

## Guía docente

# 230554 - EOTB - Técnicas Ópticas Experimentales en Biología

Última modificación: 03/06/2020

**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 INGENIERÍA FOTÓNICA, NANOFOTÓNICA Y BIOFOTÓNICA (Plan 2010). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2020      **Créditos ECTS:** 3.0      **Idiomas:** Inglés

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** David Artigas, UPC.

**Otros:** Pablo Loza-Alvarez, ICFO.  
María García-Parajo, ICFO.  
Melike Lakadamyali, ICFO.

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

#### Específicas:

CE8. (CAST) Màster en Fotònica:

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. (CAST) Màster en Fotònica:

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

CE9. (CAST) Màster en Fotònica:

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

#### Genéricas:

CG1. (CAST) Màster en Fotònica:

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. (CAST) Màster en Fotònica:

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. (CAST) Màster en Fotònica:

Capacidad para entender el carácter generalista y multidisciplinario de la fotonica 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. (CAST) Màster en Fotònica:**

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. (CAST) 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. (CAST) 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. (CAST) 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. (CAST) 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 clave para el estudio de sistemas biológicos con mínima invasividad. La posibilidad de observar directamente microorganismos o células humanas ha tenido un impacto tremendo en la manera de entender la biología hoy en día y siempre se ha traducido en importantes avances en la historia de los descubrimientos científicos. Aunque 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 técnicas de microscopía óptica novedosa, con el ejemplo más prominente en la concesión del Premio Nobel del 2014 a los inventores de la microscopía de super-resolución. El objetivo de este curso es proporcionar una visión general de técnicas de imagen ópticas utilizadas para estudiar objetos biológicos, con especial hincapié en estos novedosos enfoques. Además, los estudiantes tendrán la oportunidad de realizar formación práctica en algunas de las más avanzadas técnicas de imagen en ICFO.

El curso está estructurado en dos bloques principales: una parte de teoría y una práctica. La parte teórica (12 horas) establecerá el fondo básico en la formación de la imagen y los diferentes mecanismos de contraste asociados con la transmisión de luz. Se hará un fuerte énfasis en la microscopía de fluorescencia como una de las técnicas de mayor alcance usadas por los biólogos. Se revisarán esquemas de distintas configuraciones y los fundamentos para la detección de una única molécula se describirán en detalle. Esta parte teórica se completará mediante la descripción de novedosas técnicas de imágenes de fluorescencia dirigidas a romper el límite de difracción de la luz. Estos enfoques incluyen métodos de campo lejano como el agotamiento estimulado de la emisión (STED), métodos de localización de única molécula como PALM y STORM y aproximaciones campo cercano (NSOM). En la segunda parte del curso, los estudiantes participarán en tres diferentes experimentos (4 horas) utilizando las más avanzadas técnicas microscópicas. Estos experimentos se realizarán en instalaciones de súper-resolución en el ICFO. El curso se complementará con una visita al laboratorio de investigación de Lakadamyali, incluyendo el centro de excelencia de NIKON en STORM en el ICFO.

Recomendaciones: el curso está dirigido a aquellos estudiantes que quieran ampliar sus conocimientos en técnicas experimentales ópticas para aplicaciones biológicas. Una sólida experiencia en óptica adquirida a través de sus estudios de licenciatura o durante la primera parte del Máster en Fotónica es muy recomendable para aprovechar completamente el curso.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

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

**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

- Informes grupales de los tres experimentos realizados (50%)
- Examen (50%)

## BIBLIOGRAFÍA

**Básica:**

- Hecht, E. Optics. 4th ed. San Francisco [etc.]: Addison Wesley, 2002. ISBN 0321188780.
- Lakowicz, J.R. Principles of fluorescence spectroscopy. 3rd ed. New York: Springer, 2006. ISBN 9780387312781.

## RECURSOS

**Enlace web:**

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