

## Guía docente

# 230558 - EXPQO - Óptica Cuántica Avanzada con Aplicaciones

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:** Morgan W. Mitchell (ICFO) (Coord.)

**Otros:** Hugues de Riedmatten (ICFO)

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

---

#### Específicas:

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.

4. 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

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Este curso presenta un entendimiento moderno de la luz como un fenómeno cuántico y explora como aplicaciones cuánticas como comunicación cuántica y los sensores cuánticos están siendo desarrollados usando luz cuántica. Describiremos la óptica de niveles de fotones individuales, estados de la luz 'squeezed' y entrelazados, no localidad cuántica, memorias cuánticas y avances relacionados con estos temas. Este curso da los conocimientos necesarios para comprender los experimentos más contemporáneos. Se hará especial atención a las aplicaciones con conjuntos atómicos incluyendo sensores mejorados cuánticamente y memorias cuánticas

## 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

### Tema 1

**Descripción:**

Cuantización del campo electromagnético.

**Dedicación:** 2h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

### Tema 2

**Descripción:**

Estados cuánticos de la luz: fotones individuales, estados coherentes, estados 'squeezed', estados entrelazados.

**Dedicación:** 2h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m



### Tema 3

**Descripción:**

Detección de luz cuántica: conteo de fotones, conteo de coincidencias, detectores sensibles a la fase.

**Dedicación:** 2h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

### Tema 4

**Descripción:**

Generación de luz cuántica con procesos ópticos no lineales.

**Dedicación:** 2h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

### Tema 5

**Descripción:**

Firma experimental de procesos cuánticos.

**Dedicación:** 2h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

### Tema 6

**Descripción:**

Interacción de la luz y conjuntos atómicos.

**Dedicación:** 2h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

### Tema 7

**Descripción:**

'Squeezing' del spin y medidas mejoradas cuánticamente.

**Dedicación:** 2h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

### Tema 8

**Descripción:**

Comunicación cuántica experimental: teleportación cuántica, intercambio de entrelazamiento, repetidores cuánticos.

**Dedicación:** 2h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m



## Tema 9

### Descripción:

Memorias cuánticas basadas en transparencia inducida electrónicamente, ecos de fotones, DLCZ.

**Dedicación:** 2h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m

## ACTIVIDADES

### Visita a los laboratorios del ICFO

**Dedicación:** 2h 18m

Grupo grande/Teoría: 2h 18m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

- Entrega de problemas y tests (45%)
- Examen final (45%)
- Participación y presentación (10%)

## BIBLIOGRAFÍA

### Básica:

- Walls, D. F; Milburn, G. J. Quantum optics. 2nd. Springer-Verlag, 2008. ISBN 9783540285731.
- Scully, Marlan O; Zubairy, M. Suhail. Quantum optics. Cambridge University Press, 1997. ISBN 9780524235959.
- Loudon, R. The quantum theory of light. 3rd. Oxford Clarendon Press, 2001. ISBN 0198501765.

## RECURSOS

### Enlace web:

- <http://mitchellgroup.icfo.es/MEQO/>. Apuntes de la asignatura