

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
1º	3	Optativa	Presencial	Español
<b>MÓDULO</b>		Módulo de docencia		
<b>MATERIA</b>		Aplicaciones de la espectroscopía de fluorescencia en el análisis, desarrollo y control de medicamentos		
<b>CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO</b>		Escuela Internacional de Posgrado		
<b>MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE</b>		<b>Máster Universitario en Investigación, Desarrollo, Control e Innovación de Medicamentos</b>		
<b>CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA</b>		Facultad de Farmacia		
<b>PROFESORES<sup>(1)</sup></b>				
<b>Ángel Orte Gutiérrez</b>				
<b>DIRECCIÓN</b>		Dpto. Físicoquímica, 2ª planta, Facultad de Farmacia. Despacho nº 196. Correo electrónico: angelort@ugr.es		
<b>TUTORÍAS</b>		<a href="http://fisicoquimica.ugr.es/pages/docencia/curso_2021/_doc/horariotutorias2021/">http://fisicoquimica.ugr.es/pages/docencia/curso_2021/_doc/horariotutorias2021/!</a>		
<b>Luis Crovetto González</b>				
<b>DIRECCIÓN</b>		Dpto. Físicoquímica, 2ª planta, Facultad de Farmacia. Despacho nº 198. Correo electrónico: luiscrovetto@ugr.es		
<b>TUTORÍAS</b>		<a href="http://fisicoquimica.ugr.es/pages/docencia/curso_2021/_doc/horariotutorias2021/">http://fisicoquimica.ugr.es/pages/docencia/curso_2021/_doc/horariotutorias2021/!</a>		
<b>María J. Ruedas Rama</b>				
<b>DIRECCIÓN</b>		Dpto. Físicoquímica, 2ª planta, Facultad de Farmacia. Despacho nº 197. Correo electrónico: mjruedas@ugr.es		
<b>TUTORÍAS</b>		<a href="http://fisicoquimica.ugr.es/pages/docencia/curso_2021/_doc/horariotutorias2021/">http://fisicoquimica.ugr.es/pages/docencia/curso_2021/_doc/horariotutorias2021/!</a>		
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</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/))

### COMPETENCIAS PROFESIONALES GENERALES

- CPG1.- 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.

### COMPETENCIAS PROFESIONALES ESPECÍFICAS

- CPE1.- Aprender las técnicas de desarrollo de nuevos fármacos y/o medicamentos innovadores.
- CPE3.- Utilizar los múltiples parámetros que caracterizan a la emisión fluorescente, permitiéndoles escoger, en cada caso, aquellos más adecuados al fin que se persigue, ya sea éste el análisis y control de calidad de medicamentos, el análisis biomédico, o el seguimiento farmacocinético de aquellos.
- CPE4.- Interpretar resultados de características fisicoquímicas, aspectos tecnológicos de producción y control de medicamentos y de pruebas farmacológicas, toxicológicas o diagnósticas.
- CPE5.- 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.
- CPE6.- 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 en el desarrollo de actividades de prevención frente a los riesgos debidos a usos de agentes químicos en el laboratorio.
- CPE7.- Saber plantear un diseño experimental, comprender y resolver el análisis de los datos experimentales mediante programas computacionales e interpretar los resultados.
- CPE8.- 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.
- CPE10.- Colaborar en los procesos analíticos, farmacoterapéuticos y de vigilancia de la salud pública.

### COMPETENCIAS ACADÉMICAS GENERALES

- CAG1.- Realizar investigación en cualquier entorno del sector farmacéutico y de la salud.

