

## **i ASIGNATURA QUÍMICA ANALÍTICA IV**

|              |                                |
|--------------|--------------------------------|
| Código       | 40208014                       |
| Titulación   | GRADO EN QUÍMICA               |
| Módulo       | MÓDULO II - FUNDAMENTAL        |
| Materia      | MATERIA II.1 QUÍMICA ANALÍTICA |
| Curso        | 3                              |
| Duración     | SEGUNDO SEMESTRE               |
| Tipo         | OBLIGATORIA                    |
| Idioma       | CASTELLANO                     |
| ECTS         | 6,00                           |
| Teoría       | 3,25                           |
| Práctica     | 4,25                           |
| Departamento | C126 - QUIMICA ANALITICA       |

## **✓ REQUISITOS Y RECOMENDACIONES**

### **Requisitos**

Los alumnos deben haber superado al menos 12 créditos de la Materia Química del Módulo Básico.

### **Recomendaciones**

Se recomienda haber superado todas las asignaturas de la Materia Química del Módulo Básico y las asignaturas Química Analítica I, Química Analítica II y Química Analítica III del Módulo Fundamental.

## RESULTADO DEL APRENDIZAJE

| Id. | Resultados   |
|-----|--|
| 1   | R1- Realizar el tratamiento estadístico de los datos experimentales, que constituyen puntos básicos para obtener unos resultados de calidad.   |
| 2   | R2- Reconocer la Química Analítica como la ciencia metrológica que desarrolla, optimiza y aplica procesos de medida (métodos analíticos) destinados a obtener información química de calidad.                            |
| 3   | R3- Planificar, aplicar y gestionar la metodología analítica más adecuada para abordar problemas de índole medioambiental, sanitaria, industrial, alimentario o de cualquier índole relacionada con sustancias químicas. |
| 4   | R4- Explicar de manera comprensible fenómenos y procesos relacionados con la Química Analítica   |
| 5   | R5- Utilizar la información bibliográfica y técnica referida a los procesos químicos analíticos  |

## COMPETENCIAS

| Id.  | Competencia  | Tipo       |
|------|--|------------|
| CE16 | Utilizar las técnicas instrumentales y describir sus aplicaciones.   | ESPECÍFICA |
| CE18 | Emplear la metrología de los procesos químicos incluyendo la gestión de calidad.   | ESPECÍFICA |
| CE19 | Organizar, dirigir y ejecutar tareas del laboratorio químico y de producción en instalaciones industriales complejas donde se desarrollen procesos químicos. Asimismo, diseñar la metodología de trabajo a utilizar. | ESPECÍFICA |
| CE26 | Manejar y procesar informáticamente datos e información química.   | ESPECÍFICA |

| Id.  | Competencia  | Tipo       |
|------|--|------------|
| CE30 | Manejar instrumentación química estándar, como la que se utiliza para investigaciones estructurales y separaciones.                                      | ESPECÍFICA |
| CG3  | Acreditación del conocimiento de una lengua extranjera   | GENERAL    |
| CG6  | Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones y de tomar decisiones.   | GENERAL    |
| CB5  | Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía | BÁSICA     |

## Q CONTENIDOS

01. TEMA 1: QUIMIOMETRÍA Y EL PROCESO ANALÍTICO. Química Analítica y Quimiometría. Desarrollo de la Quimiometría. Quimiometría y el proceso analítico. Clasificación de las técnicas quimiométricas

02. TEMA 2: ESTANDARIZACIÓN DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS REGRESIÓN, CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN. Introducción. Definiciones. Estándares químico-analítico. Materiales certificados de referencia: Requisitos, preparación, empleo y tipos. Diferencias entre calibración y estandarización. Métodos de calibración univariante, regresión por mínimos cuadrados, mínimos cuadrados ponderados. Métodos de calibración y estandarización de la respuesta (patrón externo, adiciones estándar y patrón interno). Validación.

