Guía docente de la asignatura

Sensores y Sistemas Miniaturizados (M43/56/4/35)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 04/07/2025

Máster	Máster Universitario en Ciencias y Tecnologías Químicas, Khemia
MÓDULO	• Metodologia e Instrumentación • Investigación y Desarrollo
RAMA	Ciencias
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Primero	**Créditos**	3	**Tipo**	Optativa	**Tipo de enseñanza**	Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

En el caso de utilizar herramientas de IA para el desarrollo de la asignatura, el estudiante debe adoptar un uso ético y responsable de las mismas. Se deben seguir las recomendaciones contenidas en el documento de "Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial en la UGR" publicado en esta ubicación: https://ceprud.ugr.es/formacion-tic/inteligencia-artificial/recomendaciones-ia#contenido0

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Sensores químicos. Definición y características generales. Modelo y funciones respuesta. Clasificaciones. Selectividad en sensores: tipos. Diseño de capas selectivas. Sensores ópticos. Sensores electroquímicos. Mecanismos de sensado. Caracterización de sensores. Aplicaciones de sensores químicos. Sensores piezoeléctricos. Miniaturización de sistemas analíticos. Sistemas miniaturizados de análisis (MEMS): tipos y aplicaciones. Sistemas integrados de análisis (lab-on-chip, μTAS).

COMPETENCIAS

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:00
Código seguro de verificación (CSV): 58192B62DD16B8BC0F25E35086C5FC8B Pág. 1 de 9

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Que los estudiantes sepan asumir las responsabilidades adecuadas en lo que respecta al desarrollo de conocimientos y/o prácticas profesionales

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE12 - Aplicar metodologías para la caracterización y análisis de productos químicos.
- CE14 - Utilizar de forma adecuada equipos y técnicas para la identificación de compuestos (bio)químicos y de materiales industriales.
- CE15 - Utilizar de forma adecuada equipos y técnicas para la cuantificación de compuestos (bio)químicos y de materiales industriales.
- CE18 - Preparar, funcionalizar y caracterizar nanomateriales, materiales nanoestructurados y sensores miniaturizados, así como ser capaz de desarrollar aplicaciones potenciales de los productos desarrollados.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT02 - Capacidad de gestión del tiempo (referida a su organización y planificación)
- CT04 - Conocimiento y uso de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) y de los recursos informáticos (programas, bases de datos, etc.) relativos al ámbito de estudio para adquirir, gestionar y comunicar la información
- CT06 - Trabajo en equipo
- CT07 - Sensibilidad hacia temas medioambientales

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:00
Código seguro de verificación (CSV): 58192B62DD16B8BC0F25E35086C5FC8B Pág. 2 de 9

originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Que los estudiantes sepan asumir las responsabilidades adecuadas en lo que respecta al desarrollo de conocimientos y/o prácticas profesionales

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE12 - Aplicar metodologías para la caracterización y análisis de productos químicos.
- CE14 - Utilizar de forma adecuada equipos y técnicas para la identificación de compuestos (bio)químicos y de materiales industriales.
- CE15 - Utilizar de forma adecuada equipos y técnicas para la cuantificación de compuestos (bio)químicos y de materiales industriales.
- CE18 - Preparar, funcionalizar y caracterizar nanomateriales, materiales nanoestructurados y sensores miniaturizados, así como ser capaz de desarrollar aplicaciones potenciales de los productos desarrollados.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT02 - Capacidad de gestión del tiempo (referida a su organización y planificación)
- CT04 - Conocimiento y uso de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) y de los recursos informáticos (programas, bases de datos, etc.) relativos al ámbito de estudio para adquirir, gestionar y comunicar la información
- CT06 - Trabajo en equipo
- CT07 - Sensibilidad hacia temas medioambientales

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá / comprenderá:

- Interpretar el mecanismo de actuación de un sensor químico
- Evaluar las características de un sensor
- Planificar las características que debe poseer un sensor para un propósito dado
- Racionalizar las características analíticas de un sensor químico

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 58192B62DD16B8BC0F25E35086C5FC8B
06/05/2026 - 11:00
Pág. 3 de 9

El alumno será capaz de:

