



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## QUÍMICA ANALÍTICA II

**Grado en Química**  
**Universidad de Alcalá**  

---

**Curso Académico 2022/2023**  
**3º – 1º Cuatrimestre**

## GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>QUÍMICA ANALÍTICA II</b>
Código:	<b>660015</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>GRADO EN QUÍMICA</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Dpto. Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química Área: QUÍMICA ANALÍTICA</b>
Carácter:	<b>OBLIGATORIO</b>
Créditos ECTS:	<b>9 (7 teóricos + 2 prácticos)</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>3º curso, 1º cuatrimestre</b>
Profesorado:	<b>Dra. Ángeles García González (Coordinadora) Dr. Antonio Luis Crego Navazo Dra. M<sup>a</sup> Concepción García López Dra. M<sup>a</sup> Paz San Andrés Lledó</b>
Horario de Tutoría:	<b>Concertar cita con el Profesor</b>
Idioma en el que se imparte:	<b>Español</b>

### 1. PRESENTACIÓN

En esta asignatura se continúa la adquisición de conocimientos esenciales en Química Analítica. Estos conocimientos complementarán el análisis cuantitativo volumétrico y gravimétrico y los fundamentos de las técnicas espectroscópicas, electroanalíticas y de separación que se adquirieron en la asignatura “Química Analítica I”. Con ambas asignaturas el alumno recibe una formación en Química Analítica que es fundamental para poder comprender y abordar la resolución de problemas analíticos básicos. Con ello, el alumno obtendrá una visión global de la disciplina y de su proyección que podrá consolidar en las asignaturas optativas impartidas en el siguiente curso.

Con este fin, se abordan la toma y preparación de muestras para el análisis químico, la automatización en el laboratorio, el análisis por espectrometría de masas y su hibridación instrumental, así como una introducción a los principios de quimiometría. Estos contenidos se abordan en 9 ECTS (7 teóricos y 2 prácticos) que tiene asignados esta asignatura.

## Prerrequisitos y Recomendaciones

Se recomienda haber cursado las asignaturas Química Básica, Operaciones Básicas de Laboratorio y Química Analítica I con fines a que el alumno posea los conocimientos esenciales previos para poder abordar eficazmente la asignatura.

## 2. COMPETENCIAS

### Competencias genéricas:

1. Capacidad para comunicar ideas y expresarse de forma correcta oral y escrita.
2. Desarrollo de habilidades para el trabajo en equipo.
3. Desarrollo de habilidades para el aprendizaje autónomo.
4. Desarrollo de la capacidad de argumentación con apoyo de los libros de texto y otras referencias proporcionadas en la asignatura.
5. Desarrollo de la capacidad crítica y autocrítica.

### Competencias específicas:

1. Conocer las técnicas de toma y tratamiento de muestra así como su transporte y conservación para el análisis.
2. Conocer los sistemas automáticos y automatizados empleados en los laboratorios analíticos así como el empleo de sensores.
3. Adquirir los conocimientos básicos de la espectrometría de masas así como su acoplamiento instrumental con otras técnicas.
4. Comprender y saber utilizar las herramientas quimiométricas más básicas empleadas en el tratamiento de datos analíticos y la comparabilidad de los mismos.
5. Saber utilizar las fuentes bibliográficas relacionadas con los procesos químico-analíticos.
6. Adquirir los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para seleccionar, planificar y aplicar la metodología analítica más adecuada para resolver problemas químico-analíticos de interés social en la actualidad.

## 3. CONTENIDOS

Los contenidos teóricos se han estructurado en 11 temas agrupados en 4 bloques.

### *BLOQUE I. TOMA Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS*

#### **Tema 1. Toma de muestra.**

Introducción. Importancia de la toma de muestra. Representatividad. Homogeneidad. Estabilidad. Diseño del plan de muestreo. Errores de muestreo. Estrategias generales de toma de muestra. Métodos y equipos para la toma de muestra.

