

**DOBLE GRADO  
FARMACIA - NUTRICIÓN  
HUMANA Y DIETÉTICA**

**Ficha Docente:  
QUÍMICA ANALÍTICA II**

**CURSO 2021-22**



**FACULTAD DE FARMACIA  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

## I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Química Analítica II

CARÁCTER: Obligatorio

MATERIA: Química

MÓDULO: Química

CURSO: Segundo

SEMESTRE: Primero

CRÉDITOS: 6 ECTS

DEPARTAMENTO/S: Química en Ciencias Farmacéuticas: U. D. Química Analítica

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Coordinador: Profa. Dra. María Antonia Martín Carmona  
[mantonia@ucm.es](mailto:mantonia@ucm.es)

Profesores:

Prof <sup>a</sup> Dña Cristina Coronel Gonzalo:	Profesor Asociado <a href="mailto:ccoronel@ucm.es">ccoronel@ucm.es</a>
Prof Dr. D. José Luis López Colón:	Profesor Asociado <a href="mailto:josellop@ucm.es">josellop@ucm.es</a>
Prof <sup>a</sup> Dra. Dña. Beatriz López Ruiz:	Catedrática de Universidad <a href="mailto:bealopru@ucm.es">bealopru@ucm.es</a>
Prof <sup>a</sup> Dra. Dña. M <sup>o</sup> Laura Martín Carbajo:	Profesor Asociado <a href="mailto:lauramartin@farm.ucm.es">lauramartin@farm.ucm.es</a>
Prof <sup>a</sup> Dra. Dña. M <sup>a</sup> Antonia Martín Carmona:	Titular de Universidad <a href="mailto:mantonia@ucm.es">mantonia@ucm.es</a>
Prof. <sup>a</sup> Dra. Dña. María Moreno Guzman:	Profesor Ayudante Doctor <a href="mailto:marimore@ucm.es">marimore@ucm.es</a>
Prof <sup>a</sup> Dra. Dña. Ana Isabel Olives Barba:	Profesor Contratado Doctor <a href="mailto:aiolives@ucm.es">aiolives@ucm.es</a>
Prof <sup>a</sup> Dra. Dña. Elena Rodríguez Rodríguez:	Titular de Universidad <a href="mailto:elerodri@ucm.es">elerodri@ucm.es</a>
Prof <sup>a</sup> Dra. Dña. Marta Sánchez-Paniagua López:	Titular de Universidad <a href="mailto:martasan@ucm.es">martasan@ucm.es</a>

## II.- OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Proporcionar al alumno los conceptos teóricos y prácticos que le permitan conocer y comprender las Técnicas Analíticas Instrumentales más frecuentes en el ámbito de las ciencias de la salud.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los principios físico-químicos en los que se basan las Técnicas Analíticas Instrumentales
- Conocer los equipos instrumentales, sus componentes y la función de cada uno de ellos.
- Adquirir las habilidades y criterios necesarios para afrontar la resolución de un problema analítico en sus diferentes etapas.
- Capacitar al estudiante para la elección y el manejo apropiado de técnicas instrumentales usuales en los laboratorios de química analítica.

## III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

### REQUISITOS PREVIOS

Los estudiantes deben tener los conocimientos previos de Matemáticas, Física, Química y Físico-química que le permitirán comprender los conceptos teóricos y prácticos de esta materia.

## IV.- CONTENIDOS

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS.

- Introducción a las técnicas analíticas más utilizadas en análisis cualitativo, cuantitativo y estructural.
- Métodos ópticos: componentes fundamentales de los equipos instrumentales. Espectrometrías atómicas y moleculares de absorción y de emisión. Métodos no espectroscópicos
- Técnicas electroanalíticas: técnicas potenciométricas. Técnicas voltamperométricas.
- Técnicas de separación. Cromatografía: principios básicos. Cromatografía de gases. Cromatografía de líquidos de alta eficacia HPLC. Modalidades. Cromatografía de fluidos supercríticos. Técnicas electroforéticas.
- Otras técnicas de aplicación en el ámbito farmacéutico. Espectrometría de masas. Modalidades. Métodos térmicos

### PROGRAMA DE TEORÍA.

**Tema 1.** Concepto e interés de las técnicas instrumentales. Clasificación. Evolución histórica.

**Tema 2.** Espectroscopia de absorción atómica: bases teóricas. Componentes de los equipos instrumentales. Interferencias. Ensanchamiento de líneas. Proyección analítica. Espectroscopia de la fluorescencia atómica.