- Resolver problemas relacionados con el uso de sensores y la determinación de analitos
- Comparar sistemas de sensado de acuerdo a sus características
- Hacer un informe sobre uso y funcionamiento de sensores
- Interpretar un protocolo analítico comercial basado en sensores
- Controlar la calidad de los resultados generados por un sensor
- Buscar información sobre metodología de sensores

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

TEMARIO TEÓRICO:

- Introducción. Papel de los sensores en la sociedad actual. Concepto de sensor. Características de los sensores. Clasificaciones. Selectividad. Diseño de capas selectivas. Soportes poliméricos y membranas.
- Sensores ópticos. Definición. Características. Fibra óptica. Sensores basados en absorción. Sensores basados en reflexión. Reflexión total atenuada. Onda evanescente. Sensores basados en luminiscencia. Sensores basados en espectroscopía de onda guiada. Sensores de resonancia de plasmón superficial. Sensores interferométricos. Biosensores ópticos enzimáticos y de afinidad.
- Sensores electroquímicos. Sensores potenciométricos. Sensores para iones. Sensores para especies neutras: sensores enzimáticos, electrodo de Severinghaus. Sensores amperométricos. Electrodos modificados. Estrategias para modificación química. Aplicaciones. Biosensores catalíticos y de afinidad. Ejemplos. Sensores conductimétricos. Sensores piezoelectricos. Otros sensores.
- Miniaturización de sistemas analíticos. Introducción. Clasificación. Aspectos teóricos. Miniaturización parcial o total del proceso analítico. Tendencias futuras.
- Sistemas miniaturizados de análisis (MEMS). Tecnología de sensores MEMS. Técnicas de fabricación. Principios de operación de sensores MEMS. MEMS de tipo resistivo, capacitivo, piezoeléctrico, resonante, otros. Aplicaciones.
- Sistemas integrados de análisis. Plataformas lab-on-chip. Tipos. Características. Sistemas capilares. Dispositivos de flujo lateral. Dispositivos actuados linealmente. Dispositivos de flujo laminar actuados por presión. Integración de sistemas microfluídicos. Sistemas microfluídicos de flujo segmentado. Sistemas centrífugos. Sistemas electrocinéticos. Sistemas de electromojado. Sistemas dedicados de alta paralelización. Ejemplos.

PRÁCTICO

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

- 1. Determinación de nitrito empleando una fase sensora de fosfato cálcico dopado con terbio.
- 2. Determinación de dióxido de carbono mediante un sensor óptico.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 58192B62DD16B8BC0F25E35086C5FC8B
06/05/2026 - 11:00
Pág. 4 de 9

- 3. Sensor amperométrico para la determinación de glucosa usando electrodos serigrafiados desechables.

TALLERES

- Taller 1. Discusión sobre el informe de la práctica 1.
- Taller 2. Discusión sobre el informe de la práctica 2.
- Taller 3. Discusión sobre el informe de la práctica 3.

ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

- Cada estudiante de forma individual desarrollará un trabajo sobre un tema concreto correspondiente al temario de la asignatura, con el objetivo de poner en práctica los conocimientos adquiridos. La realización del trabajo se llevará a cabo bajo la supervisión del profesorado responsable de la asignatura y la exposición del mismo se realizará de forma presencial en horario de clase.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Fiber optic chemical sensors and biosensors. O.S. Wolfbeis. CRC Press. 1991.
- Sensors. A comprensive survey. W. Göpel, J. Hesse, J.N. Zemel. VCH. 1991.
- Flow-through (Bio)chemical Sensors. M. Valcárcel, M.D. Luque de Castro. Elsevier. 1994.
- Chemical sensors and biosensors for medical and biological applications. U.E. Spichiger-Keller. Wiley-VCHCRC. 1998.
- Chemical sensors and biosensors. B.R. Eggins. John Wiley & Sons. 2002.
- Handbook of Optical Chemical Sensors. A. Lobnik, B. Mizaikoff. Springer. 2006.
- Encyclopaedia of Sensors. Editores: Craig A. Grimes, Elizabeth C. Dickey, Michael V. Pishko. 1ª ed. 10 vol. American Scientific Publishers. 2005.
- Principles of Chemical Sensors. Jiri Janata. 2ª Ed. Springer. 2009.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Optical Sensors: Industrial, Environmental and Diagnostic Applications. R. Narayanaswamy, O.S. Wolfbeis. Springer. 2004.
- Chemical sensors: fundamentals of sensing materials. Korotcenkov, Ghenadii, editor. New York: Momentum Press, 2010-2012.
- Environmental, Chemical and Medical Sensors. Bhattacharya, Shantanu. editor., Agarwal, Avinash Kumar. editor., Chanda, Nripen. editor., Pandey, Ashok. editor., Sen, Ashis Kumar. editor. Singapore : Springer Singapore. 2018.
- Chemical sensors properties, performance, and applications. Harrison, Ronald V., New York: Nova Science Publishers, 2010.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 58192B62DD16B8BC0F25E35086C5FC8B
06/05/2026 - 11:00
Pág. 5 de 9