**Tema 2. Tratamiento y puesta en disolución de la muestra.**

Introducción. Secado, trituración y división. Almacenamiento y transporte. Analitos inorgánicos y orgánicos. Disolución y mineralización por vía húmeda. Mineralización por vía seca. Descomposición por fusión.

**Tema 3. Técnicas de extracción y/o preconcentración de analitos. Eliminación de interferencias.** Introducción y clasificación. Extracción sólido-líquido, extracción con fluidos supercríticos, extracción líquido-líquido, extracción en fase sólida (intercambio iónico, fase inversa, fase normal, exclusión y afinidad), microextracción en fase sólida, extracción en fase gaseosa. Otras técnicas de aislamiento y preconcentración: destilación y evaporación de disolventes, procesos de membrana, coprecipitación. Preconcentración electroquímica: técnicas de redisolución.

*BLOQUE II. AUTOMATIZACIÓN Y SENSORES***Tema 4. Automatización en el laboratorio analítico.**

Introducción y definiciones. Sistemas automáticos y automatizados. Automatización de las etapas del proceso analítico. Automatización integral: analizadores. Analizadores discontinuos. Analizadores continuos de flujo segmentado y no segmentado. Análisis por inyección en flujo (FIA). Analizadores robotizados. Analizadores de procesos.

**Tema 5. Sensores.**

Introducción. Clasificación. Sensores químicos: sensores electroquímicos y sensores ópticos. Biosensores: sensores enzimáticos e inmunosensores.

*BLOQUE III. ESPECTROMETRÍA DE MASAS E HIBRIDACIÓN INSTRUMENTAL***Tema 6. Espectrometría de Masas en Química Analítica.**

Introducción. Conceptos básicos: isótopos y masa molecular monoisotópica. Espectro de masas. Parámetros Fundamentales: poder de resolución y exactitud de masa. Interpretación de un espectro de masas.

**Tema 7. El espectrómetro de masas.**

Introducción. Sistemas de entrada. La fuente de ionización. Fuentes de ionización moleculares: gaseosas y de desorción. Fuentes de ionización atómicas. El analizador de masas: analizadores de baja y de alta resolución. Detectores.

**Tema 8. Hibridación instrumental.**

Propiedades generales de los acoplamientos. Espectrometría de Masas en tándem. Técnicas de separación acopladas a Espectrometría de Masas Molecular.

*BLOQUE IV. INTRODUCCIÓN A LA QUIMIOMETRÍA***Tema 9. Tratamiento de datos en Química Analítica.**

Concepto y finalidad de la Quimiometría. Quimiometría y Proceso Analítico. Concepto de población y muestra. Tipos de error. Distribución de probabilidad normal. Distribución muestral de la media. Intervalo de confianza. Expresión de resultados.

### **Tema 10. Herramientas para asegurar la comparabilidad de datos analíticos.**

Introducción. Contraste de significación: hipótesis nula e hipótesis alternativa (errores  $\alpha$  y  $\beta$ ), contrastes de una y dos colas. Tipo de contrastes. Contrastes para detectar datos anómalos. Contraste para la comparación de varianzas. Contrastes para la comparación de medias. ANOVA para la comparación de varias medias.

### **Tema 11. Calibración metodológica univariante.**

Correlación y regresión. Regresión lineal simple: análisis de residuos, método de mínimos cuadrados, errores de los coeficientes de regresión, homocedasticidad y ANOVA de la regresión. Calibración instrumental y metodológica. Calibración por el método de patrón externo: error de la predicción. Calibración por el método de las adiciones patrón: error de la predicción. Calibración por el método del patrón interno: error de la predicción. Regresión lineal en la comparación de métodos de análisis.

Los contenidos prácticos se han distribuido en 5 prácticas de laboratorio:

**Práctica 1.** Preconcentración por intercambio iónico de cobre (II) contenido a nivel de trazas en disolución acuosa.

**Práctica 2.** Determinación de cadmio (II) y plomo (II) por voltamperometría de redisolución anódica.

**Práctica 3.** Determinación automática del contenido de polifenoles totales en vinos mediante análisis por inyección en flujo.

