

Curso
2026/2027

Guía Docente:

METODOLOGÍAS AVANZADAS EN QUÍMICA ANALÍTICA



FACULTAD DE
CIENCIAS QUÍMICAS

1. IDENTIFICACIÓN

Titulación	Grado en Química			Código	801502
Asignatura	Metodologías Avanzadas en Química Analítica			ECTS	6
Materia	Química Analítica Avanzada				
Módulo	Avanzado				
Carácter	Optativo	Curso	Cuarto	Semestre	Segundo
Departamento responsable	Química Analítica				

Profesores responsables

Actividad	Profesor	Email	Despacho
Tª/S/Tut.	ESTEFANÍA MORENO GORDALIZA	emorenog@ucm.es	QB-438
Tª/S/Tut.	ESTHER SÁNCHEZ TIRADO	esther.sanchez@ucm.es	QA-405

Laboratorio QA302 / QA407 / Aula de informática

Grupo	Profesor	Email	Despacho
Único	REBECA M. TORRENTE RODRÍGUEZ	rebecamt@ucm.es	QB-437
Único	MELISA DEL BARRIO REDONDO	melisdel@ucm.es	QB-433
Único	ROBERTO ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ GARCÍA	robalvar@ucm.es	QB-433

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Estudiar y aplicar metodologías avanzadas en el campo de la Química Analítica relacionadas con la optimización y diseño experimental, el análisis de datos, la hibridación instrumental, la automatización y miniaturización, y los aspectos más relevantes de los sensores químicos y bioquímicos y de la Química Bioanalítica.

Objetivos específicos

- Proporcionar una base de conocimientos sobre metodologías avanzadas del análisis químico.
- Conocer y aplicar los fundamentos de la quimiometría en optimización y diseño experimental.
- Conocer y aplicar los fundamentos de la quimiometría en calibración multicomponente y en procesamiento de señales.
- Conocer y utilizar los principios generales de la hibridación instrumental.
- Conocer el fundamento y las aplicaciones de las principales técnicas automáticas de análisis.
- Conocer el fundamento y las aplicaciones de la miniaturización en procesos de análisis.
- Conocer el fundamento de los principales sensores químicos y bioquímicos.
- Conocer el fundamento de la Química Bioanalítica.

3. CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

Recomendaciones

Se recomienda haber superado las asignaturas Química Analítica I, Química Analítica II y Química Analítica III de la materia obligatoria Química Analítica del Módulo Fundamental.

Es recomendable que el estudiante tenga un nivel básico de inglés que le permita manejar bibliografía en inglés, realizar búsqueda de información, y comunicar por escrito y oralmente en ese idioma.

4. CONTENIDOS

Breve descripción de los contenidos

Contenidos teóricos:

Optimización y diseño experimental. Análisis de datos. Hibridación instrumental: acoplamientos de técnicas cromatográficas y electroforéticas con detección espectroscópica o por espectrometría de masas. Automatización y miniaturización de procesos analíticos. Introducción a los sensores químicos y bioquímicos. Introducción a la Química Bionalítica: inmunosensores; análisis clínicos.

Programa

TEÓRICO

Tema 1. Métodos multivariantes

- Multidimensionalidad de los datos.
- Análisis de la varianza.
- Métodos no supervisados (Análisis de Componentes Principales, Análisis de agrupamientos o clúster).
- Calibración multivariante (Regresión lineal clásica, inversa, mínimos cuadrados parciales, regresión de componentes principales).
- Análisis multicomponente.

Tema 2: Optimización y diseño experimental

- Fundamentos.
- Tipos de diseños.
- Diseños simultáneos. Diseño factorial y otros diseños.
- Diseños secuenciales. Método Simplex.

Tema 3: Métodos acoplados

- Introducción.
- Espectrometría de masas en tándem.
- Técnicas cromatográficas multidimensionales: cromatografía líquida multidimensional, cromatografía de gases multidimensional, acoplamiento LC-GC.
- Aplicaciones industriales y agroalimentarias.

