



**Máster en Ciencia y Tecnología Químicas**  
**Facultad de Ciencias Químicas**  
**Universidad Complutense de Madrid**

**Guía docente**

**SISTEMAS AUTOMÁTICOS Y  
MINIATURIZADOS, SENSORES Y  
BIOSENSORES EN ANÁLISIS**

Código: 605209

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2022-2023**

**Nombre de la asignatura (Subject name)**

Sistemas automáticos y miniaturizados, sensores y biosensores en análisis  
*Automatic and miniaturized systems, sensors and biosensors in analysis*

**Duración**

Primer semestre

**Créditos ECTS /Carácter**

6 ECTS/Optativa, Materia 2.1 (Itinerario 1)  
6 ECTS/Obligatoria, Materia 2.3 (Itinerario 3)

**Contenidos básicos (Subject knowledge)**

Principios básicos y tecnología de la miniaturización. Miniaturización total en el proceso analítico. Nanopartículas y materiales nanoestructurados. Elementos de (bio)reconocimiento. Sensores y biosensores electroquímicos. Sensores y biosensores ópticos. Sensores térmicos y másicos. Aplicaciones representativas de los (bio)sensores.

*Miniaturization: Basic principles and technology. Miniaturization in the analytical process. Nanoparticles and nanostructured materials. (Bio)recognition elements. Electrochemical sensors and biosensors. Optical sensors and biosensors. Mass and thermal sensors. Representative applications of (bio)sensors.*

**Profesores y ubicación**

<b>Profesor</b>	Elena Benito Peña
<b>Departamento</b>	Química Analítica
<b>Despacho</b>	QB-437
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:elenabp@ucm.es">elenabp@ucm.es</a>

<b>Profesor</b>	Susana Campuzano Ruiz
<b>Departamento</b>	Química Analítica
<b>Despacho</b>	QB-342B
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:susanacr@ucm.es">susanacr@ucm.es</a>

**Profesores de Practicas**

<b>Profesor</b>	Elena Benito Peña
<b>Departamento</b>	Química Analítica
<b>Despacho</b>	QB-437
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:elenabp@ucm.es">elenabp@ucm.es</a>

<b>Profesor</b>	Susana Campuzano Ruiz
<b>Departamento</b>	Química Analítica
<b>Despacho</b>	QB-342B
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:susanacr@ucm.es">susanacr@ucm.es</a>

## Objetivos y competencias (*Abilities and Skills*)

### **OBJETIVOS**

Esta asignatura participa de los objetivos generales del Máster en Ciencia y Tecnología Químicas aplicados al conocimiento de los sistemas automáticos y miniaturizados, sensores y biosensores en análisis.

### **ABILITIES**

*This subject includes the general abilities of the Chemical Science and Technology Master applied to the knowledge of automatic and miniaturized systems, sensors and biosensors in analysis.*

### **COMPETENCIAS GENERALES**

- CG1.- Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de problemas de Química Analítica.
- CG2.- Desarrollar habilidades teórico-prácticas para resolver problemas de interés científico y social en el contexto de la Química Analítica
- CG3.- Interpretar y analizar datos complejos en el entorno de la Química Analítica y la Tecnología Química.
- CG4.- Reconocer y evaluar la calidad de los resultados teóricos y prácticos utilizando las herramientas metrológicas adecuadas.
- CG5.- Utilizar y reconocer la tecnología de los materiales para poder resolver problemas químicos en los entornos medioambiental, alimentario y clínico.
- CG6.- Conocer y comprender los fundamentos científicos del mundo de los materiales y la relación entre estructura, propiedades, y aplicaciones.

### **GENERAL SKILLS**

- GS1.- Knowledge integration and confrontation with the complexity of problems in Analytical Chemistry.*
- GS2.- Development of theoretical and practical skills to solve problems of social and scientific interest in the context of Analytical Chemistry.*
- GS3.- Interpretation and analysis of complex data in the fields of Analytical Chemistry and Chemical Technology.*
- GS4.- Identification and evaluation of the quality of theoretical and practical results using the adequate metrological tools.*
- GS5.- Use and identification of the materials technology to be able to solve chemical problems in the environmental, food and clinical fields.*
- GS6.- To know and understand the scientific basis of the materials and their structure – properties – applications relationships.*

### **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:**

- CE1.- Desarrollar habilidades teórico-prácticas en técnicas instrumentales aplicadas al desarrollo de sistemas miniaturizados y automatizados.
- CE2.- Planificar la experimentación de acuerdo a modelos teóricos o experimentales establecidos
- CE6.- Aplicar los conocimientos adquiridos, tanto teóricos como prácticos, sobre sensores y biosensores químicos, a la resolución de problemas químicos en diversos entornos.
- CE7.- Formular juicios a partir de información química adquirida, que incluya reflexión sobre responsabilidades sociales y sostenibilidad.
- CE11.- Interrelacionar entre sí todos los conocimientos adquiridos y relacionarlos, a su vez, con problemas reales de interés medioambiental, alimentario y clínico.