03. TEMA 3: TÉCNICAS CROMATOGRÁFICAS: FUNDAMENTOS BÁSICOS. Introducción histórica. Definición. Clasificación de los métodos cromatográficos. Tipos de lecho cromatográficos, naturaleza de las fases, mecanismos, desarrollos cromatográficos. Mecanismos de retención: Reparto, adsorción, exclusión molecular, intercambio iónico, afinidad. Fases normales y ligadas. El proceso cromatográfico, parámetros cromatográficos, optimización de la eficiencia: resolución de la columna.

04. TEMA 4. TÉCNICAS CROMATOGRÁFICAS NO INSTRUMENTALES. Cromatografía plana (papel y capa fina). Aparatos y Técnicas. Aplicaciones. Cromatografía en columna, fases estacionarias, fases móviles, llenado de columnas, modos de elución. Aplicaciones.

05. TEMA 5. CROMATOGRAFÍA DE GASES. Principios de la cromatografía de gases. Eficacia en cromatografía de gases. Tipos de columnas. Instrumentación básica. Detectores. Aplicaciones en análisis cualitativo y cuantitativo.

06. TEMA 6. CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA RESOLUCIÓN. Fundamentos. Cromatografía líquida de alta resolución. Clasificación de técnicas. Instrumentación para HPLC. Fases móviles y control de la separación. Elución isocrática y por gradiente. Cromatografía de reparto. Cromatografía de adsorción. Cromatografía iónica. Métodos y aplicaciones de la cromatografía líquida en columna. UPLC.

07. TEMA 7. TÉCNICAS RADIOANALÍTICAS. Métodos radioquímicos. Introducción y Fundamentos. Instrumentación. Métodos de activación neutrónica. Métodos de dilución isotópica. Aplicaciones analíticas.

08. TEMA 8. ESPECTROMETRÍA DE MASAS. Fundamento. Características del espectro de masas. Espectrómetros de masas. Sistemas de introducción de la muestra. Sistemas de ionización. Analizadores de masas: sector magnético, cuadrupolar, trampa de iones, de tiempo de vuelo. Detectores.

09. TEMA 9. TÉCNICAS DE SEPARACIÓN EN LÍNEA COMBINADO CON TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS Y ESPECTROMETRÍA DE MASAS. Generalidades. Ventajas del acoplamiento de técnicas. Concepto de Interfase. GC-MS. LC-MS. LC-MS-MS. ICP-MS. Otros acoplamientos. Aplicaciones analíticas.

10. TEMA 10. QUIMIOMETRÍA INTRODUCCIÓN. Aplicación en Química Analítica de los ensayos de hipótesis y ANOVA. Test de normalidad. Transformaciones elementales. Métodos para la comparación de procedimientos. ANOVA. Aplicaciones a la comparación de resultados y de métodos.

11. TEMA 11. OPTIMIZACIÓN Y DISEÑO DE EXPERIMENTOS. Técnicas de optimización. Superficies de respuesta. Diseños factoriales. Técnicas secuenciales. Método Simplex, fundamento y aplicabilidad.

12. TEMA 12. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS MULTIVARIANTE A LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ANALÍTICOS. Conceptos básicos del análisis multivariante. Análisis de componentes principales. Análisis factorial. Clasificación y reconocimiento de modelos. Análisis de Clusters. Análisis Lineal Discriminante.

13. PRACTICA 1. Cromatografía en columna (no instrumental).

14. PRÁCTICA 2. Cromatografía de Gases: GC (metodología instrumental).

15. PRÁCTICA 3. Cromatografía de Líquidos I: HPLC (metodología instrumental).

16. PRÁCTICA 4. Cromatografía de Líquidos II: HPLC (metodología instrumental).

17. PRÁCTICA 5. Aplicaciones del diseño de experimento en la optimización de un método analítico de análisis.

18. PRÁCTICA 6. Aplicaciones del análisis de componentes principales para evaluar y clasificar zumos comerciales.

19. TUTORÍA 1. Empleo de programas de simulación para el aprendizaje y manejo de equipos de cromatografía de líquidos HPLC

20. TUTORÍA 2. Aplicación de las herramientas estadísticas en Quimiometría básica y diseño de experimento. Casos prácticos aplicados en Química analítica.