**Tema 3.** Espectroscopia de emisión atómica. Fotometría de llama: Instrumentación y proyección analítica. Espectroscopia de emisión en plasma. Características de los plasmas analíticos. Métodos y equipos instrumentales. Interferencias. Proyección analítica. Espectroscopias láser. Microsonda láser.

**Tema 4.** Espectrofotometría de absorción molecular en el ultravioleta-visible. Transiciones electrónicas moleculares. Grupos cromóforos y auxóchromos. Componentes de los equipos instrumentales. Proyección analítica.

**Tema 5.** Espectrofotometría de absorción en el infrarrojo. Frecuencias de absorción, modos de vibración y tipos de bandas. Instrumentación. Espectrofotómetros de infrarrojo con transformada de Fourier. Técnicas de preparación de muestras. Proyección analítica. Espectroscopia Raman. Fundamento. Componentes de los equipos instrumentales. Proyección analítica.

**Tema 6.** Espectroscopia de luminiscencia. Aspectos teóricos de los procesos luminiscentes. Espectrofluorimetría. Espectrofosforimetría. Fosforescencia a temperatura ambiente. Equipos instrumentales. Proyección analítica.

**Tema 7.** Refractometría. Refractómetros clásicos e interferométricos. Proyección analítica. Polarimetría. Dispersión óptica rotatoria y dicroísmo circular. Instrumentación y proyección analítica.

**Tema 8.** Concepto de las técnicas electroanalíticas. Principios generales. Técnicas potenciométricas: Electroodos selectivos de membrana. Clasificación. Electroodos de vidrio, de membrana sólida y de membrana líquida. Sondas de gases y electroodos bioselectivos.

**Tema 9.** Técnicas voltamétricas. Curvas de intensidad-potencial. Polarografía clásica. Componentes de los equipos instrumentales. Otras técnicas polarográficas y voltamétricas. Proyección analítica. Amperometría: fundamento, instrumentación y proyección analítica.

**Tema 10.** Técnicas cromatográficas. Clasificación. Mecanismos de retención. Teoría de la columna. Eficacia y poder de resolución.

**Tema 11.** Cromatografía de gases. Aspectos específicos. Componentes básicos de los equipos instrumentales, características de los detectores. Modalidades de las cromatografías de gases. Control e influencia de la temperatura. Análisis cualitativo y cuantitativo.

**Tema 12.** Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC). Componentes básicos de los equipos instrumentales. Modalidades de la cromatografía de líquidos: características específicas de los equipos instrumentales en las diferentes modalidades. Separaciones isocráticas y en gradiente. Aplicaciones analíticas y preparativas. Cromatografía de fluidos supercríticos.

**Tema 13.** Técnicas electroforéticas. Tipos de electroforesis. Componentes de los equipos instrumentales. Sistemas de detección y cuantificación. Proyección analítica general.

**Tema 14.** Espectrometría de masas. Principios generales. Componentes básicos de los equipos instrumentales. Proyección analítica. Acoplamiento del espectrómetro de masas con otros equipos instrumentales.

**Tema 15.** Métodos térmicos. Clasificación. Termogravimetría. Análisis térmico diferencial. Calorimetría diferencial de barrido. Instrumentación. Proyección analítica.

### PROGRAMA DE PRÁCTICAS.

**Práctica 1. Espectrofotometría de absorción ultravioleta-visible.** Comprobación de la ley de Lambert-Beer.

**Práctica 2. Fluorimetría.** Determinación cuantitativa de riboflavina. Amortiguación de la fluorescencia de la riboflavina por la cafeína

**Práctica 3. Fotometría de llama.** Determinación de Na y K en líquidos biológicos.

**Práctica 4. Refractometría.** Determinación del índice de refracción de un líquido.

**Práctica 5. Polarimetría.** Control de calidad de un producto ópticamente activo

**Práctica 6. Cromatografía.** H.P.L.C. Separación de los isómeros de la vitamina E por cromatografía de líquidos.

**Práctica 7. Medida de los ángulos de dispersión mediante un espectrogoniómetro.** Determinación de la constante de una red de difracción. Medida de longitudes de onda de radiaciones electromagnéticas.

