

# TÉCNICAS ANALÍTICAS DE SEPARACIÓN AVANZADAS Y ESPECTROMETRÍA DE MASAS

**Máster Universitario en Ciencias y  
Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas**

**Curso Académico 2025/2026**

**1<sup>er</sup> Cuatrimestre**

## GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>TÉCNICAS ANALÍTICAS DE SEPARACIÓN AVANZADAS Y ESPECTROMETRÍA DE MASAS</b>
Código:	<b>203063</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS ANALÍTICAS Y BIOANALÍTICAS</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	Departamento de Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química, Universidad de Alcalá Departamento de Química Analítica, Universidad Complutense de Madrid Departamento de Tecnología Química y Ambiental, Universidad Rey Juan Carlos Departamento de Química y Bioquímica, Universidad San Pablo CEU
Carácter:	<b>OBLIGATORIA</b>
Créditos ECTS:	<b>6</b>
Curso y cuatrimestre:	1º- 1 <sup>er</sup> Cuatrimestre
Profesorado:	Profesores participantes de las universidades de Alcalá, Complutense de Madrid, Rey Juan Carlos y San Pablo CEU <b>Coordinadores:</b> Merichel Plaza del Moral (merichel.plaza@uah.es) y Pablo Purohit Pacheco (ppurohit@ucm.es)
Horario de Tutoría:	Flexible con cita previa
Idioma en el que se imparte:	Castellano

### 1.a PRESENTACIÓN

El análisis de muestras complejas en campos muy diversos requiere el uso de técnicas de separación con las características adecuadas para su posterior detección. En esta asignatura se estudian técnicas de separación cromatográficas y electroforéticas en modalidades avanzadas, incluido el acoplamiento entre diversas técnicas de separación. Estas herramientas son indispensables para el análisis de muestras cuando se requiere la identificación/cuantificación de gran cantidad de analitos en muestras de diferente tipo. La asignatura aborda también características avanzadas de la espectrometría de masas y su acoplamiento a las técnicas de separación, lo que posibilita tanto el análisis cualitativo como cuantitativo y estructural de muestras complejas en áreas medioambientales, sanitarias o de alimentos entre otras.

## 1.b PRESENTATION (en inglés)

The analysis of complex samples in a wide variety of fields requires the use of separation techniques that provide samples with suitable characteristics for further detection. In this course, chromatographic and electrophoretic separation techniques are studied in advanced modalities and the coupling between various separation techniques is included in such a way that tools are provided for the analysis of samples in which the identification/quantification of many analytes is required and that can be applied in very diverse areas. The subject also addresses the coupling of separation techniques to mass spectrometry, enabling both the qualitative and quantitative analysis of complex samples in environmental, health or food areas, among others.

## 2. COMPETENCIAS y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

### Resultados del proceso de enseñanza y aprendizaje

- Aplicar las técnicas y metodologías de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas para la detección y cuantificación de analitos de interés en muestras complejas (C01).
- Demostrar capacidad para el análisis de problemas en el ámbito de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas identificando sus aspectos más relevantes en función de la información disponible (C02).
- Participar en la aplicación avanzada de nuevos principios y metodologías para la resolución de problemas complejos en el ámbito de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas (C03).
- Conocer los fundamentos teóricos científico-técnicos de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas (K01).
- Aplicar técnicas instrumentales de análisis para la resolución de problemas complejos en Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas (H01).
- Aplicar técnicas de caracterización al análisis de materiales y sistemas químicos complejos en el ámbito de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas (H02).
- Utilizar programas informáticos para el análisis de datos complejos en la resolución de problemas en el ámbito de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas (H03).
- Evaluar la calidad de los resultados teóricos y prácticos utilizando herramientas estadísticas adecuadas (H04).
- Aplicar conocimientos teóricos y prácticos a la resolución de problemas científico-técnicos complejos de elevado interés social en ámbitos de aplicación de la titulación (H05).
- Elaborar informes, argumentaciones motivadas, planes, programas o proyectos de carácter científico y técnico en el ámbito de las Ciencias y Tecnologías Analíticas y Bioanalíticas (H07).

### 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
<p><b>Tema 1. Técnicas cromatográficas avanzadas.</b></p> <p>1.1 Cromatografía de gases. Nuevos sistemas de inyección. Nuevas fases estacionarias. Desarrollo y optimización de métodos. Aplicaciones.</p> <p>1.2 Cromatografía de líquidos. Modos de separación. Nuevas fases estacionarias. Elución en gradiente. UHPLC. Miniaturización. Desarrollo y optimización de métodos. Aplicaciones.</p> <p>1.3 Cromatografía de fluidos supercríticos. Fundamentos. Instrumentación. Desarrollo y optimización de métodos. Aplicaciones.</p>	<p>Sesiones expositivas: 10 h Seminarios: 8 h</p>
<p><b>Tema 2. Técnicas electroforéticas avanzadas.</b></p> <p>2.1. Introducción</p> <p>2.2. Electroforesis capilar. Fundamentos.</p> <p>2.3. Modos de separación basados en principios electroforéticos.</p> <p>2.4. Modos de separación basados en principios electroforéticos y cromatográficos.</p> <p>2.5. Instrumentación</p> <p>2.3. Avances para la mejora de la sensibilidad</p> <p>2.4. Aplicaciones</p>	<p>Sesiones expositivas: 6 h Seminarios: 4 h</p>
<p><b>Tema 3. Técnicas de separación acopladas.</b></p> <p>3.1. Introducción a las técnicas cromatográficas multidimensionales</p> <p>3.2. Acoplamientos LC-LC y LCxLC</p> <p>3.3. Acoplamientos GC-GC y GCXGC</p> <p>3.4. Acoplamientos LC-GC</p> <p>3.5. Aplicaciones</p>	<p>Sesiones expositivas: 3 h Seminarios: 2 h</p>

