

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (∞)  
**SENSORES QUÍMICOS EN LAS CIENCIAS FARMACÉUTICAS**

Curso 2020-2021  
(Fecha última actualización: 4/07/2020)  
(Fecha de aprobación en Comisión Académica del Máster: 15/07/2020)

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
2º	3	Optativa	Presencial	Español
MÓDULO	1			
MATERIA	3			
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado			
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE	<b>Máster Universitario en Investigación, Desarrollo, Control e Innovación de Medicamentos</b>			
CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA	Facultad de Ciencias			
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>				
<b>Luis Fermin Capitán Vallvey</b>				
DIRECCIÓN	Dpto. de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Bloque III, Planta 3ª. Despacho nº 8. Correo electrónico: <a href="mailto:lcapitan@ugr.es">lcapitan@ugr.es</a>			
TUTORÍAS	Martes de 11 a 14 y jueves de 9 a 12			
<b>Ignacio de Orbe Payá</b>				
DIRECCIÓN	Dpto. de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Bloque III, Planta 3ª. Despacho nº 5. Correo electrónico: <a href="mailto:idorbe@ugr.es">idorbe@ugr.es</a>			
TUTORÍAS	Martes y jueves de 9 a 12			
<b>Alfonso Salinas Castillo</b>				
DIRECCIÓN	Dpto. de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Bloque III, Planta 3ª. Despacho nº 35. Correo electrónico: <a href="mailto:alfonsos@ugr.es">alfonsos@ugr.es</a>			
TUTORÍAS	Lunes y miércoles de 9 a 12			
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>				
<b>COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES</b>				

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))



- CB6 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el 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.
- CG0 Hablar bien en público.
- CG1 Capacitar a los alumnos a abordar problemas de forma científica, desde una perspectiva multidisciplinar, formulando hipótesis y objetivos para su resolución, extrayendo conclusiones fundadas que sean de aplicación en las ciencias farmacéuticas, biomédicas, tecnológicas y de la práctica farmacéutica, con especial énfasis en la investigación, desarrollo, control e innovación de productos farmacéuticos.
- CG2 Realizar investigación en cualquier entorno del sector farmacéutico y de la salud.
- CG4 Saber aplicar las técnicas de investigación, tanto metodológicas como tecnológicas, en distintas áreas de estudio y enseñar a redactar correctamente un trabajo científico, informe o protocolo, empleados asiduamente en la investigación de productos sanitarios,
- CG5 Saber plantear un diseño experimental, comprender y resolver el análisis de los datos experimentales mediante programas computacionales e interpretar los resultados.
- CG6 Utilizar eficazmente los recursos informáticos para la documentación, búsqueda de datos, confección y presentación de trabajos de investigación en los campos de las ciencias farmacéuticas.
- CG7 Conocer los sistemas de gestión de la calidad que se pueden aplicar con relación a los ensayos de laboratorio para el control de calidad de fármacos, así como el desarrollo de actividades de prevención frente a los riesgos debidos a usos de agentes químicos en el laboratorio.
- CG8 Realizar trabajos bibliográficos sobre distintas patologías y los correspondientes prototipos terapéuticos.
- CG17 Trabajar en equipos multidisciplinares tanto a nivel de la industria farmacéutica como de organizaciones sanitarias.
- CG18 Ser capaces de presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación, comunicando sus conclusiones y promoviendo el uso racional del medicamento

## COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

### Competencias conceptuales:

- CE1 Aspectos avanzados de la síntesis y análisis químico
- CE2 Utilización de técnicas instrumentales para la elucidación, identificación y determinación de compuestos químicos

### Competencias procedimentales:

- CE8 Manejo de las metodologías avanzadas de laboratorio de síntesis y análisis químico.



- CE10 Capacidad para adoptar y aplicar metodología a la solución de problemas desconocidos.
- CE14 Manejo de la información científica y técnica.