21. TUTORÍA 3. Uso de software de aplicación en análisis de la varianza, métodos de optimización y análisis multivariante en Química Analítica.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

---

## Criterios generales de evaluación

---

La adquisición de competencias se valorará a través de un examen final con cuestiones sobre los contenidos teóricos y prácticos y a través de la evaluación continua.

La evaluación continua comprenderá el seguimiento del trabajo personal del alumno por medio de las actividades dirigidas, la participación del estudiante en el aula y en tutorías y mediante la realización de las prácticas de laboratorio y los informes correspondientes.

La asistencia a todas las actividades académicas se considerará obligatoria con carácter general. En todo caso, las faltas deberán estar debidamente justificadas. La ausencia injustificada a una sesión donde se realice algún tipo de evaluación continua conllevará una calificación de CERO en la misma; si la falta está debidamente justificada, la calificación correspondiente a dicha evaluación no se considerará en el cómputo global. Este criterio también se aplicará a la asistencia a las prácticas de laboratorio.

**NOTA IMPORTANTE:** para aprobar el apartado de prácticas de laboratorio y, por tanto, la asignatura, el alumno debe alcanzar una puntuación mínima de 4. Además, para superar la asignatura el alumno debe obtener una puntuación igual o superior a 3,5 en el Examen de Teoría/Problemas.

## Procedimiento de calificación

---

La evaluación se valorará de la siguiente forma:

- Examen escrito: 75 % de la nota
- Actividades académicamente dirigidas (AADs): 12 %
- Prácticas de laboratorio: 13 %

Aclaraciones:

- El examen o prueba final constará de cuestiones teórico-prácticas y ejercicios o problemas. Para superar la asignatura, el alumno debe alcanzar una puntuación mínima de 3,5 (sobre 10) en este examen.
- Las AADs no entregadas supondrán un 0 en la nota de esa actividad o test.
- La asistencia a las prácticas de laboratorio es obligatoria. Las prácticas no serán recuperables. La no asistencia injustificada a una sesión de prácticas implicará una calificación de 0. Si la justificación es claramente adecuada, el alumno no tendrá nota en dicha práctica. Para superar la asignatura, el alumno deberá de alcanzar una puntuación mínima de 4 (sobre 10) en las prácticas de laboratorio.
- Si el alumno saca una nota inferior a 4 en el apartado de prácticas estará suspenso en esta parte, por lo que deberá presentarse en la segunda y/o tercera convocatoria del curso académico al examen práctico final, programado en horario de tarde el mismo día que el examen final correspondiente al apartado de examen escrito.
- Las calificaciones de la evaluación continua (AADs y prácticas de laboratorio) se mantendrán durante las convocatorias correspondientes al curso académico: 2ª y 3ª convocatoria. Para el siguiente curso, no serán válidas, por lo que el alumno debe de volverlas a realizar en el 2º cuatrimestre del nuevo curso.
- Los alumnos tendrán derecho a una prueba de evaluación global, en las dos convocatorias extraordinarias posteriores a la convocatoria ordinaria. Esta modalidad de evaluación deberá ser solicitada por el alumno en los plazos que el Centro determine. Los criterios de evaluación y tipo de pruebas a realizar serán determinados por el equipo docente de la asignatura e informados con suficiente antelación a aquellos alumnos que la soliciten.

## Procedimientos de evaluación

| Tarea/Actividades                                | Medios, técnicas e instrumentos   |
|--|---|
| Memoria de prácticas de laboratorio              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medio: informes de prácticas y lista de control. Se realizarán 6</li> <li>- Técnica: actividades realizadas en el laboratorio y documento escrito</li> <li>- Instrumentos de evaluación: análisis documental y escala de valoración</li> </ul> |
| Memoria de las AADs                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medio: actividades de manejo y aplicación de software quimiométrico. Se realizarán 2</li> <li>- Técnica: documento escrito</li> <li>- Instrumento: escala de valoración</li> </ul>   |
| Examen final de teoría y resolución de problemas | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examen escrito</li> <li>- Escala de valoración</li> </ul>  |

