

Guía Docente:

QUÍMICA ANALÍTICA III



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2017-2018



I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	Química Analítica III
NÚMERO DE CRÉDITOS:	6
CARÁCTER:	Obligatoria
MATERIA:	Química Analítica
MÓDULO:	Fundamental
TITULACIÓN:	Grado en Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	Segundo semestre (tercer curso)
DEPARTAMENTO/S:	Química Analítica

PROFESOR/ES RESPONSABLE:

Coordinador de la asignatura y del laboratorio	Profesora: CONCEPCIÓN PEREZ CONDE Departamento: Química Analítica Despacho: QB- 435 e-mail: cpconde@ucm.es
--	---

Grupo A	
Teoría Seminarrio Tutoría	Profesor: FRANCISCO JAVIER MANUEL DE VILLENA RUEDA Departamento: Química Analítica Despacho: QB- 436 e-mail: villena@ucm.es
Grupo B	
Teoría Seminarrio Tutoría	Profesor: JOSE MANUEL PINGARRÓN CARRAZÓN Departamento: Química Analítica Despacho: QA-320A e-mail: pingarro@ucm.es
Teoría Seminarrio Tutoría	Profesora: CONCEPCIÓN PÉREZ CONDE Departamento: Química Analítica Despacho: QB-435 e-mail: cpconde@ucm.es
Grupo C	
Teoría Seminarrio Tutoría	Profesora: M ^a EUGENIA DE LEÓN GONZÁLEZ Departamento: Química Analítica Despacho: QA-319A e-mail: leongon@ucm.es
Teoría Seminarrio Tutoría	Profesora: ARACELI GONZÁLEZ CORTÉS Departamento: Química Analítica Despacho: QA-322D e-mail: aracelig@ucm.es



Grupo D	
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JOSE MANUEL PINGARRÓN CARRAZÓN Departamento: Química Analítica Despacho: QA-320A e-mail: pingarro@ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: ROBERTO IZQUIERDO HORNILLOS Departamento: Química Analítica Despacho: QA-413 e-mail: hornillo@ucm.es
Grupo E	
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: LUIS VICENTE PÉREZ ARRIBAS Departamento: Química Analítica Despacho: QB- 342B e-mail: lvperez@ucm.es

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

Adquirir los fundamentos de las principales técnicas instrumentales electroquímicas y de separación cromatográficas que se utilizan en análisis químico.

Se pretende que el estudiante aprenda a resolver problemas analíticos concretos, actuando en diversos campos: clínico, agroalimentario, toxicológico, ambiental e industrial y adquiera hábitos de trabajo correctos y conocimientos claros de las normas de trabajo y de seguridad en el laboratorio.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el fundamento y las aplicaciones de las principales técnicas electroquímicas.
- Conocer el fundamento y las aplicaciones de las principales técnicas de separación: cromatográficas y no cromatográficas
- Aplicar las metodologías asociadas al tratamiento de la muestra como etapa del proceso analítico.
- Desarrollar la capacidad de elegir una técnica instrumental electroquímica y/o cromatográfica adecuada para resolver un problema analítico concreto
- Aprender a evaluar las características analíticas de un método de análisis.
- Desarrollar en los estudiantes la habilidad para aplicar las principales técnicas instrumentales electroquímicas y cromatográficas para la resolución de problemas analíticos
- Aprender a presentar un informe de los resultados obtenidos atendiendo a los aspectos metrológicos de calidad.
- Manipular con seguridad materiales químicos. Valorar los riesgos del uso de las sustancias químicas y procesos químicos.



III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda haber superado las asignaturas *Química General y Operaciones Básicas de Laboratorio* y la asignatura *Química Analítica I* de la materia obligatoria Química Analítica del Módulo Fundamental.

Se recomienda haber cursado la asignatura de *Química Analítica II* (primer semestre).

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Contenidos teóricos:

Técnicas electroquímicas. Técnicas de separación cromatográficas y no cromatográficas.

Contenidos prácticos

Procedimientos de tratamiento de muestra aplicados a análisis concretos en campos de interés industrial, agroalimentario, clínico, medioambiental y social. Aplicaciones de las principales técnicas instrumentales electroquímicas y cromatográficas.