<p><b>Tema 4. Espectrometría de masas.</b>                  4.1. Revisión de fundamentos                  4.2. Espectrómetro de masas. Fuentes de ionización gaseosas y de desorción. Analizadores de baja (cuadrupolo y trampa de iones) y alta resolución (tiempo de vuelo y orbitrap)                  4.3. Mecanismos de fragmentación de compuestos orgánicos                  4.4. Espectrometría de masas atómica. ICP-MS                  4.5. Aplicaciones</p>	<p>Sesiones expositivas: 5 h                  Seminarios: 4 h</p>
<p><b>Tema 5. Espectrometría de masas en tándem.</b>                  5.1. Fundamentos de la MS en tándem                  5.2. MS en tándem en el tiempo                  5.3. MS en tándem en el espacio: analizadores acoplados                  5.4. Modos de análisis                  5.5. Ventajas de la MS en tándem                  5.6. Aplicaciones</p>	<p>Sesiones expositivas: 3 h                  Seminarios: 4 h</p>
<p><b>Tema 6. Acoplamientos de técnicas de separación a espectrometría de masas.</b>                  6.1. Introducción: tipos de registros                  6.2. Cromatografía de gases y espectrometría de masas (GC/MS)                  6.3. Cromatografía de líquidos y espectrometría de masas (LC/MS)                  6.4. Electroforesis capilar y espectrometría de masas (CE/MS)                  6.5. Aplicaciones</p>	<p>Sesiones expositivas: 3 h                  Seminarios: 3 h</p>

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE- ACTIVIDADES FORMATIVAS

### 4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Actividades formativas	Horas
Presencialidad o interactividad síncrona	Clases de teoría: 30 h Seminarios: 25 h Presentación de trabajos y actividades de evaluación: 5 h

Trabajo autónomo del estudiante:	90 h
Total horas	150 h

## 4.2. Metodologías, materiales y recursos didácticos

Metodologías	Materiales y recursos didácticos
MD01. Exposición de temas por el profesor (lecciones magistrales).	
MD02. Aprendizaje colaborativo: debate y resolución de casos, seminarios y problemas prácticos fomentando la colaboración y el intercambio de conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material audiovisual.</li> <li>• Libros relacionados con la materia de la asignatura.</li> <li>• Bases de datos disponibles en las bibliotecas de cada universidad.</li> <li>• Plataforma Virtual Blackboard Collaborate, Moodle.</li> </ul>
MD04. Aprendizaje invertido: actividades de aplicación, discusión y profundización en clase a partir de materiales de aprendizaje.	

## 5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación

*“Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación han de seguirse las pautas marcadas en el Reglamento por el que se establecen las Normas de Convivencia de las Universidades participantes, así como las posibles implicaciones de las irregularidades cometidas durante dichas pruebas, incluyendo las consecuencias por cometer fraude académico según el Reglamento de Régimen Disciplinario del Estudiantado de las Universidades participantes”.*

### Evaluación continua:

Todo el proceso de evaluación estará inspirado en la evaluación continua del estudiante, de tal forma que se garantice la adquisición tanto de los contenidos como de las competencias de la asignatura. La evaluación se adecua a lo establecido en la normativa de evaluación de los aprendizajes de las universidades participantes (UAH, UCM, URJC, USPCEU).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Normativa UAH: <https://www.uah.es/export/sites/uah/es/conoce-la-uah/organizacion-y-gobierno/galleries/Galeria-Secretaria-General/Normativa-Evaluacion-Aprendizajes.pdf>

Normativa UCM: <https://www.ucm.es/sistema-de-evaluacion>

Normativa URJC: <https://www.urjc.es/estudiar-en-la-urjc/admision/274-master#normativa-de-masteres-universitarios> <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-17643>

Normativa USPCEU: <https://www.uspceu.com/portals/0/docs/conocenos/normativa-universitaria/Reglamento-sobre-pruebas-de-evaluacion-y-su-revision.pdf>

Para la evaluación del estudiantado se tendrán en cuenta los sistemas de evaluación y porcentajes que aparecen en la siguiente tabla:

Sistemas de evaluación	Tipo de prueba	PORCENTAJE ORDINARIA	PORCENTAJE EXTRAORDINARIA	PORCENTAJE FINAL
SE01.	Pruebas escritas.	50	50 <sup>a</sup>	50
SE02.	Informes de resolución de casos, supuestos y problemas.	10	10	---
SE03.	Debate y discusión durante las actividades presenciales.	10	10	---
SE04.	Rúbricas de elaboración, exposición y defensa de trabajos.	20	20	50
SE06.	Informe crítico de textos científicos, conferencias y seminarios.	10	10	---

<sup>a</sup> Este SE se volverá a evaluar en la convocatoria extraordinaria.

