



Guía Docente:

EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA ANALÍTICA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2012-2013



I.- IDENTIFICACIÓN

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

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

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

Grupo A

Teoría Seminario Tutoría	Profesora: PALOMA YAÑEZ-SEDEÑO ORIVE Departamento: Química Analítica Despacho: QA-322 e-mail: yseo@quim.ucm.es
---	---

Teoría Seminario Tutoría	Profesora: M ^a EUGENIA DE LEÓN GONZÁLEZ Departamento: Química Analítica Despacho: QA-318 e-mail: leongon@quim.ucm.es
---	---

Grupo B

Teoría Seminario Tutoría	Profesora: PALOMA YAÑEZ-SEDEÑO ORIVE Departamento: Química Analítica Despacho: QA-322 e-mail: yseo@quim.ucm.es
---	---

Teoría Seminario Tutoría	Profesor: ROBERTO IZQUIERDO HORNILLOS Departamento: Química Analítica Despacho: QA-413 e-mail: hornillo@quim.ucm.es
---	--

Grupo C

Teoría Seminario Tutoría	Profesor: LUIS MARIA POLO DIEZ Departamento: Química Analítica Despacho: QA-320 e-mail: mpolo@quim.ucm.es
---	---



Teoría Seminario Tutoría	Profesora: PALOMA YÁÑEZ-SEDEÑO ORIVE Departamento: Química Analítica Despacho: QA-322 e-mail: yseo@quim.ucm.es
--------------------------------	---

Grupo D

Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JOSÉ MANUEL PINGARRÓN Departamento: Química Analítica Despacho: QA-323 e-mail: pingarro@quim.ucm.es
--------------------------------	--

Grupo E

Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JOSÉ MANUEL PINGARRÓN Departamento: Química Analítica Despacho: QA-323 e-mail: pingarro@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: CONCEPCIÓN PÉREZ CONDE Departamento: Química Analítica Despacho: QB-435 e-mail: cpconde@quim.ucm.es

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

Adquirir los fundamentos de las principales técnicas instrumentales electroanalíticas y de separación 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.

Adquisición por parte del alumno de 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 electroanalíticas.
- 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 adecuada para resolver un problema analítico concreto



- Aprender a validar un método de análisis, evaluando sus características analíticas
- Desarrollar en los estudiantes la habilidad para aplicar las principales técnicas instrumentales electroquímicas y cromatográficas para la resolución de problemas analíticos concretos.
- 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 electroanalíticas. 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 de separación.

■ PROGRAMA:

Teórico

Tema 1: Técnicas electroanalíticas

- Introducción a las técnicas electroanalíticas
- Técnicas potenciométricas
- Técnicas polarográficas y voltamperométricas

Tema 2: Técnicas cromatográficas

- Teoría cromatográfica
- Clasificación de las técnicas cromatográficas



- Principios básicos de la cromatografía de gases.
- Principios básicos de la cromatografía de líquidos

Tema 3: Técnicas de separación no cromatográficas

- Aspectos generales. Extracción en fase sólida.
- Electroforesis

Práctico:

1. Electroanálisis

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

2. Cromatografía

- *Práctica 4: Análisis de un preparado farmacéutico. Determinación de paracetamol y ácido acetilsalicílico por HPLC-UV. Ejercicio intercomparación (1 sesión).*
- *Práctica 5: Determinación de triazinas y productos de degradación en agua mediante cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) con detección ultravioleta (2 sesiones).*
- *Práctica 6: Determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases en aceites vegetales y medida del índice de refracción (1 sesión).*
- *Práctica 7: Análisis de cerveza. Determinación de pH, acidez y etanol. Ejercicio intercomparación (1 sesión).*

V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG1-MFQA:** Reconocer la importancia de la Química Analítica en diversos contextos.
- **CG2-MFQA:** Relacionar la Química Analítica con otras disciplinas.
- **CG3-MFQA:** Expresar rigurosamente los conocimientos en Química Analítica adquiridos 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.
- **CG12-MFQA:** Interpretar datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio de análisis.
- **CG13-MFQA:** Reconocer e implementar 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 y reconocer la problemática asociadas a la toma y al tratamiento de la muestra.
- **CE6-MFQA1:** Aplicar los fundamentos básicos de las principales técnicas instrumentales electroanalíticas, así como de las técnicas cromatográficas y electroforéticas.
- **CE6-MFQA2:** Proponer una técnica electroanalítica o de separación adecuada para la identificación o cuantificación de un determinado analito.
- **CE7-MFQA1:** Aplicar conceptos básicos de quimiometría 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-MF2:** Desarrollar la sensibilidad sobre temas medioambientales.



VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos (horas)
Clases teóricas	25	37,5	2,5 (62,5)
Seminarios	5	7,5	0,5 (12,5)
Tutorías/Trabajos dirigidos	2	3	0,2 (5)
Laboratorios	30	22,5	2,1 (52,5)
Seminarios laboratorio	4	6	0,4(10)
Preparación de trabajos y exámenes	3	4,5	0,3 (7,5)
Total	69	81	6 (150)

VII.- 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 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.
- (c) **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.
- (d) **Laboratorios** impartidos 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 algún seminario encaminado a la discusión de los resultados obtenidos con vistas a la participación en ejercicios inter(intra)laboratorio con otras universidades españolas. El departamento de Química Analítica ha elaborado diverso material audiovisual para una mejor comprensión de las prácticas de laboratorio que será proyectado a los alumnos durante los seminarios



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, etc. 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

VIII.- 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](#)
- Guiones de laboratorio.