■ PROGRAMA:

Teórico

Tema 1: Fundamento de las técnicas electroquímicas de análisis

- Reacción electroquímica y células electroquímicas.
- Procesos faradaicos y no faradaicos.
- Factores que afectan a la velocidad de la reacción electroquímica y a la intensidad de corriente. Modos de transporte.
- Curvas intensidad-potencial en sistemas simples. Sistemas rápidos y lentos.

Tema 2: Técnicas potenciométricas y voltamperométricas

- Técnicas potenciométricas.
- Técnicas polarográficas y voltamperométricas: polarografía normal de corriente continua y de muestreo de corriente. Técnicas de impulsos. Voltamperometría de onda cuadrada. Técnicas de redisolución.

Tema 3: Introducción a las técnicas cromatográficas

- Introducción a las técnicas de separación.
- Principios generales de la cromatografía.
- Clasificación de las técnicas cromatográficas.
- Parámetros cromatográficos.

**Tema 4: Cromatografía de gases y de líquidos**

- Principios de la cromatografía de gases.
- Instrumentación.
- Aplicaciones de la cromatografía de gases.
- Principios de la cromatografía de líquidos (HPLC).
- Instrumentación.
- Aplicaciones de la cromatografía de líquidos.

Tema 5: Técnicas de separación no cromatográficas

- Introducción.
- Extracción en fase sólida. Aplicaciones.
- Fundamento de la electroforesis.
- Electroforesis capilar. Aplicaciones

Práctico

Los estudiantes realizarán un total de siete prácticas divididas en siete sesiones de 4 horas. En las sesiones prácticas se determinarán tanto especies inorgánicas como compuestos orgánicos en diversas muestras. Se utilizarán distintos tratamientos de muestras, así como diversas técnicas electroquímicas y cromatográficas.

Los resultados obtenidos por los distintos grupos se evaluarán mediante un ejercicio de intercomparación.

1. Electroanálisis

- *Práctica 1: Determinación potenciométrica de fluoruro en pasta dentífrica, té y agua.*
- *Práctica 2: Determinación de cadmio y plomo en vino por voltamperometría de redisolución anódica.*
- *Práctica 3: Determinación de etanol en bebidas no alcohólicas utilizando un biosensor amperométrico enzimático.*

2. Cromatografía

- *Práctica 4: Análisis de un preparado farmacéutico. Determinación de ácido acetilsalicílico y paracetamol por HPLC con detección ultravioleta. Participación en un ejercicio de intercomparación.*
- *Práctica 5: Determinación del herbicida atrazina y sus productos de degradación mediante HPLC con detección ultravioleta.*
- *Práctica 6: A. Simulación de una separación por cromatografía de gases.
B. Identificación de aceites vegetales por cromatografía de gases.*
- *Práctica 7: Análisis de cerveza. Determinación de pH, acidez total y etanol. Participación en un ejercicio de intercomparación.*



V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG3-MFQA:** Expresar rigurosamente los conocimientos adquiridos en Química Analítica de forma que puedan ser comprendidos en áreas multidisciplinares
- **CG6-MFQA:** Analizar y resolver problemas cualitativos y cuantitativos.
- **CG7-MFQA:** Reconocer nuevos problemas de índole analítica y planear estrategias para solucionarlos.
- **CG8-MFQA:** Consultar e interpretar datos e información química dentro del ámbito de la Química Analítica.
- **CG9-MFQA:** Demostrar una base sólida y equilibrada de conocimientos sobre materiales de laboratorio y habilidades prácticas.
- **CG10-MFQA1:** Manipular con seguridad materiales químicos.
- **CG10-MFQA2:** Reconocer y valorar los riesgos en el uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio.
- **CG11-MFQA:** Manejar instrumentación química estándar.
- **CG12-MFQA:** Interpretar datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio de análisis.
- **CG13-MFQA:** Reconocer y aplicar buenas prácticas científicas de medida y experimentación en Química Analítica.