### V.- BIBLIOGRAFÍA

C. Cámara, P. Fernández, A. Martín-Esteban, C. Pérez-Conde y M. Vidal. "Toma y tratamiento de muestras". Ed. Síntesis. Madrid, 2002.

G Christian. "Química Analítica". Traducción de la 6ª ed. Ed. McGraw Hill, 2009.

Clarke's "Analysis of Drugs and Poisons", 3ª ed. A.C. Moffat, M.D. Osselton, B. Widdop (Eds.), Pharmaceutical Press, Londres, 2005.

D.C. Harris. "Análisis químico Cuantitativo" 3ª ed. Ed. Reverté, Barcelona, 2007.

L. Hernández Hernández, C. González Pérez. "Introducción al Análisis Instrumental". Ed. Ariel, 2002.

S. Higson, P. Balderas. "Química Analítica". Ed. McGraw Hill, 2007.

## Ficha Docente: Química Analítica II

---

R. Kellner, J.M. Mermet, M. Otto, M. Valcarcel, H.M. Widmer. "Analytical Chemistry". 2ª ed. Ed. Wiley-VCH, 2004.

K.A. Robinson, J.F. Robinson. "Análisis Instrumental". Ed. Prentice Hall, 2000.

F. Rouessac, A. Rouessac. "Análisis Químico (Métodos y Técnicas Instrumentales Modernas)". Ed. McGraw Hill, 2003.

D. A. Skoog, F.J. Holler y S.R. Crouch. "Principios de Análisis Instrumental" 6ª ed. Cengage, 2008

D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch "Fundamentos de Química Analítica" 9ª Edición Cengage Learning 2015.

## VI.- COMPETENCIAS

### **BÁSICAS, GENERALES Y TRANSVERSALES**

Todas las de la Titulación Grado en Farmacia.

### **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS.**

CEQ1.- Identificar, diseñar, obtener, analizar y producir principios activos, fármacos y otros productos y materiales de interés sanitario.

CEQ2.- Seleccionar las técnicas y procedimientos apropiados en el diseño, aplicación y evaluación de reactivos, métodos y técnicas analíticas.

CEQ3.- Llevar a cabo procesos de laboratorio estándar incluyendo el uso de equipos científicos de síntesis y análisis, instrumentación apropiada incluida.

CEQ4.- Estimar los riesgos asociados a la utilización de sustancias químicas y procesos de laboratorio.

CEQ9.- Conocer el origen, naturaleza, diseño, obtención, análisis y control de medicamentos y productos sanitarios.

CEQ10.- Conocer los principios y procedimientos para la determinación analítica de compuestos: técnicas analíticas aplicadas al análisis de agua, alimentos y medio ambiente.

CEQ11.- Conocer y aplicar las técnicas principales de investigación estructural incluyendo la espectroscopia.

CEQ25.- Adquirir la capacidad de definir y resolver un problema analítico, seleccionando los métodos de análisis (químicos e instrumentales) considerando los aspectos cualitativos y cuantitativos.

## VII.- RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

1. Conocer y comprender los fundamentos de la Química Analítica.
2. Conocer la instrumentación analítica y adquirir capacidad para resolver problemas instrumentales
3. Capacidad de seleccionar y aplicar las técnicas analíticas y procedimientos adecuados para la resolución del problema analítico.
4. Capacidad de planificar, diseñar y desarrollar experimentos químicos, interpretar los resultados y emitir informes que puedan ser comprensibles para no expertos en la materia.

## Ficha Docente: Química Analítica II

---

5. Capacidad y habilidad para realizar el análisis de muestras y productos de interés farmacéutico y sanitario.
6. Relacionar la Química Analítica con otras disciplinas y reconocer y valorar los procesos químicos de aplicación en la actividad profesional.