## PROFESORADO

| Profesorado                             | Categoría                    | Coordinador |
|---|------------------------------|-------------|
| GALINDO RIAÑO, MARIA DOLORES            | PROFESOR TITULAR UNIVERSIDAD | Sí          |
| DIAZ DE ALBA, MARGARITA ISABEL          | PROFESOR SUSTITUTO INTERINO  | No          |
| RODRIGUEZ DODERO, M <sup>a</sup> CARMEN | PROFESOR CONTRATADO DOCTOR   | No          |
| GUILLEN SANCHEZ, DOMINICO A.            | CATEDRÁTICO UNIVERSIDAD      | No          |
| CASANUEVA MARENCO, MARIA JOSE           | PROFESOR SUSTITUTO INTERINO  | No          |

## ACTIVIDADES FORMATIVAS



| Actividad                            | Horas | Detalle   |
|--------------------------------------|-------|---|
| 01 Teoría                            | 26    | Las clases de teoría tendrán un carácter expositivo de los conceptos y fundamentos relacionados con el contenido de la asignatura, fomentando igualmente su aplicabilidad en la resolución de problemas de Química Analítica. La metodología docente incluirá también el estudio de casos reales con la participación activa de los alumnos.  |
| 02 Prácticas, seminarios y problemas | 10    | Esta actividad formativa estará dedicada a la resolución de problemas analíticos que complementan los contenidos de teoría. Para ello, los seminarios estarán enfocados principalmente a la aplicación de las técnicas quimiométricas más importantes así como al manejo del software más frecuentemente utilizado. Igualmente, se introducirán algunos fundamentos de las técnicas cromatográficas mediante programas de simulación de los procesos implicados.  |
| 04 Prácticas de taller/laboratorio   | 24    | Los alumnos realizarán prácticas de laboratorio que incluyan el manejo y aplicación de las principales técnicas de separación cromatográficas no instrumentales y las técnicas instrumentales cromatográficas. El diseño de las prácticas incluirá la aplicación en el laboratorio de los conceptos teóricos vistos en la asignatura, de forma que el alumno adquiera las habilidades de manejo de la instrumentación química utilizada en el laboratorio de Química Analítica. También incluirán la interpretación y estudio de los datos obtenidos del análisis con objeto de dar una respuesta analítica de calidad al problema planteado. |

| Actividad                                 | Horas | Detalle   |
|---|-------|---|
| 10 Actividades formativas no presenciales | 80,00 | <p>Estas actividades formativas incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo individual de estudio de los conceptos teóricos-prácticos de la asignatura: 42 horas</li> <li>- Realización de los informes de prácticas de Laboratorio incluyendo el tratamiento de los datos, su interpretación y discusión de los resultados finales: 22 horas</li> <li>- Realización de las AADs programadas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>AAD 1. Ejercicio de aplicación de diseño de experimento. Aplicación práctica en Química analítica: 8 horas</li> <li>AAD 2. Ejercicio de aplicación del análisis multivariante. Aplicación práctica en Química Analítica: 8 horas</li> </ul> </li> </ul> <p>El alumno dispondrá de tiempo suficiente para la realización y entrega de dichas actividades, pudiendo hacer uso de las tutorías grupales e individuales con el fin de resolver los problemas que pudieran surgir durante la ejecución de las mismas.</p> |

| Actividad                             | Horas | Detalle   |
|---------------------------------------|-------|---|
| 11 Actividades formativas de tutorías | 6,00  | <p>Las tutorías académicas serán realizadas de forma presencial en el aula o de forma invidual. En ellas se podrán discutir cuestiones concretas de las clases de teoría, seminario y prácticas, resolviendo todo tipo de problemas que el alumno encuentre en su aprendizaje.</p> <p>Para las tutorías individuales el alumno podrá acudir al profesorado de la asignatura según sus necesidades académicas durante el semestre. También podrá hacer uso de las tutorías electrónicas que realizan los profesores a demanda de los alumnos.</p> <p>De forma presencial se realizarán tres tutorías de orientación académica en grupo necesarias para la realización de las actividades académicamente dirigidas (AADs).</p> <p>El cronograma de estas actividades formativas es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TUTORÍAS INDIVIDUALES PRESENCIALES/ELECTRÓNICAS: 3 horas</li> <li>- TUTORÍAS DE GRUPO: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tutoría sobre empleo de programa simulador de un equipo de cromatografía de HPLC: 1 hora</li> <li>b) Tutoría sobre aplicación de las herramientas estadísticas en Quimiometría básica y diseño de experimento: 1 hora</li> <li>c) Tutoría sobre software aplicable en análisis de la varianza y análisis multivariante en Química Analítica: 1 hora</li> </ul> </li> </ul> |