### **SPECIFIC SKILLS**

- SS1.- Development of theoretical and practical skills in instrumental techniques applied to the development of miniaturized and automatic systems.*
- SS2.- To design research according to theoretical and experimental established models.*
- SS6.- Application of the acquired knowledge on chemical sensors and biosensors, both theoretical and practical, to chemical problems solving in various areas.*
- SS7.- To make judgements based on the acquired chemical information including a reflexion on social responsibilities and sustainability.*
- SS11.- Interrelate all the acquired knowledge and also relate them with real problems of environmental, food and clinical interest.*

### **COMPETENCIAS TRANSVERSALES**

- CT1.- Elaborar, escribir y defender informes de carácter científico y técnico.
- CT2.- Trabajar en equipo.
- CT3.- Valorar la importancia de la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente.
- CT4.- Demostrar capacidad de autoaprendizaje.
- CT5.- Demostrar compromiso ético.
- CT6.- Comunicar resultados de forma oral/escrita.
- CT7.- Trabajar con seguridad en laboratorios de investigación.
- CT8.- Demostrar motivación por la investigación científica.

### **GENERIC COMPETENCES**

- GC1.- Elaboration, writing and defence of scientific and technical reports.*
- GC2.- Group work.*
- GC3.- To value the importance of sustainability and environmental concern.*
- GC4.- Demonstration of self-learning capabilities.*
- GC5.- Demonstration of ethic compromise.*
- GC6.- Ability to communicate results both in oral and writing forms.*
- CC7.- Safe work in research laboratories.*
- CC8.- Demonstration of motivation by scientific research.*

## Contextualización en el Máster

La asignatura se incluye en el Módulo 2 (Especialización) del Master en Ciencia y Tecnología Químicas en las materias:

Materia 2.1. Nanociencia y Nanomateriales (OP)

Materia 2.3. Instrumentación y Análisis (OB)

## Programa de la asignatura

1. Sensores y biosensores ópticos (19.5 horas)
  - Fundamento
  - Elementos de reconocimiento: tipos e inmovilización.
  - Principios de medida
  - Sensores ópticos. Aplicaciones seleccionadas al análisis de alimentos, medioambiental y clínico
2. Sensores y biosensores electroquímicos (19.5 horas)
  - Fundamentos
  - Materiales: modificadores electródicos, materiales nanoestructurados
  - Sensores electroquímicos
  - Biosensores electroquímicos: clasificación
  - Preparación: estrategias de modificación, métodos de inmovilización
  - Aplicaciones recientes en análisis clínico, medioambiental y alimentario
3. Sensores másicos (1 hora)
  - Microbalanza de cristal de cuarzo
4. Miniaturización en el proceso analítico (4 horas)
  - Introducción
  - Tecnología “lab-on-a-chip”: conceptos y terminología
  - Micro y nanotecnologías
  - Análisis y detección sobre plataformas hidrodinámicas y electrocinéticas miniaturizadas
  - Microchips analíticos
  - Aplicaciones

### Clases prácticas: 4 sesiones de 3 horas

1. Obtención y aplicación de biosensores amperométricos para la determinación de un analito de interés (2 sesiones)
2. Sensor óptico para la medida de oxígeno en aguas (1 sesión)
3. Preparación de un biosensor óptico (1 sesión)

## Metodología y programación docente

La programación docente se desarrollará a través de clases teóricas, clases de seminarios, tutorías programadas y prácticas de laboratorio. En las clases teóricas y de seminario se desarrollará el contenido de los diferentes temas. El material necesario para el desarrollo de las clases se publicará en el Campus Virtual. En las tutorías los alumnos expondrán trabajos relacionados con los diferentes temas de la asignatura. Las clases prácticas se realizarán en cuatro sesiones de tres horas.