■ ESPECÍFICAS:

- **CE4-MFQA1:** Describir las etapas del proceso analítico y saber ponderar la importancia de cada una de ellas.
- **CE4-MFQA2:** Aplicar las metodologías asociadas al tratamiento de la muestra y reconocer la problemática asociada al mismo.
- **CE6-MFQA1:** Aplicar los fundamentos básicos de las principales técnicas instrumentales electroquímicas, así como de las técnicas cromatográficas y electroforéticas.
- **CE6-MFQA2:** Proponer una técnica electroanalítica o cromatográfica adecuada para la identificación o cuantificación de un determinado analito.
- **CE7-MFQA1:** Aplicar conceptos básicos de estadística como herramienta para resolver problemas analíticos, de la metrología y de la gestión de calidad.
- **CE7-MFQA2:** Desarrollar en los estudiantes la habilidad de aplicar en el laboratorio las principales técnicas instrumentales y de separación para la resolución de problemas analíticos concretos.

■ TRANSVERSALES:

- **CT1-MFQA:** Elaborar y escribir informes de carácter científico y técnico.
- **CT2-MFQA:** Colaborar con otros estudiantes mediante el trabajo en equipo.
- **CT3-MFQA:** Aplicar el razonamiento crítico y autocrítico.



- **CT5-MFQA:** Utilizar información química, bibliografía y bases de datos especializadas.
- **CT6-MFQA:** Identificar la importancia de la Química Analítica en el contexto industrial, medioambiental y social
- **CT7-MFQA:** Utilizar herramientas y programas informáticos para el tratamiento de resultados experimentales.
- **CT11-MFQA:** Desarrollar el aprendizaje autónomo.
- **CT12-MFQA:** Desarrollar la sensibilidad sobre temas medioambientales relacionados con la química analítica.

VI. – RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al finalizar esta asignatura el estudiante debería ser capaz de:

- Describir el fundamento de las principales técnicas electroquímicas.
- Diferenciar las curvas i-E en sistemas electroquímicos simples.
- Describir el fundamento de las técnicas potenciométricas y de los electrodos selectivos de iones.
- Describir el fundamento de las principales técnicas voltamperométricas.
- Describir el fundamento de las técnicas cromatográficas.
- Calcular los parámetros cromatográficos a partir de los cromatogramas.
- Predecir el orden de elución de los compuestos en unas determinadas condiciones cromatográficas.
- Seleccionar el modo cromatográfico adecuado a los analitos a separar.
- Explicar los procesos de extracción en fase sólida.
- Describir el fundamento de la electroforesis.
- Aplicar los métodos más adecuados para la preparación de muestras de diferente naturaleza.
- Aplicar las medidas de seguridad básica en el laboratorio.
- Utilizar los equipos de distintas técnicas instrumentales electroquímicas y cromatográficas.
- Interpretar la información obtenida de los instrumentos analíticos.
- Aplicar herramientas estadísticas y programas informáticos en el ámbito del análisis instrumental.
- Analizar y comparar resultados en ejercicios intercomparación.
- Preparar memorias e informes de laboratorio.
- Utilizar protocolos de eliminación de residuos en el laboratorio.



VII. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos (horas)
Clases teóricas	25	30	2,2 (55)
Seminarios	8	12	0,8 (20)
Tutorías/Trabajos dirigidos	2	3	0,2 (5)
Laboratorios	28	24,5	2,1 (52,5)
Seminarios laboratorio	2	5,5	0,3(7,5)
Preparación de trabajos y exámenes	4	6	0,4 (10)
Total	69	81	6 (150)

VIII.- METODOLOGÍA

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

- 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.
- Clases de seminarios** en las que se explicarán problemas numéricos y cuestiones en donde se apliquen los temas desarrollados en las clases de teoría y se fomentará la participación de los estudiantes, suministrándoles previamente una relación de problemas/ejercicios.
- Tutorías**, 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.
- Laboratorios** impartidos en siete sesiones de cuatro horas, en una franja horaria diferente a la de sus sesiones de clases. Con anterioridad a las sesiones de prácticas se hará una serie de seminarios para la preparación de las mismas y, con posterioridad, se realizará un seminario encaminado a la discusión de los resultados obtenidos en el ejercicio de intercomparación. El departamento de Química Analítica ha elaborado diverso material audiovisual para una mejor comprensión de las prácticas de laboratorio.

En **actividades dirigidas**, los alumnos deberán resolver cuestiones y problemas propuestos por el profesor sobre temas relacionados con la asignatura, que se evaluarán como actividades de trabajo autónomo. El objetivo general de estos trabajos es que los alumnos



conozcan la utilidad de los métodos analíticos estudiados en la asignatura, para su aplicación real en áreas tales como la medioambiental, clínica, de análisis de alimentos, industrial. Se fomentará la búsqueda del material bibliográfico.