| Actividad                    | Horas | Detalle  |
|------------------------------|-------|--|
| 12 Actividades de evaluación | 4,00  | La evaluación de la asignatura de forma presencial incluye:<br><br>a)1 Examen global de la asignatura: 3 horas<br><br>Para la segunda y tercera convocatorias del curso académico está previsto realizar un examen práctico de la asignatura, de 3 h de duración, el mismo día que se encuentra programado el examen correspondiente de teoría/problemas. Será obligatorio para aquellos alumnos que no hayan superado las prácticas de laboratorio. Estos exámenes se realizarán en el calendario de exámenes de la asignatura, el mismo día en horario de tarde. |

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

- **Principles of instrumental Analysis.** D. A. Skoog, F.J. Holler, S.R. Crouch. 6ª Ed., Ed. Thomson brooks/cole, Belmont, 2007.
- **Principios de análisis instrumental;** Douglas A. Skoog, et al, McGraw-Hill, 2000.
- **Análisis químico cuantitativo;** Daniel C. Harris ; [versión española por, Vicente Berenguer Navarro, Ángel Berenguer, Reverté, 2001.
- **Introducción al análisis instrumental;** Lucas Hernández Hernández, Claudio González Pérez, Ariel Ciencia, 2002.
- **Análisis instrumental;** Kenneth A. Rubinson, Judith F. Rubinson, Prentice Hall, 2000.  
Chemical Analysis: Modern Instrumentation Methods and Techniques; Francis Rouessac, Annick Rouessac, Wiley, 2007.

- **Temas avanzados de quimiometría** ; Marcel Blanco, Víctor Cerdá, Universitat de les Illes Balears, ISBN: 8483840061, 2007.
- **Quimiometría**; Carlos Mongay; Universitat de València, 2005.
- **Estadística y Quimiometría para Química Analítica**. J.N. Miller y J.C. Miller. 4º Ed. Pearson Educación, S.A. Madrid, 2002.

## Bibliografía específica

---

- **Introducción a la cromatografía líquida de alta resolución** ; María Jesús Gismera García, María del Carmen Quintana Mani, María del Pilar da Silva de Campos, Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 2009.
- **GC/MS : a practical user's guide** ; Marvin McMaster, Wiley-Interscience, 2008
- **LC/MS : a practical user's guide** ; Marvin C. McMaster, Wiley-Interscience, cop. 2005
- **Inductively coupled plasma spectrometry and its applications** ; Steve J. Hill. Blackwell, 2007
- **Choosing and using Statistics**. C. Dytham. 3º Ed. Wiley-Blackwell, Chichester, 2013.
- **Quality of Analytical Measurements** : Statistical Methods for Internal Validation, M.C. Ortiz, L.A. Sarabia, M.S. Sánchez, A. Herrero in "Comprehensive Chemometrics", volume 1, S. Brown, R. Tauler, B. Walczak (Editores), 2009, Amsterdam, Elsevier.
- **Mass spectrometry: principles and applications**, E. de Hoffmann; V. Stroobant, (2003) John Wiley & Sons.

## **MECANISMOS DE CONTROL**

---

Encuestas de satisfacción del profesorado realizada por los alumnos.  
Reuniones de coordinación del profesorado del Grado

---

El presente documento es propiedad de la Universidad de Cádiz y forma parte de su Sistema de Gestión de Calidad Docente.

En aplicación de la Ley 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, así como la Ley 12/2007, de 26 de noviembre, para la promoción de la igualdad de género en Andalucía, toda alusión a personas o colectivos incluida en este documento estará haciendo referencia al género gramatical neutro, incluyendo por lo tanto la posibilidad de referirse tanto a mujeres como a hombres.

---