## Programación Docente

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos ECTS
Clases teóricas/Theory classes	36	54	3.6
Seminarios/Seminars	8	12	0.8
Tutorías/ Tutorials	2	3	0.2
Laboratorio/Laboratory	12	9	0.84
Preparación de trabajos/memoria de laboratorio y exámenes/ Work Group preparation, lab report and exams	5	9	0.56
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>87</b>	<b>6</b>

### Resultados del aprendizaje (*Learning results*)

Una vez superada esta asignatura, el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer los materiales básicos utilizados en la fabricación de (bio)sensores ópticos y electroquímicos.
- Conocer los principios básicos de medida aplicados en el desarrollo de (bio)sensores ópticos.
- Diseñar estrategias de modificación de electrodos con objeto de fabricar (bio)sensores electroquímicos.
- Describir los métodos de inmovilización de material biológico y de indicadores químicos para la fabricación de (bio)sensores ópticos.
- Describir métodos de inmovilización de material biológico en materiales electródicos.
- Describir y diseñar sensores y biosensores ópticos.
- Describir y diseñar diferentes (bio)sensores electroquímicos, tanto enzimáticos como inmunosensores o sensores de ADN.
- Describir los fundamentos de los sensores másicos.
- Conocer los componentes de la microbalanza de cristal de cuarzo.
- Explicar el funcionamiento de la microbalanza de cristal de cuarzo.
- Conocer aplicaciones actuales de (bio)sensores ópticos, electroquímicos y másicos.
- Conocer la importancia del uso de microchips en electroforesis capilar con detección electroquímica.
- Describir el manejo de microchips en electroforesis capilar.
- Explicar la importancia del empleo de nanomateriales como detectores en electroforesis capilar.
- Describir el empleo de chips microfluídicos como plataformas sensoras.
- Conocer aplicaciones de sensores en plataformas microfluídicas.

### Learning Outcomes

- *To know the basic materials applied in the fabrication of optical and electrochemical (bio)sensors.*
- *To know the basic measuring principles applied to the development of optical sensors.*

- To design electrodes modification approaches in order to fabricate electrochemical (bio)sensors.
- To describe the immobilization methods of biological material and chemical indicators applied to the fabrication of optical (bio)sensors.
- To describe biological material immobilization methods on electrodic materials.
- To describe and design optical (bio)sensors.
- To describe and design different electrochemical (bio)sensors, either enzymatic, or immunosensors or DNA sensors.
- To describe the fundamentals of mass sensors.
- To know the components of the quartz crystal microbalance.
- To explain the operation of the quartz crystal microbalance.
- To know current applications of optical, electrochemical and mass (bio)sensors.
- To know the importance of using microchips in capillary electrophoresis with electrochemical detection.
- To describe microchips handling in capillary electrophoresis.
- To describe the use of microfluidic chips as sensor platforms.
- To know sensor applications in microfluidic platforms.

### Evaluación del aprendizaje

El rendimiento académico del estudiante se evaluará atendiendo a:

- Un examen final (35 %)
- La presentación oral y discusión de un trabajo relacionado con los temas de la asignatura (30 %)
- Trabajo personal en prácticas de laboratorio (25 %)
- Participación en tutorías y asistencia a conferencias (10 %)

Si en la calificación de la memoria del trabajo realizado se comprobase que hay plagio o que los resultados y las preguntas incluidas en la memoria no se correspondiesen con el trabajo realizado en el laboratorio, la calificación final del laboratorio sería de SUSPENSO.

Para poder ser evaluado es obligatoria la asistencia, al menos, al 70 % de las actividades presenciales, así como, alcanzar al menos un 40 % en la calificación de cada una de las siguientes actividades: examen, trabajo y prácticas de laboratorio.

### Idioma o idiomas en que se imparte

Español

### Bibliografía y recursos complementarios

- J. Janata, *Principles of Chemical Sensors*, Springer, **2009**
- B.R. Egdins, *Chemical Sensors and Biosensors*, John Wiley, **2002**.
- S. Alegret, A. Merkoci, *Electrochemical Sensor Analysis*, Elsevier (Wilson & Wilson's Comprehensive Analytical Chemistry (D. Barceló), Vol. 49, **2007**.
- P. N. Bartlett., *Bioelectrochemistry: Fundamentals, Experimental Techniques and Applications*, John Wiley & Sons, Ltd, **2008**.
- F. Ligler (ed), *Optical Biosensors: Today and Tomorrow*, Elsevier Science, **2008**
- R. B. Thompson, *Fluorescence Sensors and Biosensors*, CRC Press, **2005**.

- J. Homola, *Surface Plasmon Resonance Based Sensors* (Springer Series on Chemical Sensors and Biosensors), Springer, **2006**.