

Guía docente

230554 - EOTB - Imagen Óptica Avanzada y Microscopía de Superresolución

Última modificación: 27/05/2026

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona

Unidad que imparte: 893 - ICFO - Instituto de Ciencias Fotónicas.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN FOTÓNICA (Plan 2013). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN FOTÓNICA (Plan 2024). (Asignatura optativa).

Curso: 2026

Créditos ECTS: 3.0

Idiomas: Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable:

Otros:

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CE8. Comprender la importancia de las patentes como base de la empresa tecnológica y tener la capacidad para entender y redactar una patente en el ámbito de la fotónica

CE2. Demostrar que comprende las peculiaridades que comporta el modelo cuántico para la interacción luz-materia.

CE9. Capacidad para sintetizar y exponer los resultados de investigación en fotónica según los procedimientos y convenciones de las presentaciones científicas en inglés.

Genéricas:

CG1. Capacidad para proyectar, diseñar e implantar productos, procesos, servicios e instalaciones en algunos ámbitos de la fotónica como los relacionados con la ingeniería fotónica, la nanofotónica, la óptica cuántica, las telecomunicaciones y la biofotónica

CG2. Capacidad para la modelización, cálculo, simulación, desarrollo e implantación en centros de investigación, centros tecnológicos y empresas, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Fotónica.

CG4. Capacidad para entender el carácter generalista y multidisciplinario de la fotónica viendo su aplicación por ejemplo a la medicina, biología, energía, comunicaciones o la industria

Transversales:

1. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

2. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

3. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

CT3. TRABAJO EN EQUIPO. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles

Básicas:

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 juicio.

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.

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Clases magistrales
- Actividades: Parte experimental en ICFO

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

La microscopía óptica ha sido durante siglos una herramienta fundamental para físicos, científicos de materiales y biólogos debido a su mínima invasividad. Si bien la microscopía óptica ha evolucionado continuamente desde su invención en el siglo XVII, los últimos veinte años han sido testigos de una verdadera revolución en el desarrollo de nuevas técnicas de microscopía óptica, cuyo ejemplo más destacado fue el Premio Nobel otorgado en 2014 a los inventores de la microscopía de superresolución. El objetivo de este curso es proporcionar una visión general de las diferentes técnicas de imagen óptica, con especial énfasis en estos nuevos y revolucionarios enfoques. Además, los estudiantes tendrán la oportunidad de realizar prácticas en algunas de las técnicas de imagen más avanzadas en el ICFO.

El curso se estructura en dos bloques principales: una parte teórica y una parte práctica. La parte teórica (12 horas) establecerá los fundamentos básicos sobre la formación de imágenes y los diferentes mecanismos de contraste asociados a la luz transmitida. Posteriormente, se hará especial hincapié en la microscopía de fluorescencia. Se revisarán diferentes configuraciones y se describirán en detalle los fundamentos para la detección de moléculas individuales. Esta parte teórica se completará con la descripción de nuevas técnicas de imagen por fluorescencia destinadas a superar el límite de difracción de la luz. Estos enfoques incluyen métodos de campo lejano como la depleción por emisión estimulada (STED), métodos de localización de moléculas individuales como PALM y STORM, y enfoques de campo cercano y basados en plasmónica. En la segunda parte del curso, los estudiantes participarán en tres experimentos diferentes (de 4 horas cada uno) utilizando las técnicas microscópicas más avanzadas. Estos experimentos se realizarán en la Instalación de Superresolución del ICFO e incluirán experiencia práctica en STED, STORM y microscopía de lámina de luz.

Recomendaciones: el curso está dirigido a estudiantes que deseen ampliar sus conocimientos sobre técnicas experimentales ópticas para aplicaciones biológicas. Se recomienda encarecidamente una sólida formación en óptica, adquirida durante los estudios de grado o la primera parte del Máster en Fotónica, para aprovechar al máximo el curso.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	24,0	32.00
Horas aprendizaje autónomo	51,0	68.00

Dedicación total: 75 h

CONTENIDOS

Parte teórica

Descripción:

1. Formación de la imagen y técnicas ópticas para aumentar el contraste. (Garcia-Parajo)
 - 1.1. Lentes y formación de la imagen.
 - 1.2. Difracción de la luz, Función de dispersión del punt (PSF) y resolución.
 - 1.3. Implementación óptica básica.
 - 1.4. Diferentes configuraciones de contraste: microscopia DIC, campo oscuro y contraste de fase.
2. Microscopia de fluorescencia. (Garcia-Parajo)
 - 2.1. Fundamentos de la fluorescencia.
 - 2.2. Configuración de dispositivos básicos.
 - 2.3. Diferentes mecanismos de contraste basados en la fluorescencia: anisotropía de la polarización, imagen de la vida útil, FRET.
 - 2.4. Diferentes esquemas de excitación y detección basados en fluorescencia: excitación confocal, excitaciones de dos fotones, microscopia de plano de luz.
3. Detección de una sola molécula mediante fluorescencia. (Garcia-Parajo)
 - 3.1. 'Por qué? Principios y retos
 - 3.2. Diferentes sistemas de excitación y detección
 - 3.3. Física de la óptica de moléculas individuales: agrupación de fotones (bunching), anti-bunching, intermitencia, fotobleaching discreto etc.
 - 3.4. Técnicas de una sola molécula: smFRET, seguimiento de una sola partícula, espectroscopia de correlación de fluorescencia
4. Microscopía de fluorescencia de súper-resolución. (Garcia-Parajo & Lakadamyali)
 - 4.1. Súper resolución de campo cercano - principios, implementación técnica, ejemplos
 - 4.2. Súper-resolución de campo lejano - principios basados en fluorescencia
 - 4.3. Emisión estimulada por agotamiento (STED) - principio, diferentes implementaciones técnicas
 - 4.4. Métodos de localización de moléculas solas (PALM, STORM) ?implementaciones *

* incluye visita al laboratorio STORM en ICFO

Dedicación: 10h 30m

Grupo grande/Teoría: 10h 30m

Parte Experimental

Descripción:

(llevadas a cabo en las instalaciones de super-resolución @ ICFO)

- Experimento 1 (Loza-Alvarez, 4 horas): Microscopia óptica confocal y no lineal: construcción y alineamiento de un microscopio confocal. Imagen con microscopio lineal y no lineal. Microscopia de SHG y SHG basada en polarización de las bio-muestras.
- Experimento 2 (Loza-Alvarez, 4 horas): Microscopia de planos de luz: caracterización y medida de los parámetros del principal plano de luz del microscopio. Imagen en regímenes lineales y no lineales para haces Gaussianos y de Bessel. Imagen con un ultramicroscopio.
- Experimento 3 (Loza-Alvarez, 4 horas): Microscopia de super-resolución STED: medida de la función de dispersión del punto para diferentes intensidades del haz STED. Imagen de bio-muestras seleccionados. STED de dos colores. Uso de algoritmos especializados para adquirir imágenes STED.

Dedicación: 12h

Grupo grande/Teoría: 12h



ACTIVIDADES

Visita a los laboratorios de Super-resolución del ICFO

Dedicación: 2h 18m

Grupo grande/Teoría: 2h 18m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el [Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC](#).

- Informes grupales de los tres experimentos realizados (40%)
- Examen (60%)

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Hecht, E. Optics. 5th ed. San Francisco [etc.]: Addison Wesley, 2017. ISBN 9781292096933.
- Lakowicz, J.R. Principles of fluorescence spectroscopy. 3rd ed. New York: Springer, 2006. ISBN 9780387312781.

RECURSOS

Enlace web:

- <http://www.ibiology.org>. Recurso