Tema 4: Automatización y miniaturización

- Automatización en un laboratorio de análisis: definiciones y conceptos.
- Automatización de las diferentes etapas de un proceso analítico.
- Analizadores continuos y discontinuos.
- Miniaturización.

Tema 5: Química Bioanalítica

- Biomoléculas: Características y necesidades analíticas.
- Diferencias entre análisis dirigido y no dirigido. El laboratorio bioanalítico.
- Tratamiento de muestras biológicas. Aislamiento y purificación de ácidos nucleicos, proteínas y metabolitos. Aplicación de técnicas electroforéticas.
- Introducción al análisis de ácidos nucleicos: Determinación de DNA y RNA total. PCR; otras técnicas.
- Introducción al análisis de proteínas: Determinación de proteína total. Degradación de Edman. Identificación de proteínas mediante PMF y MS/MS.
- Introducción al análisis de metabolitos: Técnicas dirigidas (MRM) y no dirigidas (HRMS).
- Métodos enzimáticos.
- Técnicas de inmunoensayo.

Tema 6: Sensores y biosensores

- Principios básicos (características operacionales).
- Elementos de reconocimiento (químicos, biológicos) y de transducción (electroquímicos, ópticos, térmicos, de masa).
- Introducción a los (bio)sensores químicos (tipos según biorreceptor y transductor, inmovilización de biorreceptores, ejemplos representativos).

PRÁCTICAS

Los estudiantes realizarán un total de tres prácticas divididas en tres sesiones de 3 horas. Se incluirán aspectos prácticos de diseño experimental, calibración multicomponente, análisis de componentes principales y aplicación de la automatización en el control de parámetros de interés.

- **Práctica 1:** Control de calidad del aire mediante análisis multivariante de los datos de la red de calidad del aire de la Comunidad de Madrid.
- **Práctica 2:** Determinación simultánea de tres analitos en una muestra problema mediante análisis multicomponente y espectrofotometría ultravioleta aplicando un diseño experimental de mezclas.
- **Práctica 3:** Determinación simultánea de los isómeros L- y D- del ácido láctico en muestras de vino empleando un sistema de inyección en flujo y un biosensor amperométrico enzimático.

5. COMPETENCIAS**Generales**

CG2-MAQA1	Valorar la importancia de la Química Analítica y su impacto en la sociedad industrial y tecnológica.
CG3-MAQA1	Demostrar una base de conocimientos y habilidades con las que pueda continuar sus estudios en áreas especializadas de Química Analítica o en áreas multidisciplinares
CG4-MAQA1	Plasmar conocimientos avanzados de Química Analítica en el lenguaje científico, universal, entendido y compartido interdisciplinariamente.
CG7-MAQA1	Aplicar conocimientos teóricos y prácticos a la solución de problemas en Química Analítica y seleccionar el método más adecuado para resolverlos.
CG8-MAQA1	Valorar investigaciones y estudios detallados en el campo de la Química Analítica.

CG13-MAQA1	Desarrollar buenas prácticas científicas de medida y experimentación en Química Analítica.
------------	--

Específicas

CE6-MAQA1	Reconocer la potencialidad de la hibridación instrumental para la resolución de problemas analíticos complejos.
CE6-MAQA2	Reconocer la importancia de la automatización y de la miniaturización desde el punto de vista de la simplificación y calidad.
CE6-MAQA3	Reconocer la utilidad de sensores y biosensores, en particular para sus aplicaciones en el campo de la Química Analítica.
CE7-MAQA3	Interpretar y analizar los datos procedentes de sistemas de análisis químicos tanto simples como complejos.

