá ir resolviendo a lo largo del curso. Al final del curso se entregará el proyecto a través de PRADO y posterior exposición y defensa, contribuyendo a un 40% de la calificación final.

Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación mínima tanto en el trabajo como en la prueba escrita de 5 sobre 10.

El uso de la IA para la resolución de ejercicios/proyectos está prohibida. Si se detecta su utilización supondría un suspenso en la asignatura.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La evaluación en tal caso consistirá en un examen final sobre los contenidos teóricos desarrollados en las clases y la entrega de un proyecto/ejercicio completo previamente asignado. El formato del examen (preguntas largas, cortas, etc.) será seleccionado por el equipo docente encargado de impartir la materia. La puntuación obtenida en este examen constituirá el 60% de la calificación otorgada siguiendo este tipo de evaluación, y el otro 40% será la evaluación del trabajo presentado. Será necesario para aprobar alcanzar un 5 en ambas partes. Si no se ha asistido a prácticas de laboratorio se hará además un examen teórico-práctico en el laboratorio previo a la realización del examen. Será necesario aprobar este examen de laboratorio para superar la asignatura.

El uso de la IA para la resolución de ejercicios/proyectos está prohibida. Si se detecta su utilización supondría un suspenso en la asignatura.

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.

La evaluación en tal caso consistirá en un examen final sobre los contenidos teóricos desarrollados en las clases y la entrega de un proyecto/ejercicio completo previamente asignado. El formato del examen (preguntas largas, cortas, etc.) será seleccionado por el equipo docente encargado de impartir la materia. La puntuación obtenida en este examen constituirá el 60% de la calificación otorgada siguiendo este tipo de evaluación, y el otro 40% será la evaluación del trabajo presentado. Será necesario para aprobar alcanzar un 5 en ambas partes. Si no se ha asistido a prácticas de laboratorio se hará además un examen teórico-práctico en el laboratorio previo a la realización del examen. Será necesario aprobar este examen de laboratorio para superar la asignatura.

El uso de la IA para la resolución de ejercicios/proyectos está prohibida. Si se detecta su

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): 4FA9329F500348511065E51CD3BAAF76
06/05/2026 - 11:00
Pág. 6 de 7

utilización supondría un suspenso en la asignatura.

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-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): 4FA9329F500348511065E51CD3BAAF76
06/05/2026 - 11:00
Pág. 7 de 7