**Práctica 4.** Determinación de herbicidas tipo triazina por cromatografía líquida de alta eficacia en fase inversa previa preconcentración por extracción en fase sólida.

**Práctica 5.** Aplicación de las pruebas de hipótesis y del análisis de regresión a la evaluación de datos analíticos.

Bloques de contenido (se pueden especificar los temas si se considera necesario)	Total de clases, créditos u horas
BLOQUE I	• 20 horas
BLOQUE II	• 8 horas
BLOQUE III	• 12 horas
BLOQUE IV	• 16 horas
PRÁCTICAS	• 32 horas

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

En cada bloque temático se incluyen diversas actividades formativas concebidas con el fin de fomentar un aprendizaje significativo de las competencias específicas, así como desarrollar las competencias genéricas seleccionadas. Se indicará a los alumnos las diferentes actividades formativas (exposiciones, seminarios y actividades dirigidas) planificadas al comienzo de cada bloque temático, ya que su realización, siguiendo la metodología docente explicada por el profesor, es esencial para ser evaluado en la asignatura. Se utilizarán herramientas informáticas (hojas de cálculo, fuentes de información, etc.) y diversas estrategias colaborativas con el objetivo de transferir y no sólo transmitir, los conocimientos esenciales de cada lección y fomentar las competencias genéricas.

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

Número de horas presenciales: 88	Clases teóricas y seminarios: 56 Prácticas de laboratorio: 32
Número de horas del trabajo propio del estudiante: 137	Horas de estudio, elaboración de actividades, preparación exámenes, actividades <i>online</i>
Total horas	225

### 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

Clases presenciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases teóricas en grupos grandes.</li> <li>• Clases expositivas para presentar un tema, introducir a los alumnos en una temática y llegar a conclusiones.</li> <li>• Clases para el desarrollo, aplicación y profundización de conocimientos a través de diferentes estrategias: estudio de casos, resolución de problemas, etc.</li> <li>• Seminarios para resolver problemas y plantear actividades dirigidas.</li> <li>• Prácticas de laboratorio.</li> <li>• Tutorías colectivas.</li> </ul>
Trabajo autónomo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura y comprensión del material utilizado en la asignatura.</li> <li>• Realización de actividades: ejercicios, problemas y otras actividades dirigidas.</li> <li>• Lectura y comprensión del experimento.</li> <li>• Realización de actividades requeridas en las prácticas: cálculos, ejercicios y</li> </ul>

	búsqueda de información. • Realización del informe final.
Tutorías individualizadas	• Atención a los estudiantes individualmente para la celebración de tutorías, con el fin de realizar un adecuado seguimiento de los mismos.
Recursos Didácticos	• Libros de carácter docente • Ejercicios y problemas resueltos • Cuadernos de problemas • Guiones de prácticas • Material audiovisual • Plataforma de aula virtual • Software estadístico

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

### Procedimientos de evaluación

Los procedimientos de evaluación se ajustarán a la normativa Reguladora de los Procesos de evaluación de los Aprendizajes, aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011.

El alumno tendrá derecho a disponer de dos convocatorias, una ordinaria y otra extraordinaria. La convocatoria ordinaria estará basada en la evaluación continua, salvo para los alumnos a los que se haya reconocido el derecho a la evaluación final por alguno de los siguientes motivos: realización de prácticas presenciales, obligaciones laborales, obligaciones familiares, motivos de salud o discapacidad. En estos casos el alumno tendrá derecho a una evaluación final en la convocatoria ordinaria.

A continuación, se indican los procedimientos de evaluación para las tres situaciones que pueden darse: convocatoria ordinaria mediante evaluación continua, convocatoria ordinaria mediante evaluación final y convocatoria extraordinaria.

#### ➤ *Convocatoria ordinaria mediante evaluación continua:*

- En la evaluación continua de esta asignatura se tendrán en cuenta las calificaciones obtenidas en las tres pruebas parciales y en el examen final de Teoría, la realización de las Prácticas de Laboratorio y la calificación obtenida en el examen final del Laboratorio.
- La prueba final de Teoría consistirá en una prueba escrita sobre los contenidos de todos los bloques de la asignatura (de una duración máxima de 3 horas).
- El examen final del Laboratorio consistirá en una prueba teórico/práctica de las prácticas de laboratorio realizadas.