**Competencias actitudinales:**

- CE16 Capacidad de iniciativa en la investigación, desarrollo e innovación.
- CE19 Redacción de informes científicos y técnicos y exposición de ponencias y presentaciones.
- CE20 Utilización de herramientas informáticas para resolver y modelar problemas y presentar sus resultados.
- CE21 Capacidad crítica y autocrítica.

**COMPETENCIAS TRANSVERSALES**

- CT2 Capacidad de organización y planificación. Que el estudiante sea capaz de optimizar el rendimiento de su trabajo de aprendizaje tanto individual como cooperativo.
- CT3 Comunicación oral y/o escrita. Que el estudiante sea capaz de expresarse de forma científica correcta y adecuada tanto de forma oral como escrita por medio de la elaboración de informes y trabajos y a través de su defensa en público.
- CT5 Capacidad de gestión de la información. El estudiante debe adquirir un criterio sólido a la hora de acceder a la información de mayor relevancia.
- CT9 Razonamiento crítico. El estudiante adquirirá la suficiente madurez para discernir entre información correcta y errónea.
- CT10 Aprendizaje autónomo. El estudiante adquirirá la habilidad de aprendizaje suficiente para continuar de forma autónoma su aprendizaje.
- CT14 Conocimiento de una lengua extranjera. El estudiante adquirirá la capacidad de entender información científica especializada en lengua inglesa de forma adecuada, así como la comprensión de conferencias y seminarios impartidos en dicha lengua. Asimismo, adquirirá la capacidad de redactar y presentar informes simples científicos en lengua inglesa.

**OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)**

***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

***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



## BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

Concepto de sensor. Sensores en ciencias farmacéuticas. Selectividad en sensores. Diseño de capas selectivas. Sensores ópticos. Sensores electroquímicos. Otros sensores. Biosensores. Aplicaciones.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

- **Tema 1. Introducción.** Necesidad y papel de los sensores en Ciencias Farmacéuticas. Características de los sensores. Modelo general de sensor. Curva de respuesta de un sensor. Clasificaciones.
- **Tema 2. Selectividad.** *Origen de la selectividad. Selectividad basada en equilibrios:* selectividad inmunoquímica; selectividad basada en nucleótidos; selectividad basada en aptámeros; selectividad basada en polímeros impresos. *Selectividad basada en cinética:* enzimas. *Selectividad basada en transporte de masa.*
- **Tema 3. Diseño de capas selectivas.** *Soportes poliméricos.* Tipos. Membranas. Selección de soportes. *Métodos de inmovilización en sensores y biosensores.*
- **Tema 4. Sensores ópticos.** *Definición. Fibra óptica.* Características. *Sensores basados en absorción.* Sensores de pH y de cationes y aniones. *Sensores basados en fluorescencia.* Sensores de gases. Sensores enzimáticos.
- **Tema 5. Sensores ópticos.** *Sensores basados en reflexión.* Reflexión total atenuada. Onda evanescente. *Resonancia de plasmón superficial.* *Sensores interferométricos.*
- **Tema 6. Sensores electroquímicos.** *Generalidades. Sensores potenciométricos. Sensores para iones:* Interfases. Componentes: electrodos de referencia, electrodos selectivos: tipos. Celdas electroquímicas: simétricas, asimétricas (alambre recubierto, ISFET). *Sensores para especies neutras:* sensores enzimáticos, electrodo de Severinghaus.
- **Tema 7. Sensores electroquímicos.** *Sensores amperométricos:* Electroquímica de sensores amperométricos. Electrodos modificados químicamente. Sensores para oxígeno disuelto. Sensores de oxígeno de electrolito sólido. Biosensores amperométricos. *Sensores conductimétricos.* Origen de la respuesta. *Sensores impedimétricos. Otros tipos de sensores. Sensores piezoeléctricos:* Microbalanza de cuarzo.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

- Práctica 1. Dispositivo microfluídico para la determinación de potasio.
- Práctica 2. Determinación de oxígeno gaseoso mediante el empleo de un sensor óptico.
- Práctica 3. Biosensor amperométrico para la determinación de glucosa.
  