- **Convocatoria ordinaria**

Será necesario obtener una puntuación mínima de 4,0 sobre 10 en la prueba escrita (SE01) para tener en cuenta las contribuciones de SE02, SE03, SE04 y SE06 en la calificación final.

Para superar la asignatura en la convocatoria ordinaria se ha de obtener una calificación superior o igual a 5,0.

- **Convocatoria extraordinaria**

Aquellos estudiantes que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria tendrán derecho a otra convocatoria extraordinaria.

Se realizará una prueba escrita (SE01) en la fecha establecida en el periodo de evaluación extraordinaria. Será necesario obtener una puntuación mínima de 4,0 sobre 10 en este apartado para tener en cuenta las demás contribuciones en la calificación final. En caso de no alcanzarse dicha puntuación el estudiante tendrá una calificación de suspenso en la convocatoria extraordinaria.

Se mantendrán las calificaciones obtenidas durante el curso en los restantes sistemas de evaluación (SE02, SE03, SE04, SE06).

Para superar la asignatura en la convocatoria extraordinaria se ha de obtener una calificación superior o igual a 5,0.

## Evaluación final:

El estudiantado podrá acogerse a la evaluación final, sin perjuicio de que sus causas tengan que ser valoradas en cada caso concreto, la realización de prácticas presenciales, las obligaciones laborales, las obligaciones familiares, los motivos de salud y la discapacidad. El hecho de seguir los estudios a tiempo parcial no otorga por sí mismo el derecho a optar por la evaluación final.

El estudiante de Máster Universitario, para acogerse a la evaluación final, tendrá que solicitarlo por escrito al director del Máster en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, explicando las razones que le impiden seguir el sistema de evaluación continua. En el caso de aquellos estudiantes que por razones justificadas no tengan formalizada su matrícula en la fecha de inicio del curso o del periodo de impartición de la asignatura, el plazo indicado comenzará a computar desde su incorporación a la titulación. El director del Máster junto con la Comisión de Coordinación Académica valorará las circunstancias alegadas por el estudiante y tomarán una decisión motivada. Transcurridos 15 días hábiles sin que el estudiante haya recibido respuesta expresa por escrito a su solicitud, se entenderá que ha sido estimada.

Se realizará una prueba escrita (SE01) en la fecha establecida. Será necesario obtener una puntuación mínima de 4,0 sobre 10 en este apartado para tener en cuenta las demás contribuciones en la calificación final. En caso de no alcanzarse dicha puntuación el estudiante tendrá una calificación de suspenso.

Se realizará un trabajo propuesto por el profesorado que deberá ser expuesto y defendido en público (SE04).

Del mismo modo que en evaluación continua, para superar la asignatura se ha de obtener una calificación superior o igual a 5,0.

*La metodología de enseñanza-aprendizaje y el proceso de evaluación se ajustarán cuando sea necesario, con las orientaciones de la Unidad de Atención a la Diversidad, para aplicar adaptaciones curriculares a los estudiantes con necesidades específicas.*

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. “Técnicas de separación en Química Analítica”, R. Cela, R.A. Lorenzo y M.C. Casais. Síntesis, Madrid, 2003.
2. “Mass Spectrometry: a textbook”, J H. Gross. Springer-Verlag, Berlin, 2004.
3. “Fundamentos de Cromatografía” L.M. Polo Díez. Ed. Dextra, 2015
4. “Chromatography: Principles and Instrumentation” Mark F. Vitha. Ed. John Wiley & Sons, Incorporated, 2016.
5. “Capillary Electromigration Separation Methods”, Colin F. Poole Ed., in Handbooks in Separation Science, Elsevier, 2018.

6. "Analysis and Detection by CE", ML Marina, A. Ríos and M. Valcárcel, Eds., in Comprehensive Analytical Chemistry, Elsevier, 2005.
7. "Quantitative Chemical Analysis (10th Edition)" - Harris, Daniel C.; Lucy, Charles A. Ed. W H Freeman & Co. ISBN-10 : 1319164307.
8. Student Solutions "Manual for the 10th Edition of Harris 'Quantitative Chemical Analysis'. Harris, Daniel C. Ed. W H Freeman & Co. ISBN-10: 131933024X
9. Gary L. Glish, Richard W. Vachet. The basics of mass spectrometry in the twenty-first century. Nature Reviews Drug Discovery (2003) 2, 140-150.
10. Fred W. McLafferty. A Century of Progress in Molecular Mass Spectrometry. Annual Reviews of Analytical Chemistry (2011) 4, 1-22.