Transversales

CT1-MA1	Elaborar y escribir memorias e informes de carácter científico y técnico.
CT2-MA1	Trabajar en equipo.
CT3-MA1	Aprender a tomar decisiones ante un problema real práctico.
CT4-MA1	Seleccionar el método más adecuado para resolver un problema analítico planteado.
CT5-MA1	Consultar, utilizar y analizar cualquier fuente bibliográfica.
CT5-MA2	Manejar bibliografía y bases de datos especializados, y de recursos accesibles a través de Internet.
CT8-MA1	Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales más habituales
CT11-MA1	Desarrollar trabajo autónomo.
CT12-MA1	Desarrollar sensibilidad hacia temas medioambientales y preservación del medioambiente.

6. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Una vez superada esta asignatura, el alumno deberá ser capaz de:

Teoría

1. Aplicar los fundamentos del diseño experimental- Identificar los tipos de diseños.
2. Planificar experimentos.
3. Diferenciar entre calibración univariante y multivariante.
4. Describir los tipos de calibración multivariante.
5. Definir análisis multicomponente.
6. Clasificar los métodos de análisis multicomponente.
7. Aplicar análisis multicomponente a sistemas complejos.
8. Explicar la necesidad de utilizar técnicas acopladas en análisis químico.
9. Clasificar los diferentes métodos acoplados.
10. Comparar los diferentes acoplamientos utilizados en análisis.
11. Definir los diferentes términos asociados a la automatización.
12. Describir cómo se automatizan las diferentes etapas del proceso analítico.

13. Clasificar los diferentes analizadores.
14. Planificar sistemas de análisis por inyección en flujo, tanto automatizados como no automatizados.
15. Describir los principios básicos de la miniaturización.
16. Describir los principios básicos de análisis enzimático.
17. Describir los principios básicos del inmunoensayo.
18. Describir los principios básicos de las técnicas análisis de ácidos nucleicos, metabolitos y proteínas.
19. Describir los principios básicos de los sensores.
20. Diferenciar los componentes básicos de un biosensor: elementos de transducción y reconocimiento.
21. Diferenciar los tipos de inmovilización básicos sobre distintos soportes.

Prácticas

1. Utilizar programas informáticos para el diseño experimental y el análisis multicomponente.
2. Analizar mezclas utilizando herramientas de diseño experimental y calibración multicomponente.
3. Manejar un sistema semiautomático de análisis por inyección en flujo para multideterminación.

7. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	30,5	59,5	3,64
Seminarios	5,5	9,5	0,6
Tutorías/Trabajos dirigidos	4	6	0,4
Prácticas	9	6	0,56
Preparación de trabajos y exámenes	9	11	0,8
Total	58	92	6

8. METODOLOGÍA

Los contenidos de la asignatura se presentan a los alumnos en **clases presenciales**, de cuatro tipos:

- a) **Clases de teoría**, en las que se dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrán claramente los objetivos principales del tema en estudio. Al final del tema se plantearán cuestiones que permitirán interrelacionar los conocimientos ya adquiridos. Para facilitar la labor de seguimiento por parte del alumno de las clases presenciales se le proporcionará parte del material docente utilizado por el profesor, bien en fotocopia o en el Campus Virtual. La explicación de cada uno de los temas se hará utilizando la pizarra y diversos medios audiovisuales.

- b) **Clases de seminarios**, en las que se explicarán problemas numéricos en donde se apliquen los temas desarrollados en las clases de teoría y se fomentará la participación de los estudiantes, suministrándole previamente una relación de problemas/ejercicios.
- c) **Prácticas**, en los que se realizarán experimentos de laboratorio para desarrollar aspectos relacionados con el diseño experimental, el análisis multicomponente, la automatización y la utilización de biosensores.
- d) **Tutorías** con grupos reducidos, en las que se discutirán los problemas y las cuestiones propuestos por el profesor relacionadas con el temario de la asignatura, así como casos prácticos concretos.

En **actividades dirigidas**, los alumnos deberán presentar problemas o cuestiones propuestos por el profesor y una serie de controles sobre distintos aspectos tratados en la asignatura.

Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y alumnos y como instrumento básico para poner a disposición de los alumnos el material que los profesores consideren necesario.

9. BIBLIOGRAFÍA

Básica

- Kellner, R.; Mermet, J.M.; Otto, M., Varcácel, M. y Widmer, H. M. "Analytical Chemistry: A Modern Approach to Analytical Science", 2ª ed., Wiley-VCH, 2004.

Complementaria

- D.A. Skoog.; F.J. Holler y S.R. Crouch "Principios de Análisis Instrumental", 6ª ed., Cengage Learning, 2008.
- L.M. Polo Díez "Fundamentos de Cromatografía", Dextra, 2015.
- M. Valcárcel, M.S. Cárdenas "Automatización y miniaturización en Química Analítica", Springer, 2000.
- F. Lottspeich, J. W. Engels (editores) "Bioanalytics - Analytical Methods and Concepts in Biochemistry and Molecular Biology" Wiley, 2018.
- S.R. Mikkelsen, E. Cortón "Bionalytical Chemistry", John Wiley –Interscience, 2016.
- J. Gross "Mass spectrometry. A textbook", Springer, 2017.
- F. Bănică. "Chemical Sensors and Biosensors: Fundamentals and Applications". Ed. John Wiley & Sons, 2012.

10. EVALUACIÓN

La evaluación del alumno se realizará a través de las actividades presenciales y no presenciales en las que participe. La calificación de la asignatura se realizará entre 0 y 10 puntos. Para aprobar la asignatura será necesario obtener 5 puntos. La calificación final, en ambas convocatorias, resultará de la media ponderada de las actividades evaluables, atendiendo a los porcentajes especificados en cada apartado. No obstante, para superar la asignatura será necesario alcanzar la nota mínima de 4,5 sobre 10 en el examen de teoría. En caso de no cumplirse este requisito, la calificación final será la media ponderada obtenida, con un máximo de 4,5 sobre 10.

La asistencia a las clases presenciales (teoría, seminarios, prácticas y tutorías) es obligatoria. Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el estudiante haya participado al menos en el 70 % del total de las actividades presenciales.

Si durante la calificación de la memoria del trabajo realizado en las prácticas se comprobase que hay plagio o que los resultados y las preguntas incluidas en la memoria no se correspondiesen con el trabajo realizado en el laboratorio, la nota de las prácticas será de 0.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (laboratorios, tutorías, entrega de problemas, controles) se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de esta u otras asignaturas.

En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.

Si se alcanza una calificación global de las prácticas de 5 o superior, la calificación obtenida se conservará durante el siguiente curso académico, no siendo necesario, en caso de repetir la asignatura, volver a realizarlas.

❖ **EXÁMENES ESCRITOS DE TEORÍA: 65%**

Se realizará un examen final que contará el 65% de la nota final.

En el examen se propondrán problemas y cuestiones teóricas relacionadas con el temario de la asignatura. En cada examen figurarán las puntuaciones máximas que se otorgan a cada cuestión y a cada problema.

Para poder superar la asignatura será necesario obtener al menos 4,5 puntos en la nota final del examen, siempre que la nota final ponderada de la asignatura sea de al menos 5 puntos.

Competencias evaluadas:

CG2, CG3, CG4, CG7, CG13

CE6-MAQA1, CE6-MAQA2, CE6-MAQA3, CE7-MAQA3

CT3, CT7.

❖ **TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS: 35%**

Se considerarán en este apartado las prácticas (20%) y los problemas y cuestiones propuestos por el profesor (15%).

Competencias evaluadas:

CG2, CG3, CG4, CG7, CG8, CG13

CE6-MAQA1, CE6-MAQA2, CE6-MAQA3, CE7-MAQA

CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT7, CT8, CT11, CT12.