■ COMPLEMENTARIA:

- [Harris, Daniel, C.: "Análisis Químico Cuantitativo", 3ª ed., Ed. Reverté, 2007.](#)
- Skoog, Douglas A.; West, Donald M. F.; Holler, James y Crouch, Stanley R.: "Fundamentos de Química Analítica", 8ª ed., Ed. Thomson, 2004.
- Rubinson, Kenneth A. y Rubinson, Judith F.: "Análisis Instrumental", 1ª ed., Ed. Prentice Hall, 2002.
- [Séamus Higson, P.J., "Analytical Chemistry", 1ª ed., Oxford University Press, 2004.](#)
- Rouessac, Francis y Rouessac, Annick: "Análisis Químico. Métodos y técnicas Instrumentales modernas", 1ª ed., McGraw Hill, 2003.
- José M. Pingarrón Carrazón, P. Sánchez Batanero, "Química Electroanalítica: Fundamentos y Aplicaciones", Ed. Síntesis, 1999
- Carmen Cámara, Concepción Pérez Conde (eds) "Análisis Químico de trazas" Editorial Síntesis, 2011

IX.- 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 asistencia a las clases presenciales (teoría, seminarios y tutorías) es obligatoria. Para poder realizar el examen final de la convocatoria de febrero será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales. En la convocatoria de septiembre, los estudiantes que no hayan participado en el 70% de las actividades



presenciales tendrán que entregar, antes del día del examen, una colección de problemas y cuestiones según le indique el profesor.

■ **EXÁMENES ESCRITOS DE TEORIA:** **70 %**

Se realizará un examen final de la asignatura en la convocatoria de junio. Para poder acceder a la calificación global de la asignatura será necesario obtener al menos 4.5 puntos en la nota del examen final.

En los exámenes 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.

Competencias evaluadas:

CG3-MFQA, CG5-MFQA, CG6-MFQA, CG7-MFQA, CG12-MFQA: CG13-MFQA
CE4-MFQA, CE6-MFQA, CE6-MFQA, CE7-MFQA
CT3-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.

Al finalizar cada práctica se realizarán unas preguntas por escrito relacionadas con el trabajo llevado a cabo. Asimismo, se entregará la memoria correspondiente al trabajo efectuado. 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 ponderada del examen (60%) y de la nota del laboratorio (40%) obtenida a partir del trabajo personal de cada estudiante (participación activa, preguntas y memorias). Para hacer la media ponderada será necesario obtener una calificación igual o superior a 4 en el examen escrito. El no haber alcanzado una calificación global de laboratorio de 4 será motivo de 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.

Competencias evaluadas:

CG12-MFQA, CG13-MFQA
CE6-MFQA1, CE6-MFQA2, CE7-MFQA
CT1-MFQA, CT2-MFQA, CT3-MFQA, CT5-MFQA, CT6-MFQA, CT7-MFQA,
CT11-MFQA, CT12-MFQA

■ **TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS:** **10%**

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.

Competencias evaluadas:

CG1-MFQA, CG2-MFQA, CG3-MFQA, CG5-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**

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

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

Aquellos alumnos que no hayan realizado las actividades dirigidas a lo largo del curso, deberán resolver y entregar, con antelación a la realización del examen, un conjunto de problemas y cuestiones propuestos por el profesor.


PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	INICIO	FIN
1. Técnicas electroanalíticas	Clase de teoría	10	1ª semana	6ª semana
	Seminario	2		
Tutoría*				
3. Técnicas cromatográficas	Clase de teoría	13	7ª semana	14ª semana
	Seminario	3		
3. Técnicas de separación no cromatográficas	Clase de teoría	2	15ª semana	15ª semana
Tutoría*				
Examen final				

* La programación de las tutorías depende de la planificación global de todas las asignaturas del curso.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG3, CG5, 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	37,5	62,5	20%
Seminarios	CG3, CG5, 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	5	7.5	12.5	
Laboratorio	CG12, CG13 CE6-MFQA1, CE6-MFQA2, CE7-MFQA CT1-MFQA, CT2-MFQA, CT3-MFQA, CT5-MFQA, CT6-MFQA, CT7-MFQA, CT11-MFQA, CT12-MFQA	Ayudar al alumno a realizar las prácticas con explicaciones y recomendaciones metodológicas.	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.	30	22.5	52.5	
Seminario de laboratorio	CG12-MFQA, CG13-MFQA, CE6-MFQA1, CE6-MFQA2, CE7-MFQA, CT1-MFQA, CT2-MFQA, CT3-MFQA, CT5-MFQA, CT6-MFQA, CT7-MFQA, CT11-MFQA, CT12-MFQA	Exposición de aspectos prácticos relacionados con las enseñanzas del laboratorio. Proyección y discusión de videos. Discusión sobre los resultados del ejercicio interlaboratorio	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	4	6	10	



Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Actividades dirigidas	CG1, G2, CG3-, CG5, 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		4,5	4,5	10%
Tutorías	CG1, CG2, CG3, CG5, 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, CG5, 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.	3		3	70%

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