### COMPETENCIAS ACADÉMICAS ESPECÍFICAS

- CAE1.- Manejar fuentes de información y documentación.
- CAE2.- Saber cómo confeccionar y presentar comunicaciones científicas.
- CAE5.- Realizar el tratamiento estadístico de los resultados.
- CAE6.- Publicar los resultados de la investigación.
- CAE7.- Adquirir una visión global de las posibilidades que tiene la espectroscopia de fluorescencia como herramienta de elección en el análisis farmacéutico y biomédico, por tratarse de una técnica no invasiva de alta sensibilidad y fácil detección, cuya utilidad se encuentra acreditada en el desarrollo y aplicación de los métodos analíticos que se ajustan a los plazos de tiempo solicitados por la industria farmacéutica.
- CAE13.- Obtener una formación amplia sobre los procesos fotoquímicos y fotobiológicos que pueden afectar al ser humano, con objeto de prevenir las reacciones de fototoxicidad y fotosensibilización de productos medicamentosos, y para iniciarse en el desarrollo de nuevos fármacos aplicables en terapias fotodinámicas. Capacitar para el desarrollo de nuevas formulaciones de Fotoprotectores.
- CAE17.- Adquirir una visión integrada de los diferentes ensayos de evaluación de la toxicidad preceptivos en el desarrollo, investigación y control de medicamentos.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CTE1.- Trabajar en equipos multidisciplinarios tanto a nivel de la industria farmacéutica como de organizaciones sanitarias.
- CTE2.- Enseñar a los alumnos a comunicarse con los profesionales sanitarios o con los pacientes.
- CTE3.- Despertar la capacidad de integrar conocimientos, formular comentarios y asesorar o controlar algún servicio farmacéutico.
- CTE4.- Ser capaces de presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación, comunicando sus conclusiones y promoviendo el uso racional del medicamento.
- CTE5.- Enseñar a adquirir la capacidad de aprendizaje continuado mediante un estudio autodirigido y autónomo.



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

### El estudiante sabrá/comprenderá:

- Las bases teóricas de la espectroscopia de fluorescencia para su correcta aplicación al desarrollo e investigación del medicamento, al análisis clínico y al seguimiento farmacocinético.
- Desarrollar las metodologías de trabajo y los criterios que le permitan obtener resultados experimentales de interés.

### El estudiante será capaz de:

- Adquirir una visión global de las posibilidades que tiene la espectroscopia de fluorescencia en el análisis y control farmacéutico.
- Resolver los principales problemas asociados a la utilización de las sondas fluorescentes y el empleo de la espectroscopia de fluorescencia en sus aplicaciones clínicas y analíticas en general.
- Interpretar los resultados experimentales en función de los parámetros recogidos en el experimento.

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

Introducción a la fluorescencia. Características de la emisión fluorescente. Tiempos de vida y rendimientos cuánticos de fluorescencia. Instrumentación en espectroscopia de fluorescencia. Espectros de fluorescencia en estado estacionario y con resolución temporal. Fluoróforos intrínsecos y extrínsecos. Etiquetado de moléculas, biomoléculas y macroestructuras. Efectos del disolvente en los espectros de emisión. Determinación de la polaridad del lugar de enlace de un fluoróforo en una macroestructura biológica. Espectroscopia de emisión resuelta en el tiempo (TRES). Aplicaciones en el análisis biomédico. Quenching de fluorescencia. Teoría del quenching colisional. Teoría del quenching estático. Quenching combinado. Quenching por esfera de acción. Aplicaciones a proteínas y a la detección de la hibridación del DNA en medios homogéneos. Quenching en membranas celulares. Polarización y anisotropía de fluorescencia. Espectros de polarización. Aplicaciones a la medida de constantes de asociación. Diagnóstico e imagen mediante polarización de fluorescencia. Inmunoanálisis por polarización de fluorescencia. Uso de la anisotropía en el estudio del estado físico de las membranas. Detección del transporte de fármacos a través de membranas. Transferencia resonante de la energía de fluorescencia (FRET). Pares aceptor-dador. Medida de distancias a nivel molecular y de tejidos mediante FRET. Uso de FRET en los análisis por polarización. Medida de constantes de asociación. FRET en membranas celulares. Detección del transporte de fármacos a través de membranas mediante FRET. Espectroscopia de correlación de fluorescencia. Aplicación a las medidas intracelulares de difusión y penetración de principios activos. Espectroscopia de fluorescencia de moléculas individuales. Imágenes celulares de moléculas individuales. Aplicación al análisis biomédico. Microscopia de tiempos de vida de fluorescencia (FLIM). Sensores fluorescentes. Sensores basados en nanopartículas Quantum Dots.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

- **Tema 1.** Introducción a la fluorescencia. Diagrama de Jablonski. Características de la emisión fluorescente. Tiempos de vida y rendimientos cuánticos de fluorescencia. Instrumentación en espectroscopia de fluorescencia. Espectros de fluorescencia en estado estacionario y con resolución temporal. Fluoróforos intrínsecos y extrínsecos. Etiquetado de moléculas, biomoléculas y macroestructuras.
- **Tema 2.** Quenching de fluorescencia. Teoría del quenching colisional. Teoría del quenching estático. Quenching combinado. Quenching por esfera de acción. Aplicaciones a proteínas y a la detección de la hibridación del DNA en medios homogéneos. Quenching en membranas celulares. Otras aplicaciones.
- **Tema 3.** Polarización y anisotropía de fluorescencia. Espectros de polarización. Aplicaciones a la medida de constantes de asociación. Diagnóstico e imagen mediante polarización de fluorescencia. Inmunoanálisis por polarización de fluorescencia. Uso de la anisotropía en el estudio del estado físico de las membranas. Detección del transporte de fármacos a través de membranas.
- **Tema 4.** Transferencia resonante de la energía de fluorescencia (FRET). Pares aceptor-dador. Medida de distancias a nivel molecular y de tejidos mediante FRET. Uso de FRET en los análisis por polarización. Medida de constantes de asociación. FRET en membranas celulares. Inmunoanálisis por FRET. Detección del transporte de fármacos a través de membranas mediante FRET.
- **Tema 5.** Espectroscopia de correlación de fluorescencia. Aplicación a las medidas intracelulares de difusión y



