



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

**ASIGNATURA**

**95000180 - Biofotonica**

**PLAN DE ESTUDIOS**

09IB - Grado en Ingenieria Biomedica

**CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE**

2017/18 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000180 - Biofotonica
<b>No de créditos</b>	4 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09IB - Grado en Ingenieria Biomedica
<b>Centro en el que se imparte</b>	Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2017-18

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Paloma Rodriguez Horche (Coordinador/a)	B-117	p.rhorche@upm.es	Sin horario. Cualquier hora concertando cita previa
Francisco Jose Lopez Hernandez	B-120	francisco.lopez.hernandez@ upm.es	Sin horario. Cualquier hora concertando cita previa

Patxi Xabier Quintana Arregui	B-321	x.quintana@upm.es	Sin horario. Cualquier hora concertando cita previa
Morten Andreas Geday	B-321	morten.geday@upm.es	Sin horario. Cualquier hora concertando cita previa
Antonio Perez Serrano	B-101	antonio.perez.serrano@upm. es	Sin horario. Cualquier hora concertando cita previa

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Fisica I
- Fisica II
- Sistemas y señales

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingenieria Biomedica no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CE11 - Calcular y representar gráficamente los parámetros más relevantes de un experimento utilizando funciones matemáticas.

CE12 - Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos.

CE14 - Comprender los principios de la metodología científica; capacidad para su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería.

CE38 - Conocer los principios y las técnicas de medida de las magnitudes más relevantes en Ingeniería Biomédica.

CG1 - Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.

CG10 - Formular, diseñar y elaborar proyectos siendo capaz de liderar grupos de trabajo y buscar en distintas fuentes de información e integrar nuevos conocimientos en su investigación

CG12 - Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.

CG13 - Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.

CG15 - Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita en castellano e inglés.

CG3 - Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones.

CG9 - Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.

## 4.2. Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA443 - Adquirir un conocimiento general de los principios básicos de la fotónica aplicada a la medicina

RA442 - Conocer los fenómenos relacionados con la interacción de radiaciones láser con los tejidos orgánicos

RA445 - Saber seleccionar el láser adecuado según la aplicación médica

RA444 - Conocer la instrumentación fotónicas básica utilizada en aplicaciones biomédicas, así como saber su manejo experimental

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La Biofotónica es un término que engloba la biología, rama de las ciencias naturales que estudia las leyes de la vida, y la fotónica, es decir, la ciencia y la tecnología centradas en la generación, la manipulación y la detección de fotones, que son las unidades cuánticas de la luz.

Esta asignatura pretende ser una introducción a los fundamentos de la Biofotónica y de la instrumentación asociada a los fenómenos relacionados con la generación de luz coherente, la transmisión por los componentes ópticos tales como lentes y fibras ópticas, la modulación y la detección de la luz. Se repasarán las diferentes teorías de la luz incluyendo rayos y ondas ópticas y se estudiarán conceptos como la dispersión, la interferencia y la difracción, que permitirá entender con mayor profundidad los fundamentos físicos en los que se asientan la mayoría de las aplicaciones de la biofotónica.

Por otro lado, la Biofotónica implica la comprensión de cómo interactúa la luz con la materia bio

---

lógica, desde las moléculas y células a los tejidos e incluso organismos enteros. Por ello se plantearán los fundamentos esenciales de la Interacción Luz con la materia en Biofotónica, haciendo especial hincapié en los fenómenos de absorción, dispersión y fluorescencia.

Se plantearán las diferentes aplicaciones de los láseres en medicina en entornos terapéuticos, diagnósticos o quirúrgicos. La luz se puede utilizar, por ejemplo, para sondear eventos biomoleculares, tales como la interacción proteína-proteína. La distribución espacial y temporal de los constituyentes bioquímicos también puede ser visualizada con la luz y, por lo tanto, se pueden analizar en tiempo real la dinámica fisiológica correspondiente en las células vivas, tejidos y organismos. La luz con ciertas características, también se puede utilizar para alterar las

propiedades y el comportamiento de la materia biológica, tales como para dañar las células cancerosas. Actualmente, la luz procedente de un láser es profusamente empleada en cirugía y en diversos tipos de terapia. A lo largo del curso se analizarán algunas de estas aplicaciones.