- Superadas todas las partes, la calificación final será una media ponderada, de acuerdo a lo descrito en el apartado Criterios de calificación.

➤ *Convocatoria ordinaria mediante evaluación final:*

- Para acogerse a la evaluación final, el estudiante tendrá que solicitarlo por escrito al decano o director de centro en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, explicando las razones que le impiden seguir el sistema de evaluación continua.
- La evaluación final de esta asignatura tendrá en cuenta la puntuación obtenida en el examen de Teoría, la realización de las Prácticas de Laboratorio y la puntuación obtenida en el examen del Laboratorio.
- El examen de Teoría consistirá en una prueba escrita sobre los contenidos de todos los bloques de la asignatura con una extensión superior a la prueba final de la evaluación continua (de una duración máxima de 4 horas).
- El examen del Laboratorio consistirá en una prueba teórico/práctica sobre los contenidos de todas las prácticas de laboratorio realizadas.
- Superadas todas las partes, la calificación final será una media ponderada, de acuerdo a lo descrito en el apartado *Criterios de calificación*.

➤ *Convocatoria extraordinaria:*

- Aquellos alumnos que no hayan superado la convocatoria ordinaria tendrán derecho a una convocatoria extraordinaria de la asignatura.
- La convocatoria extraordinaria consistirá en la realización de un examen de Teoría y/o un examen de las Prácticas de Laboratorio. Cada alumno realizará el examen de la/s parte/s (Teoría y/o Prácticas de Laboratorio) que no haya superado en la convocatoria ordinaria.
- El examen de Teoría consistirá en una prueba escrita sobre los contenidos de todos los bloques de la asignatura (de una duración máxima de 4 horas).
- El examen del Laboratorio consistirá en una prueba teórico/práctica sobre los contenidos de todas las prácticas de laboratorio realizadas.
- Superadas todas las partes, la calificación final será una media ponderada, de acuerdo a lo descrito en el apartado Criterios de calificación.

## Criterios de evaluación

La evaluación se realizará de acuerdo a los siguientes puntos:

- La realización de las Prácticas de Laboratorio es obligatoria para superar la asignatura, constituyendo un elemento imprescindible de la evaluación, tanto en la convocatoria ordinaria (continua o final) como extraordinaria para todos los estudiantes.
- Para aprobar la asignatura en la convocatoria ordinaria mediante evaluación continua será necesario superar las partes Teórica y Práctica con una nota mayor o igual a 5, respectivamente.
- Para aprobar la asignatura en la convocatoria ordinaria mediante evaluación final o en la convocatoria extraordinaria será necesario superar los exámenes de Teoría y de Prácticas de Laboratorio con una nota mayor o igual a 5.

- Los alumnos que realicen las Prácticas de Laboratorio, pero no las superen a lo largo de un curso académico, tendrán que volver a realizarlas en el laboratorio el curso académico siguiente. No podrán examinarse sin volver a realizarlas.
- Los alumnos que no superen las Prácticas de Laboratorio no pueden superar la asignatura. Esto implica que las Prácticas de Laboratorio no sólo deben realizarse sino también superarse.
- El alumno que no apruebe la asignatura, pero haya superado las Prácticas de Laboratorio tendrá la opción de no repetir las el siguiente curso académico, conservando la calificación alcanzada en el curso académico anterior. Ahora bien, si, haciendo uso de su derecho, el alumno decide volver a realizarlas, será nuevamente evaluado y tendrá que volver a obtener la calificación necesaria para superarlas.