## VIII.- HORAS DE TRABAJO POR ACTIVIDAD FORMATIVA

Actividades formativas	Metodología	Horas	ECTS	Relación con las competencias(**)
Clase magistral	Explicación de fundamentos teóricos, haciendo uso de herramientas informáticas.	30	1,2	Competencias: CEQ1, CEQ2, CEQ9-CEQ 11, CEQ25. Resultados de aprendizaje: 1-4, 6
Clases prácticas en laboratorio	Aplicación experimental de los conocimientos teóricos adquiridos.	15	0,6	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ9-CEQ 11, CEQ25. Resultados de aprendizaje: 2-5
Seminarios	Presentación y discusión de casos prácticos. Exposiciones.	10	0,6	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ9-CEQ 11, CEQ25. Resultados de aprendizaje: 1-6
Aprendizaje virtual	Aprendizaje no presencial interactivo a través del campus virtual	5	0,2	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ9-CEQ 11, CEQ25. Resultados de aprendizaje: 1-6
Tutorías individuales y colectivas	Orientación y resolución de dudas.	10	0,4	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ9-CEQ 11, CEQ25. Resultados de aprendizaje: 1-6
Trabajo personal	Estudio. Búsqueda bibliográfica.	75	3	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ9-CEQ 11, CEQ25. Resultados de aprendizaje: 1-6
Examen	Pruebas orales y escritas.	5	0,2	Competencias: CEQ1-CEQ4, CEQ9-CEQ 11, CEQ25. Resultados de aprendizaje: 1-6

(\*\*)Además de las competencias específicas indicadas, todas las actividades formativas permiten adquirir las competencias básicas CB1 a CB5, las generales CG1 a CG15 y las transversales CT7 a CT22.

## IX.- METODOLOGÍA

Las **clases magistrales**, serán de tipo expositivo utilizando fundamentalmente la pizarra y medios audiovisuales. En ellas se pretende establecer los principios básicos de los contenidos mencionados e interactuar con los estudiantes sobre algunos de los aspectos de mayor relevancia teórica y práctica. Los estudiantes



dispondrán, en el campus virtual de material de apoyo sobre los temas a desarrollar. Las **clases prácticas** se desarrollarán en el laboratorio y estarán dirigidas a grupos reducidos de alumnos. Las prácticas estarán tutorizadas por los profesores de la asignatura y en ellas se pretende que el estudiante adquiera la habilidad necesaria para manipular adecuadamente sustancias químicas y manejar los instrumentos. También deberán habituarse a trabajar con seguridad en el laboratorio y realizar con eficacia procedimientos de análisis instrumental. El estudiante dispondrá de un cuaderno de prácticas con el protocolo de las prácticas a realizar. En este cuaderno, el estudiante introducirá los resultados obtenidos, el tratamiento de datos y la interpretación del análisis químico realizado. El profesor supervisará cada día dicho cuaderno, y realizará un seguimiento del aprovechamiento del estudiante. En los **seminarios**, la metodología a seguir consistirá en la propuesta de casos prácticos y resolución de problemas numéricos y cuestiones teóricas. El **trabajo en grupo** estará dedicado a que grupos de estudiantes presenten y defiendan un trabajo, seleccionado por el profesor, que versará sobre un tema concreto que despierte el interés de los estudiantes. Las **tutorías colectivas**, se dedicarán a la discusión preliminar y preparación del trabajo en grupo y a realizar un debate, coordinado por el profesor, que permitirá la resolución de dudas sobre el contenido de las clases magistrales y seminarios. Las **tutorías individuales** serán solicitadas previamente por los estudiantes y estarán destinadas a la resolución de dudas concretas de aquellos estudiantes que, habiendo asistido al resto de las actividades, requieran de un apoyo adicional.