ENLACES RECOMENDADOS

Escuela de Posgrado

http://escuela de posgrado.ugr.es/

Página oficial del Máster

http://masteres.ugr.es/

Información general del Máster Khemia

http://masteres.ugr.es/khemia/

Plataforma Moodle

http://prado.ugr.es

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Clases magistrales/expositivas. El equipo docente podrá utilizar para su desarrollo algunos de los siguientes métodos: sesión expositiva, aprendizaje basado en problemas, ejemplificación y estudio de casos.
- MD03 Clases prácticas. El equipo docente podrá recurrir a métodos como estudio de casos, análisis diagnósticos, prácticas de laboratorio, aula de informática, visitas, búsqueda de datos, etc.
- MD04 Talleres, seminarios, debates, exposición (y/o defensa) de trabajos individuales o en grupo. El equipo docente podrá utilizar para su desarrollo algunos de los siguientes métodos: aprendizaje basado en problemas, ejemplificación y estudio de casos
- MD05 Tutorías: Programadas y de seguimiento (para trabajos de fin de Máster y Prácticas de Empresa), pudiéndose utilizar en las modalidades personalizada o en grupo, sincrónica (presenciales) o asincrónica (virtuales). La modalidad seleccionada por el equipo docente quedará recogida en la Guía Docente de cada materia
- MD07 Estudio y trabajo autónomo, individual y/o en grupo

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

CONVOCATORIA ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

EVALUACIÓN CONTINUA

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:00
Código seguro de verificación (CSV): 58192B62DD16B8BC0F25E35086C5FC8B Pág. 6 de 9

(A) Instrumentos de evaluación:

- Pruebas escritas. Exámenes o pruebas breves a realizar a lo largo del curso basadas en la resolución de ejercicios, casos o problemas propuestos con anterioridad por el profesorado. Su formato (preguntas largas, cortas, de respuesta múltiple, etc.) será seleccionado por el equipo docente encargado de impartir la materia. Su contenido y duración serán establecidos de acuerdo con la Normativa de Evaluación y Calificación aprobada por la UGR en Consejo de Gobierno de 20 de Mayo de 2013.

- Evaluación de asistencia y participación activa. Se basa en la valoración de actitudes e iniciativas de participación activa e interactiva en el desarrollo de la clase, en las tutorías, o en el grado de compromiso en el desarrollo de los trabajos planteados, en las prácticas de laboratorio, o cualquier otra tarea asignada, pudiéndose evaluar, si procede, la capacidad de trabajo en equipo.

- Clases Prácticas. Se evaluará el grado de desempeño en la realización del trabajo experimental, manejo de instrumentación y software, análisis e interpretación de datos experimentales y elaboración de registros e informes de resultados.