Otro campo de especial relevancia en la biofotónica es el relacionado con la creación de imágenes, tanto macroscópicas como microscópicas. Tal vez sea ésta el área más conocida de la Biofotónica y en la que nos podemos encontrar mayor variedad de técnicas y fenómenos implicados. Nos podemos encontrar espectroscopia de imágenes biológicas, Imágenes basadas en el tiempo de vida, Microscopia confocal, Microscopia Fluorescente de excitación de dos-fotones, imágenes de campo cercano, microscopia no lineal, Tomografía óptica coherente (OCT), Tomografía óptica difusa (DOT), tomografía fotoacústica, correlometría speckle, y otras muchas más. Algunas de estas técnicas se tratan en otras asignaturas de la titulación, por lo que aquí sólo se pretende ofrecer una panorámica de las diferentes formas de obtener imágenes en diferentes campos de aplicación

Para finalizar se dará una visión general sobre los avances más recientes de la biofotónica incluyendo tecnologías emergentes como la nanofotónica.

En paralelo al desarrollo teórico de la asignatura, se ofertarán una serie de prácticas de laboratorio con la doble finalidad de, por un lado, asentar algunos de los conceptos estudiados teóricamente y, por otro, formar al alumno en el manejo de la instrumentación biofotónica básica.

Las prácticas que se realizarán son:

## **Laboratorio**

### **Seminario 1:**

Nociones básicas sobre electrónica de consumo para aplicaciones biomédicas

- Componentes electrónicos básicos

- Manejo de plataformas electrónicas de código abierto (tipo Arduino)

### Práctica 1

## Componentes ópticos básicos

### Alineamiento óptico de componentes

Fundamentos de la propagación de la luz; Propagación de la radiación láser en medios confinados y no confinados.

### Práctica 2

El propósito de este experimento es

- . Medir la absorbencia de una solución específica
- . Determinar a partir de la ley de Beer, el coeficiente de absorción característico de una mezcla orgánica de colorante / agua.

### Práctica 3

En esta práctica se medirá la atenuación y el scattering de un haz láser rojo pasando por diferentes medios (plástico transparente, contenedor de agua y agua con una pequeña cantidad de partículas no son solubles en agua).

### Práctica 4

Se va a medir la reflexión difusa de la luz roja procedente de un láser de He-Ne sobre la piel. La piel es un medio turbio. Esto significa que la luz se dispersa de manera eficiente en diferentes direcciones dentro de una corta distancia de la superficie de la piel. La reflectividad de la luz de la piel depende de color de la piel, la edad, la ubicación de la piel, la presencia de sangre, y otros factores. En particular, la reflectividad depende de la cantidad de sangre justo por debajo de las capas superiores de la piel.

### Práctica 5

La última práctica consistirá en el desarrollo de un dispositivo Biofotónico en el que se tengan que aplicar diferentes campos de la Biofotónica.



## 5.2. Temario de la asignatura

1. Principios Fundamentales de Óptica.
  - 1.1. Introducción
  - 1.2. Naturaleza de la luz
2. Propiedades y características de la luz
  - 2.1. Polarización
  - 2.2. Coherencia de la luz (temporal, espacial)
  - 2.3. Interferencia
  - 2.4. Difracción (Campo cercano y campo lejano)
3. Instrumentación biofotónica básica
  - 3.1. Guías de ondas y fibras ópticas en aplicaciones médicas
  - 3.2. Fuentes de luz coherentes y no coherentes
  - 3.3. Detectores ópticos
  - 3.4. Componentes ópticos
    - 3.4.1. Componentes Interferométricos (Interferómetros; Mach-Zehnder, Fabry-Perot)
    - 3.4.2. Redes de difracción; Reflector Distribuido de Bragg (DBR), Red de Bragg en fibra RBG
4. Fundamentos esenciales de la Interacción Luz-Materia en Biofotónica
  - 4.1. Interpretaciones clásicas
  - 4.2. Anisotropía óptica y Birrefringencia
    - 4.2.1. Propiedades absorción de la luz de células y tejidos biológicos
  - 4.3. Dispersión
  - 4.4. Transporte de luz en el tejido: "Ventanas ópticas"
  - 4.5. Fundamentos de Fluorescencia
  - 4.6. Más en la Interacción Luz-Tejido/célula: Efectos fotoquímico, térmico, Fotoablación y Fotodisrupción
5. Aplicaciones Láser en Medicina