- 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:

1. Aplicaciones de los sensores piezoeléctricos
2. Sensores ópticos para gases medicinales
3. Biosensores enzimáticos electroquímicos desechables
4. Sensores de iones alcalinos
5. Sensores para la determinación de oxígeno
6. Aplicaciones de los biosensores de campo evanescente
7. Sensores basados en aptámeros
8. Sensores para la determinación de compuestos orgánicos volátiles



9. Sensores electroquímicos con nanotubos de carbono. Aplicaciones farmacéuticas
10. Inmunosensores para pesticidas

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Fiber optic chemical sensors and biosensors. O.S. Wolfbeis. CRC Press. 1991.
- Sensors. A comprehensive 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:

- 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.

## ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)

Escuela de Posgrado

<http://escuelaposgrado.ugr.es/>

Página oficial del Máster

<http://farmacia.ugr.es/masterdesarrollo/index.html>

## METODOLOGÍA DOCENTE

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

- a. método expositivo (lección magistral);
  - b. seminarios teórico-prácticos
  - c. talleres
  - d. 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.
- 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 cinco 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.

#### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

##### 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.

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

EVALUACIÓN	%
Examen	30
Actividad complementaria	25
Exposición oral	25
Prácticas	20

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

#### DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

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 sobrevenidas. Lo 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).

### ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

#### ATENCIÓN TUTORIAL

##### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

- Ya indicados arriba

##### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

- Las habituales en régimen presencial

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Dado el número esperable de estudiantes, se mantendrá la presencialidad total.
- Las prácticas y los talleres se harán con grupos más reducidos de estudiantes para garantizar la separación recomendada.

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

##### Convocatoria Ordinaria

- No serán necesarias adaptaciones

##### Convocatoria Extraordinaria

- No serán necesarias adaptaciones

##### Evaluación Única Final

- No serán necesarias adaptaciones

### ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

#### ATENCIÓN TUTORIAL

##### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

- A demanda en las herramientas indicadas

##### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

- Plataforma PRADO



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correo electrónico</li> <li>• Videoconferencias individuales y grupales</li> </ul>
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Temario de teoría por videoconferencia en el horario de la asignatura.</li> <li>○ Prácticas y trabajo tutorizado: Ante la imposibilidad de las visitas a los laboratorios, se transformarán en prácticas virtualizadas sobre preparación y calibración de sensores.</li> </ul>	
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)</b>	
<b>Convocatoria Ordinaria</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Entrega de actividades en Prado UGR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descripción: Participación y asistencia en clase.</li> <li>○ Criterios de evaluación: Control de asistencias a las videoconferencias.</li> <li>○ Porcentaje sobre calificación final: 10%</li> </ul> </li> <li>○ Descripción: Entrega asíncrona de informes de prácticas virtualizadas en periodo establecido</li> <li>○ Criterios de evaluación: Ajustarse a lo requerido en el nuevo guion y responder a las preguntas planteadas</li> <li>○ Porcentaje sobre calificación final: 25%</li> <li>○ Descripción: Entrega asíncrona del informe sobre trabajo tutelado en un periodo establecido/ Examen síncrono del temario de la asignatura.</li> <li>○ Criterios de evaluación: Cumplimiento de los objetivos y resultados esperados del aprendizaje.</li> <li>○ Porcentaje sobre calificación final: 65%</li> </ul>	
<b>Convocatoria Extraordinaria</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pruebas síncronas mediante la plataforma PRADO:</li> <li>○ Examen del teoría y ejercicios de acuerdo con el temario de la asignatura, 70%</li> <li>○ Examen de prácticas de acuerdo con el temario de las prácticas de laboratorio propuestas, 30%</li> </ul>	
<b>Evaluación Única Final</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pruebas síncronas mediante la plataforma PRADO:</li> <li>○ Examen del teoría y ejercicios de acuerdo con el temario de la asignatura, 70%</li> <li>○ Examen de prácticas de acuerdo con el temario de las prácticas de laboratorio propuestas, 30%</li> </ul>	