(B) Criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final:

Criterio de evaluación	% sobre la calificación final
- Conocimientos teóricos adquiridos.....	50
- Valoración de actitudes e iniciativas de participación activa e interactiva en el desarrollo de la clase, en las tutorías, o en el grado de compromiso en el desarrollo de los trabajos planteados, en las prácticas de laboratorio o cualquier otra tarea asignada, pudiéndose evaluar, si procede, la capacidad de trabajo en equipo.....	5
- Desempeño en la realización del trabajo experimental, manejo de instrumentación y software, análisis e interpretación de datos experimentales y elaboración de registros e informes de resultados.....	15
- Exposición de trabajos, informes, conclusiones.....	30

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 58192B62DD16B8BC0F25E35086C5FC8B
06/05/2026 - 11:00
Pág. 7 de 9

obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación, si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenida, la solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

El tipo de evaluación utilizada en esta asignatura tratará de valorar las competencias adquiridas, ya que será diseñada de modo que tenga que ver con el rendimiento y el trabajo total del estudiante y no sólo con los conocimientos. Se tratará pues de una evaluación que incluirá una valoración centrada en las capacidades, destrezas y procedimientos relacionados con el trabajo realizado por los alumnos y su relación con los perfiles académicos y/o profesionales definidos.

Por ello, se evaluará de forma continua: 1) la actitud durante el desarrollo de la materia (control de asistencia y participación); 2) las habilidades y destrezas adquiridas (resolución de cuestiones planteadas en los talleres y exposiciones individuales y 3) los conocimientos alcanzados (examen escrito).

Para materializar el resultado final de la evaluación se utilizarán los siguientes criterios de calificación:

EVALUACIÓN	%
Prueba escrita	60
Elaboración y exposición de trabajos	20
Actividades prácticas	20

INFORMACIÓN ADICIONAL

La metodología a utilizar en esta asignatura empleará los siguientes métodos de enseñanza-aprendizaje:

1. Método expositivo (lección magistral).
2. Seminarios teórico-prácticos.
3. Talleres.
4. Aprendizaje individual.

- Las clases teóricas se orientarán a dar una visión general de los principios y conceptos subyacentes en el área de sensores químicos, así como de las técnicas más frecuentemente utilizadas. Con ellas, se pretende facilitar la información a los estudiantes, promover los conocimientos y el razonamiento, y estimular su comprensión.
- Las prácticas de laboratorio presentarán tres casos de estudio acerca de tres tipos de sensores concretos en los que se estudiará su diseño, preparación, calibración y aplicación a muestras reales. Las prácticas de laboratorio concluirán cada una con un taller donde se discutirán los resultados obtenidos y problemas encontrados.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 58192B62DD16B8BC0F25E35086C5FC8B
06/05/2026 - 11:00
Pág. 8 de 9

- Las actividades complementarias pretenden que el estudiante aborde un tema concreto relativo al área de sensores y sea capaz de desarrollarlo comprensivamente a partir de la búsqueda bibliográfica correspondiente. El resultado del estudio se reflejará en un informe escrito de no más de diez páginas que deberá incluir: el título, el objeto del informe, el desarrollo, incluyendo algún aspecto teórico, mecanismo de respuesta, preparación y aplicaciones del sensor, así como la bibliografía utilizada. Además del envío del informe a los profesores, se llevará a cabo una presentación pública del tema de estudio de no más de 15 minutos de duración, incluyendo preguntas por parte tanto del profesorado como de los estudiantes.
- Las tutorías se dedicarán a la discusión preliminar de las actividades complementarias, así como a la consulta sobre el contenido de las sesiones teóricas.
- Los recursos didácticos empleados para el desarrollo de la asignatura serán:

1) Recursos didácticos: pizarra y sistemas de proyección (presentaciones informatizadas).

2) Recursos audiovisuales: vídeo-proyector multimedia.

3) Materiales de apoyo y fuentes de información para guiar el proceso de aprendizaje de los estudiantes: bibliografía, informes, material virtual de la red, otras fuentes de información y prácticas.

El estudiante recibirá, al inicio del curso, información sobre las Normas de Seguridad y del correcto desarrollo de las prácticas. El documento estará disponible en el espacio destinado a la asignatura en la plataforma PRADO. Este documento es de obligada lectura y aplicación durante el desarrollo de las prácticas. El no cumplimiento del mismo por parte del estudiante exime de cualquier responsabilidad al profesor que imparte las prácticas y al Departamento donde se desarrollen las mismas.

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 58192B62DD16B8BC0F25E35086C5FC8B
06/05/2026 - 11:00
Pág. 9 de 9