### X.- EVALUACIÓN

- La realización de las prácticas y superación de la evaluación de las mismas es condición necesaria para superar la asignatura. Las clases prácticas de laboratorio se evaluarán de forma continuada en el laboratorio donde se controlará el desarrollo de las mismas. También se evaluará el contenido de un Cuaderno de Prácticas que el/la estudiante elaborará durante su realización y fuera del laboratorio. Al finalizar las prácticas se realizará un examen sobre el contenido de las mismas. Además se realizarán una o varias pruebas para determinar el grado de adquisición de competencias prácticas. Todo ello contribuirá en un 20% sobre la nota final.
- Exámenes: Se realizará una prueba final sobre los contenidos de la materia. En los ejercicios de control se valorarán los contenidos teóricos del programa, resolución de ejercicios numéricos y de supuestos prácticos. El examen/prueba final contribuirá a la nota global en un 80%.
- Estos criterios de evaluación se mantienen tanto en la convocatoria ordinaria como en la convocatoria extraordinaria.
- Con el objetivo de potenciar la adquisición de las competencias y capacidades del alumnado, los profesores, en los casos que lo estimen oportuno, podrán optar por una EVALUACION CONTINUA, en la que el porcentaje correspondiente a los contenidos teóricos, puedan ser alcanzados a través de pruebas objetivas y/o otras actividades dirigidas.
- En cualquier caso, para la superación de la materia los alumnos, deberán obtener una nota de 5 o superior, de forma separada, tanto en los contenidos prácticos como en los teóricos.

El Consejo del Departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas en su **reunión del 15 de febrero de 2019**, adoptó el siguiente acuerdo en relación a las posibles actividades fraudulentas:

"Tanto la suplantación de la identidad, como la copia, acción o actividad fraudulenta **durante cualquier actividad docente** conllevará el suspenso de la asignatura correspondiente en la presente convocatoria. La utilización o presencia de apuntes, libros de texto, calculadoras, teléfonos móviles u otros medios que no hayan sido expresamente autorizados por el profesor en el enunciado del examen se considerará como una actividad fraudulenta. En cualquiera de estas circunstancias, la infracción podrá ser objeto del correspondiente expediente informativo y en su caso sancionador a la inspección de servicios de la UCM."

### **ADENDA DOCENCIA NO PRESENCIAL**

En el caso de que sea necesario realizar las actividades propuestas de forma no presencial, se realizarán las siguientes modificaciones:

#### **Metodología docente**

Si las circunstancias impiden la docencia presencial, se llevará a cabo docencia no presencial de forma que, en los distintos grupos y a criterio del profesor, se impartirán los contenidos teóricos y prácticos según modelos sincrónico, asincrónico o mixtos. Las clases sincrónicas se impartirán respetando los horarios fijados para la asignatura o bien en aquellos pactados con los estudiantes, a través de la plataforma Moodle y haciendo uso de las herramientas disponibles como "Microsoft Teams" y de aplicaciones de videoconferencias como "Google meet" y, de manera excepcional "Zoom" o "Skype", y con soportes de presentación como power point y material multi-media el cual se proyectará durante la explicación. Para el modelo asincrónico se pondrán, a disposición de los alumnos, grabaciones de las clases, además de material multimedia explicativo de los conceptos de la asignatura, de elaboración propia o externa, así como documentos de lectura y presentaciones (material siempre verificado con antelación, por los profesores de la asignatura).

#### **Tutorías**

Siempre a petición de los estudiantes, se realizan tutorías sincrónicas en línea, colectivas e individuales, a través de Google meet, Microsoft Teams, etc... las cuales se realizarán de forma flexible y pactando fecha y hora de forma previa, con los estudiantes.

También se realizarán Tutorías asincrónicas con actividades de apoyo y asistencia al estudio a través de email y/o los foros del Campus Virtual.

#### **Plataformas virtuales**

Entre las herramientas virtuales utilizadas se incluyen "Google Meet", "Microsoft Teams" y, de forma excepcional, "Zoom" o "Skype".

#### **Evaluación**

Los criterios de evaluación serán los ya indicados en el apartado X.. En casos de excepcionalidad se podrá tener en cuenta, además, en la calificación final y a criterio del profesor, la trayectoria del alumno a lo largo del curso, su asistencia a las clases, su interés en la asignatura, su participación en tutorías y en las actividades

## Ficha Docente: Química Analítica II

---

propuestas por el profesor, etc....

Para la evaluación de toda la docencia se utilizará la plataforma MOODLE haciendo uso de herramientas como Cuestionarios, Tareas, Talleres, etc...

El examen se realizará online, con el mismo esquema y la misma valoración que el examen presencial. El alumno será informado con antelación de qué tipo de pruebas va a constar el examen.

Para la revisión de exámenes se utilizarán las herramientas "Google Meet" y "Microsoft Teams".