penetración de principios activos. Espectroscopia de fluorescencia de moléculas individuales. Imágenes celulares de moléculas individuales. Aplicación al análisis biomédico.

- **Tema 6.** Microscopia de tiempos de vida de fluorescencia (FLIM) y sus aplicaciones. Sensores fluorescentes. Nanosensores intracelulares basados en nanopartículas de Quantum Dots.

#### TEMARIO PRÁCTICO:

##### Seminarios/Talleres

- Seminario de problemas de *quenching* de fluorescencia
- Seminario de FRET
- *Journal club*

#### PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

**Práctica 1.** Determinación y caracterización de un *quenching* dinámico por espectroscopía de fluorescencia en estado estacionario y con resolución temporal.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Joseph R. Lakowicz. **Principles of Fluorescence Spectroscopy (third edition)**. Springer Science. New York. 2006.
- Nicholas J. Turro, V. Ramamurthy, J. C. Scaiano. **Modern Molecular Photochemistry of Organic Molecules**. University Science Books. Sausalito, California. 2010.
- I.N. Serdyuk, N.R. Zaccai, J. Zaccai. **Methods in Molecular Biophysics**. Cambridge University Press. Capítulos D8, D11, F3 y F4.

##### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- **FLIM Strategies for Intracellular Sensing**. Ruedas-Rama, Alvarez-Pez, Crovetto, Paredes, Orte. Capítulo dentro del libro *Advanced Photon Counting: applications, methods, instrumentation*. Editores: P. Kapusta et al. Editorial Springer International Publishing Switzerland. 2015.
  - [https://doi.org/10.1007/4243\\_2014\\_67](https://doi.org/10.1007/4243_2014_67)
- **Nature Methods Collections: Super-resolution Microscopy**.
  - <http://www.nature.com/nmeth/collections/superresmicroscopy/index.html>
- **Advanced Fluorescence Microscopy Techniques—FRAP, FLIP, FLAP, FRET and FLIM**. Ishikawa-Ankerhold, Ankerhold, Drummen. *Molecules* 2012, 17(4), 4047-4132;
  - <https://doi.org/10.3390/molecules17044047>.

#### ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)

#### METODOLOGÍA DOCENTE

Para desarrollar el programa expuesto y alcanzar los objetivos de formación indicados, se emplearán los siguientes recursos metodológicos:

- Clases magistrales: Se utilizarán para desarrollar los contenidos teóricos y prácticos de los distintos temas.
- Seminarios prácticos: Se realizarán seminarios en el que se resolverán problemas numéricos referentes a *quenching*, anisotropía de fluorescencia y simulaciones de aplicaciones de la técnica FRET.
- Trabajos bibliográficos: Orientados a exponer por parte del estudiantado, y comentar por el grupo, un artículo científico de interés relacionado con alguno de los temas del módulo.
- Prácticas en el laboratorio: Las prácticas consistirán en: 1) Recoger los espectros de excitación y de emisión en estado estacionario de un fluoróforo en ausencia y en presencia de diferentes concentraciones de un quencher. 2) Recoger los decaimientos de fluorescencia del fluoróforo en ausencia y en presencia de diferentes concentraciones del quencher con un instrumento con la resolución temporal del picosegundo.



3) Estudio del “quenching” dinámico mediante el cálculo de los tiempos de vida de fluorescencia obtenidos a partir de los decaimientos temporales de la fluorescencia, y de las intensidades de fluorescencia.

#### 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.

- Evaluación de actividades de clase, seminarios y *journal club*. La evaluación de estas actividades se realizará durante el transcurso de las sesiones presenciales, tomando en consideración la asistencia a clase y la participación activa del estudiante en las mismas. *Porcentaje sobre la calificación final: 40%*.
- Asistencia a las sesiones prácticas de laboratorio y evaluación de un informe de laboratorio con los resultados e interpretación de las prácticas. *Porcentaje sobre la calificación final: 20%*.
- Evaluación de los contenidos y exposición de los trabajos bibliográficos finales. *Porcentaje sobre la calificación final: 40%*.