### Criterios de calificación

La calificación de la asignatura tendrá en cuenta los siguientes puntos:

#### Teoría

- La teoría tendrá una ponderación del 75 % en la calificación final de la asignatura.
- Es requisito necesario para superar la asignatura obtener en la parte teórica una calificación igual o superior a 5 sobre 10.
- La calificación final de la parte teórica de la asignatura en la convocatoria ordinaria mediante evaluación continua tendrá en cuenta las pruebas parciales (con un peso del 60 %) y la prueba final (con un peso del 40 %).
- La nota correspondiente a las pruebas parciales será la media entre las distintas pruebas de teoría ponderadas en función a los créditos ECTS de la materia evaluada en la misma: bloque I, 36 %; bloque II 14%; bloque III 21% y bloque IV, 29 %.
- La nota correspondiente a la prueba final tendrá en cuenta la ponderación de los créditos ECTS correspondientes a los distintos bloques de la asignatura.
- La calificación final de la teoría en la convocatoria ordinaria mediante evaluación final y en la convocatoria extraordinaria se corresponderá con la calificación del examen, en el cual se tendrá en cuenta la ponderación de los créditos ECTS correspondientes a los distintos bloques de la asignatura.

#### Prácticas de Laboratorio

- Las Prácticas de Laboratorio tendrán una ponderación del 25 % en la calificación final de la asignatura.
- Es requisito necesario para superar la asignatura obtener en la parte práctica una calificación igual o superior a 5 sobre 10.
- La calificación final de las Prácticas de Laboratorio en la convocatoria ordinaria tendrá en cuenta el seguimiento diario del trabajo en el laboratorio y la prueba teórico/práctica sobre las prácticas de laboratorio.

- La calificación final de la Prácticas en la convocatoria extraordinaria tendrá en cuenta la prueba teórico/práctica sobre las prácticas de laboratorio realizadas.

Finalmente, se muestra un resumen de las contribuciones de los distintos ítems que intervienen en la evaluación y sus porcentajes en cada una de las convocatorias:

Ítem	Convocatoria Ordinaria Evaluación Continua	Convocatoria Ordinaria Evaluación Final	Convocatoria Extraordinaria
Pruebas parciales de Teoría	45 %	-	-
Prueba final de Teoría	30 %	75 %	75 %
Total (Teoría)	75 %	75 %	75 %
Prácticas de Laboratorio	25 %	25 %	25 %

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía Básica

- **“Análisis Químico de Trazas”**, C. Cámara y C. Pérez-Conde (Eds.). Síntesis, Madrid, 2011.
- **“Toma y tratamiento de muestra”**, C. Cámara y P.F. Hernando. Síntesis, Madrid, 2004.
- **“Técnicas de separación en Química Analítica”**, R. Cela, R.A. Lorenzo y M.C. Casais. Síntesis, Madrid, 2003.
- **“Análisis Instrumental”**, K.A. Rubinson y J.F. Rubinson. Pearson Education, 1ª Edición, Madrid, 2001.
- **“Análisis Químico Cuantitativo”**, D.C. Harris. Reverté, 3ª Edición, Barcelona, 2007.
- **“Fundamentos de Química Analítica”**, D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler y S.R. Crouch. Thomson, 8ª Edición, Madrid, 2004.
- **“Principios de Análisis Instrumental”**, D.A. Skoog, F.J. Holler y S.R. Crouch. Cengage Learning Editores, 6ª Edición, México, 2008.
- **“Automatización y Miniaturización en Química Analítica”**, M. Valcárcel y S. Cárdenas, Springer-Verlag, Heidelberg, 2000
- **“La Espectrometría de Masas en imágenes”**, L. Esteban. ACK Editores, Madrid, 1993.
- **“Mass Spectrometry: a textbook”**, J H. Gross. Springer-Verlag, Berlin, 2004.
- **“Técnicas Espectroscópicas en Química Analítica vol. II”**, A. Ríos Castro, M.C. Moreno-Bondi y B.M. Simonet Suau (Coords.) Síntesis, Madrid, 2012.

- “**Estadística y quimiometría para Química Analítica**”, J.N. Miller y J.C. Miller. Pearson Education, 4ª Edición, Madrid, 2002.
- “**Quimiometría**”, G. Ramis Ramos y M.C. García Álvarez-Coque. Síntesis, Madrid, 2001.

***La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.***