El **Campus Virtual** se utilizará como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que los profesores consideren necesario y para permitir la comunicación entre profesores y alumnos.

IX.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

- Douglas A. Skoog, F. James Holler, Stanley R. Crouch, "*Principios de Análisis Instrumental*", Ed. Cengage Learning, 6ª ed., 2008
- Lucas Hernández Hernández, Claudio González Pérez, "*Introducción al análisis instrumental*", Ed. Ariel Ciencia, 1ª ed, 2002

■ COMPLEMENTARIA:

- José M. Pingarrón Carrazón, P. Sánchez Batanero, "*Química Electroanalítica: Fundamentos y Aplicaciones*", Ed. Síntesis, 1999.
- Luis María Polo Díez, "*Fundamentos de Cromatografía*", Editorial Dextra, 2015.
- Harris, Daniel, C.: "*Análisis Químico Cuantitativo*", 3ª ed., Ed. Reverté, 2007.
- Rouessac, Francis y Rouessac, Annick: "*Análisis Químico. Métodos y técnicas Instrumentales modernas*", 1ª ed., McGraw Hill, 2003.

X.- EVALUACIÓN

La evaluación del alumno se realizará a través de las actividades presenciales y dirigidas 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 asistencia a las clases presenciales (teoría, seminarios y tutorías) es obligatoria. Para poder realizar el examen final de la convocatoria de junio será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales.

Los alumnos que hayan suspendido la teoría y/o el laboratorio tendrán derecho a un examen final de la parte suspendida en la convocatoria de septiembre.

■ EXÁMENES ESCRITOS DE TEORÍA:

65 %

En la convocatoria de junio se realizará un examen final, que constituirá el **65%** de la nota final de la asignatura. Para poder acceder a la calificación global de la asignatura será necesario obtener al menos una calificación de **4,5** en la nota del examen final.

En todos los exámenes se propondrán problemas y cuestiones teóricas relacionadas con el temario de la asignatura. En cada examen figurarán las puntuaciones máximas de cada pregunta.

**Competencias evaluadas:**

CG3-MFQA, CG6-MFQA, CG7-MFQA
CE4-MFQA1, CE6-MFQA1, CE6-MFQA2, CE7-MFQA1
CT3-MFQA, CT11-MFQA

■ LABORATORIO**20%**

La asistencia al laboratorio y sus seminarios es **obligatoria**. Una falta no justificada en el laboratorio puede ser motivo suficiente para suspender la asignatura. Los cambios de grupo sólo se realizarán con certificados que justifiquen el cambio.

El **laboratorio** constituirá el **20%** de la nota final de la asignatura. Al terminar cada práctica se podrán realizar unas preguntas por escrito relacionadas con el trabajo llevado a cabo. Asimismo, se entregará una memoria correspondiente al trabajo realizado. Al finalizar el laboratorio se realizará un examen escrito que contemplará los fundamentos, métodos de trabajo y cálculos numéricos de las prácticas realizadas, pudiendo incluir preguntas tipo test.

La calificación global del laboratorio será la media del examen (50%) y de la calificación de la parte práctica (50%) obtenida a partir del trabajo personal de cada estudiante (participación activa, preguntas y memorias). Para aprobar el laboratorio será necesario obtener una calificación igual o superior a **4** en el examen escrito así como una calificación igual o superior a **4,5** en la parte práctica. El no aprobar el laboratorio supone suspender la asignatura.

Los alumnos que no hayan aprobado el laboratorio en la convocatoria de junio deberán realizar, en la convocatoria de septiembre, un examen escrito/práctico de las prácticas realizadas en el laboratorio.

En aquellos casos en que un estudiante suspenda la asignatura pero haya aprobado el laboratorio (calificación $\geq 5,0$), la calificación de éste se le **mantendrá durante un año**, no siendo necesario volver a realizar el laboratorio.

Competencias evaluadas:

CG8-MFQA, CG9-MFQA, CG10-MFQA, CG11-MFQA, CG12-MFQA, CG13-MFQA
CE4-MFQA2, CE6-MFQA1, CE7-MFQA1-2
CT1-MFQA, CT2-MFQA, CT3-MFQA, CT5-MFQA, CT6-MFQA, CT7-MFQA,
CT11-MFQA, CT12-MFQA

■ TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS:**15%**

Se considerarán en este apartado los problemas, cuestiones o controles propuestos por el profesor, para su calificación a lo largo del curso, de los diferentes temas incluidos en el programa de la asignatura, constituyendo el **15%** de la nota final de la asignatura.