##### 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.

- Prueba teórico-práctica de los contenidos de la asignatura. *Porcentaje sobre la calificación final: 100%*.

#### 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.

La evaluación en tal caso consistirá en:

- Prueba teórico-práctica de los contenidos de la asignatura. *Porcentaje sobre la calificación final: 100%*.

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

##### ATENCIÓN TUTORIAL

###### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

###### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

[http://fisicoquimica.ugr.es/pages/docencia/curso\\_2021/\\_doc/horariotutorias2021/](http://fisicoquimica.ugr.es/pages/docencia/curso_2021/_doc/horariotutorias2021/)

- Según las circunstancias, se primará la tutoría a demanda y los medios telemáticos de atención tutorial.



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foro de dudas habilitado en la plataforma PRADO. Respuesta en menos de 24 h.</li> <li>• Tutorías individuales o grupales sincrónicas, a demanda, a través de Google Meet.</li> </ul>
--	---

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Debido al número de estudiantes que cursan la asignatura, no se estiman necesarias adaptaciones.
- Si las circunstancias requirieran una reducción de la ocupación de las aulas asignadas al desarrollo de la asignatura, manteniendo el escenario A, las clases magistrales y realización de actividades se realizarían de manera semipresencial por medio de videoconferencia.

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

##### Convocatoria Ordinaria

- Debido al número de estudiantes que cursan la asignatura, no se estiman necesarias adaptaciones.
- Si las circunstancias requirieran una reducción de la ocupación de las aulas asignadas al desarrollo de la asignatura, manteniendo el escenario A, la entrega de actividades se realizaría por vía telemática (PRADO) y la exposición de trabajos se realizaría mediante videoconferencia.

##### Convocatoria Extraordinaria

- Debido al número de estudiantes que cursan la asignatura, no se estiman necesarias adaptaciones.

##### Evaluación Única Final

- Debido al número de estudiantes que cursan la asignatura, no se estiman necesarias adaptaciones.

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

#### ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
<a href="http://fisicoquimica.ugr.es/pages/docencia/curso_2021/_doc/horariotutorias2021/">http://fisicoquimica.ugr.es/pages/docencia/curso_2021/_doc/horariotutorias2021/!</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En este escenario, se primará la tutoría a demanda y los medios telemáticos de atención tutorial.</li> <li>• Foro de dudas habilitado en la plataforma PRADO. Respuesta en menos de 24 h.</li> <li>• Tutorías individuales o grupales sincrónicas, a demanda, a través de Google Meet.</li> </ul>

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases magistrales: se realizarán por videoconferencia síncrona (Google Meet), manteniendo los horarios asignados.
- Seminarios prácticos: se realizarán por videoconferencia síncrona (Google Meet), manteniendo los horarios



asignados.

- Prácticas de laboratorio: las prácticas se virtualizarán, asegurando la adquisición de las competencias relevantes al estudiantado. Se realizarán por videoconferencia síncrona (Google Meet), a través de la realización de actividades formativas, visualización de vídeos y el empleo de laboratorios virtuales.

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

##### Convocatoria Ordinaria

- Evaluación de actividades de clase y seminarios. La evaluación de estas actividades se realizará durante el transcurso de las sesiones síncronas, tomando en consideración la asistencia a clase y la participación activa del estudiante en las mismas, mientras que las entregas se realizarán a través de la plataforma PRADO. *Porcentaje sobre la calificación final: 40%.*
- Asistencia a las sesiones prácticas de laboratorio síncronas y evaluación de un informe de laboratorio con los resultados e interpretación de las prácticas. La entrega se realizará a través de la plataforma PRADO. *Porcentaje sobre la calificación final: 20%.*
- Evaluación de los contenidos y exposición de los trabajos bibliográficos finales. La entrega de los trabajos se realizará a través de la plataforma PRADO, con enlace a Turnitin para comprobar posibles infracciones a derechos de autor. La exposición de los trabajos se realizará en una sesión de videoconferencia síncrona a través de Google Meet. *Porcentaje sobre la calificación final: 40%.*

##### Convocatoria Extraordinaria

- La prueba teórico-práctica se realizará a través de cuestionarios de la plataforma PRADO.

##### Evaluación Única Final

- La prueba teórico-práctica se realizará a través de cuestionarios de la plataforma PRADO.