❖ **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA:**

Como en la convocatoria ordinaria, el examen escrito de teoría contará el 65% de la nota final, siendo necesario obtener una calificación mínima de 4,5 sobre 10 en el examen para poder superar la asignatura por compensación con el resto de las actividades.

La evaluación del trabajo personal y actividades dirigidas (35%) del curso se tendrá en cuenta de la misma manera en la convocatoria extraordinaria.

Los alumnos que hayan suspendido las prácticas, siempre que hayan realizado la asistencia requerida, tendrán derecho a un examen final teórico y/o práctico.

PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES - CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. Métodos multivariantes	Clases Teoría	6	1	1ª Semana	3ª Semana
	Seminario	2	1	3ª Semana	3ª Semana
2. Optimización y diseño experimental	Clases Teoría	5	1	4ª Semana	5ª Semana
	Seminario	1	1	5ª Semana	6ª Semana
Tutoría*					
3. Métodos acoplados	Clases Teoría	4,5	1	6ª Semana	8ª Semana
	Seminario	0,5	1		
Tutoría*					
4. Automatización y miniaturización	Clases Teoría	5	1	8ª Semana	10ª Semana
	Seminario	1	1		
Tutoría*					
5. Química bioanalítica	Clases Teoría	6	1	10ª Semana	13ª Semana
6. Sensores y biosensores	Clases Teoría	4	1	14ª Semana	15ª Semana
	Seminario	1	1		
Tutoría*					
7. Prácticas	A realizar en el laboratorio y aula de informática	9	1	7ª Semana	
Examen Final					

* Las tutorías programadas están sujetas a posibles modificaciones según la planificación del resto de asignaturas del curso.

RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

ACTIVIDAD DOCENTE	COMPETENCIAS ASOCIADAS	ACTIVIDAD PROFESOR	ACTIVIDAD ESTUDIANTE	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN	P	NP	TOTAL	C
Clases de teoría	CG2, CG3, CG4, CG7, CG13, CE6, CE7, CT3, CT7	Exposición de conceptos teóricos. Planteamiento de cuestiones.	Participación en las preguntas formuladas por el profesor. Formulación de preguntas y dudas.	Calificación de la participación activa en lo relacionado con los conceptos teóricos	30,5	59,5	90	35%
Seminarios	CG2, CG3, CG4, CG7, CG13, CE6, CE7, CT3, CT7	Aplicación de la teoría a la resolución de problemas. Planteamiento de cuestiones.	Resolución de ejercicios y cuestiones. Formulación de preguntas y dudas	Calificación de la participación activa en lo relacionado con la resolución de los ejercicios prácticos	5,5	7,5	15	
Actividades dirigidas	CG2, CG3, CG4, CG7, CG8, CG13, CE6, CE7 CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT7, CT8, CT11, CT12	Elaboración y propuesta de trabajos. Valoración crítica de los mismos.	Elaboración por escrito del trabajo propuesto y relacionado con las prácticas en forma individual o en grupo.	Calificación del trabajo realizado		11	11	
Tutorías	CG2, CG3, CG4, CG7, CG8, CG13, CE6, CE7 CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT7, CT8, CT11, CT12	Planteamiento de cuestiones y problemas.	Resolución de las cuestiones y problemas planteados.	Calificación de los ejercicios propuestos por el profesor.	4	6	10	
Prácticas	CG2, CG4, CG7, CG13 CE6, CE7 CT1, CT2, CT5, CT7, CT12	Aplicación de la teoría a la resolución de problemas de laboratorio	Elaboración de un cuaderno de prácticas, evaluación de resultados experimentales.	Calificación de los seminarios	9	6	15	
Exámenes	CG2, CG3, CG4, CG7, CG13, CE6, CE7, CT3, CT7	Propuesta y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización de los exámenes.	Calificación de los exámenes realizados.	9		9	65%

P: Actividades presenciales

NP: Actividades no presenciales (trabajo autónomo)

C: Calificación