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1: 1. Principios Fundamentales de Óptica.</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2: 2. Propiedades y características de la luz</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 3: Instrumentación biofotónica básica</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 4: Fundamentos esenciales de la Interacción Luz-Materia en Biofotónica</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 5. Aplicaciones de los láseres en medicina</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6		<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Presentación de resultados de la práctica realizada</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:10
7		<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8		<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Presentación de resultados de la práctica realizada</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:10
9		<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10		<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Presentación de resultados de la práctica realizada</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:10

11		<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12		<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Presentación de resultados de la práctica realizada</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:10
13	<b>Presentación de trabajos. Se ha programado dos sesiones para la presentación de los resultados de los trabajos en grupo</b> Duración: 05:00 OT: Otras actividades formativas			<b>Presentación de trabajos por grupos y discusión con el resto de compañeros. Asistencia obligatoria a todas las presentaciones.</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 00:20
14				
15				
16				
17				<b>Examen final escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Presentación de resultados de la práctica realizada	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	15%	0 / 10	
8	Presentación de resultados de la práctica realizada	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	15%	0 / 10	
10	Presentación de resultados de la práctica realizada	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	15%	0 / 10	CE11 CE12 CE38 CG3 CG9 CG12 CG15 CG13
12	Presentación de resultados de la práctica realizada	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	25%	0 / 10	
13	Presentación de trabajos por grupos y discusión con el resto de compañeros. Asistencia obligatoria a todas las presentaciones.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:20	30%	5 / 10	CE11 CE12 CE14 CE38 CG3 CG9 CG1 CG10 CG12 CG15 CG13

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-----	-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

13	Presentación de trabajos por grupos y discusión con el resto de compañeros. Asistencia obligatoria a todas las presentaciones.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:20	30%	5 / 10	CE11 CE12 CE14 CE38 CG3 CG9 CG1 CG10 CG12 CG15 CG13
17	Examen final escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	5 / 10	CE11 CE12 CE14 CE38 CG9 CG1

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación continua se realizará en base las prácticas realizadas en el laboratorio y en la presentación pública sobre el dispositivo diseñado e implementado en el laboratorio.

La asistencia a las presentaciones será obligatoria y en la calificación se valorará el contenido técnico del trabajo, la capacidad para realizar un trabajo, y la correspondiente presentación, en grupo. También se valorará la participación del resto de compañeros en el turno de preguntas.

El alumno también puede optar por la realización de un examen teórico final sobre los temas explicados en clase en la fecha determinada por Jefatura de Estudios, junto con la elaboración y presentación pública de un trabajo cuya temática deberá ser acordada con el profesor

En cualquier caso la realización de las prácticas de laboratorio será obligatoria.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Documentación específica del curso	Recursos web	Se pondrá a disposición de los alumnos de la asignatura la documentación necesaria para el correcto seguimiento de la misma.
Documentación de prácticas y material de laboratorio	Recursos web	Guión de prácticas para realizar las mismas que incluirá cuestiones sobre las medidas y experimentos realizados.
Laboratorio de Biofotónica	Equipamiento	Se realizarán prácticas con el equipamiento disponible en el departamento de Tecnología Fotónica y Bioingeniería.
Biomedical Photonics Handbook, Second Edition. Editado por Tuan Vo-Dinh. CRC Press. 2014	Bibliografía	Bibliografía de referencia
David A. Boas, Constantinos Pitris, Nimmi Ramanujam. Handbook of Biomedical Optics. CRC Press. 2011	Bibliografía	Bibliografía complementaria
Jeong-Yeol Yoon. Introduction to Biosensors: From Electric Circuits to Immunosensors. Springer Science+Business Media New York 2013	Bibliografía	Bibliografía complementaria
Shuichi Kinoshita. Bionanophotonics: An Introductory Textbook. Pan Stanford 2013	Bibliografía	Bibliografía complementaria