Competencias evaluadas:

CG3-MFQA, CG6-MFQA, CG7-MFQA, CG8-MFQA, CG12-MFQA, CG13-MFQA
CE6-MFQA, CE6-MFQA, CE7-MFQA
CT1-MFQA, CT2-MFQA, CT3-MFQA, CT5-MFQA, CT6-MFQA, CT7-MFQA:
CT11-MFQA, CT12-MFQA



■ CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA DE SEPTIEMBRE

No podrán presentarse a esta convocatoria extraordinaria los alumnos que no hayan cursado, con la asistencia exigida, el laboratorio de la asignatura.

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

Aquellos alumnos que deseen mejorar, para la convocatoria de septiembre, su calificación en el apartado de actividades dirigidas, deberán resolver y entregar, con antelación a la realización del examen, un conjunto de problemas y ejercicios propuestos por el profesor. Opcionalmente, se podrá requerir la resolución de alguno de estos ejercicios en el examen.

Los alumnos que hayan suspendido el laboratorio (examen o prácticas), siempre que tengan la asistencia requerida durante el periodo de prácticas, podrán mejorar su calificación en este apartado, realizando un examen final teórico y/o práctico.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	INICIO	FIN
1. Fundamento de las técnicas electroquímicas de análisis	Clase de teoría	5	1ª semana	3ª semana
	Seminario/Tutoría	2		
2. Técnicas potenciométricas y voltamperométricas	Clase de teoría	6	3ª semana	6ª semana
	Seminario/Tutoría	2		
3. Introducción a las técnicas cromatográficas	Clase de teoría	5	7ª semana	9ª semana
	Seminario/Tutoría	2		
4. Cromatografía de gases y de líquidos	Clase de teoría	7	9ª semana	13ª semana
	Seminario/Tutoría	3		
5. Técnicas de separación no cromatográficas	Clase de teoría	2	13ª semana	14ª semana
	Seminario/Tutoría	1		
Examen final				



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG3, CG6, CG7, CG12, CG13 CE4, CE6, CE7 CT3	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	25	30	55	65%
Seminarios	CG3, CG6, CG7, CG12, CG13 CE4, CE6, CE7 CT3	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	8	12	20	
Laboratorio	CG9, CG10, CG11, CG12, CG13 CE6, CE7 CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT11, CT12	Ayudar al alumno a realizar las prácticas con explicaciones y recomendaciones metodológicas. Proyección de videos.	Realización de las prácticas propuestas y presentación de las memorias y de las preguntas planteadas.	Asistencia, calificación de las respuestas a los problemas prácticos planteados, examen escrito sobre cuestiones prácticas.	28	24,5	52,5	20%
Seminario de laboratorio	CG12, CG13 CE6, CE7 CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT11, CT12	Exposición de aspectos prácticos relacionados con las enseñanzas del laboratorio. Discusión sobre los resultados del ejercicio intercomparación.	Resolución de problemas y cuestiones relacionadas con las prácticas	Asistencia y calificación de las respuestas a los problemas en relación a las prácticas realizadas. Examen final	2	5,5	7,5	
Actividades dirigidas	CG3, CG6, CG7, CG8, CG12, CG13 CE6, CE7 CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT11, CT12,	Elaboración y propuesta de cuestiones y problemas. Valoración crítica de los mismos.	Resolución por escrito de los problemas y cuestiones propuesto, que se realizarán de forma individual o en grupo.	Calificación del trabajo realizado		6	6	15%



Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Tutorías	CG3, CG6, CG7, CG8, CG12, CG13 CE6, CE7 CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT11, CT12	Planteamiento de cuestiones y problemas.	Resolución de las cuestiones y problemas planteados.	Calificación de los ejercicios propuestos por el profesor.	2	3	5	
Exámenes	CG3, CG6, CG7, CG12, CG13, CE4, CE6, CE7 CT3	Propuesta y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización de los exámenes.	Calificación de los exámenes realizados.	4		4	65%

P : presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación