

ANX-PR/CL/001-02
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Biofotonica

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2015-16 - Segundo semestre

Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	Biofotonica
Titulación	09IB - Grado en Ingenieria Biomedica
Centro responsable de la titulación	E.T.S. de Ingenieros de Telecomunicacion
Semestre/s de impartición	Octavo semestre
Módulo	Optativo
Materia	Señales e imagenes biomedicas
Carácter	Optativa
Código UPM	95000180
Nombre en inglés	Biofotonica

Datos Generales

Créditos	4	Curso	4
Curso Académico	2015-16	Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano	Otros idiomas de impartición	

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Superadas

El plan de estudios Grado en Ingenieria Biomedica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

Otros Requisitos

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

Conocimientos Previos

Asignaturas Previas Recomendadas

Fisica I

Fisica II

Sistemas y señales

Otros Conocimientos Previos Recomendados

El coordinador de la asignatura no ha definido otros conocimientos previos recomendados.

Competencias

- 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.
- CE40 - Conocer los principales tipos de dispositivos terapéuticos empleados en ingeniería biomédica.
- CG1 - Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.
- CG3 - Ser capaz de manejar todas las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- CG8 - Entender, aplicar, adaptar y desarrollar herramientas, técnicas y protocolos de experimentación con rigor metodológico comprendiendo las limitaciones que tiene la aproximación experimental.
- CG9 - Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.

Resultados de Aprendizaje

- RA442 - Conocer los fenómenos relacionados con la interacción de radiaciones láser con los tejidos orgánicos
- RA443 - Adquirir un conocimiento general de los principios básicos de la fotónica aplicada a la medicina
- 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

Profesorado

Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Rodriguez Horche, Paloma (Coordinador/a)	B-117	p.rhorche@upm.es	Cualquier hora concertando cita previa
Lopez Hernandez, Francisco Jose	B-120	francisco.lopez.hernandez@upm.es	Cualquier hora concertando cita previa

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

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

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.

Temario

1. Principios Fundamentales de Óptica.

1.1. Introducción

1.2. Naturaleza de la luz

1.2.1. La luz como onda (campo electromagnético, espectro electromagnético, energía, potencia, intensidad)

1.2.2. Fotones (dualidad de la luz, flujo de fotones)

2. Propiedades y características de la luz

2.1. Polarización

2.2. Velocidad de fase y de grupo

2.3. Coherencia de la luz (temporal, espacial)

2.4. Interferencia

2.4.1. Relación entre Coherencia e Interferencia

2.5. Difracción (Campo cercano y campo lejano)

2.5.1. Difracción y óptica de Fourier

2.5.2. Resolución en sistemas de imagen ópticos

2.6. Haces ópticos gaussianos

3. Instrumentación biofotónica básica

3.1. Guías y fibras ópticas en aplicaciones médicas

3.1.1. Propagación de la luz en medios confinados

3.1.2. Tipos de guías y fibras ópticas

3.2. Fuentes de luz

3.2.1. No coherentes

3.2.2. Coherentes; láser (Propiedades de la radiación láser, Tipos de láseres)

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. Scattering de Luz (Rayleigh y Mie)

4.5. Transporte de luz en el tejido

4.6. "Ventanas Ópticas" en tejido biológico

4.7. Aproximación cuántica de la Interacción Luz-Materia

4.7.1. Conceptos generales

4.7.2. Diagramas de energía

4.7.3. Transiciones Atómicas a través de procesos radiativos

4.8. Fundamentos de Fluorescencia

4.8.1. Fluoróforos (Intrínsecos, extrínsecos)

4.8.2. Fluoróforos en el Infrarrojo cercano (NIR)

4.8.3. Proteínas fluorescentes

5. Óptica No Lineal
 - 5.1. Mezclado de frecuencias
 - 5.2. Modificación de propiedades del material dependientes de la intensidad
 - 5.2.1. Efecto óptico Kerr
 - 5.2.2. Absorción multi-fotón
 - 5.3. Efectos Raman
 - 5.3.1. Scattering de Raman espontáneo
 - 5.3.2. Scattering de Raman Coherente
 - 5.4. Aplicaciones de Óptica No Lineal en Biofotónica
6. Más en la Interacción Luz-Tejido/célula
 - 6.1. Efecto fotoquímico: Terapia fotodinámica
 - 6.2. Efectos térmicos
 - 6.3. Fotoablación
 - 6.3.1. Fotoablación UV vs IR
 - 6.4. Ablación y Fotodisrupción
7. Aplicaciones de los láseres en medicina
 - 7.1. Aplicaciones Terapéuticas
 - 7.2. Diagnóstico Médico
 - 7.3. Aplicaciones en cirugía
 - 7.4. Micromanipulación de muestras biológicas: Pinzas ópticas
 - 7.5. Seguridad láser en aplicaciones biomédicas
8. Biosensores ópticos en aplicaciones médicas
 - 8.1. Tipos de Inmovilización de los elementos de reconocimiento
 - 8.3. Biosensores de Fibra óptica
 - 8.4. Biosensores de Onda evanescente
9. Detección de Fotones y técnicas de Imágenes
10. Avances en Biofotónica y Nanofotónica

Cronograma

Horas totales: 41 horas

Horas presenciales: 41 horas (39.4%)

Peso total de actividades de evaluación continua:
100%

Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	Tema 1: 1. Principios Fundamentales de Óptica. Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2	Tema 2: 2. Propiedades y características de la luz Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 3	Tema 3: Instrumentación biofotónica básica Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 4	Tema 4: Fundamentos esenciales de la Interacción Luz-Materia en Biofotónica Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 5	Tema 5: Óptica No Lineal Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 6	Tema 6. Más en la Interacción Luz-Tejido/célula Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 7	Tema 7. Aplicaciones de los láseres en medicina Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 8	Tema 7. Aplicaciones de los láseres en medicina Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 9	Tema 8. Biosensores ópticos en aplicaciones médicas Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 10	Tema 9. Detección de Fotones y técnicas de Imágenes. Tema 10. Avances en Biofotónica y Nanofotónica Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

Semana 11		Prácticas de laboratorio Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Presentación de resultados de la práctica realizada Duración: 00:10 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial
Semana 12		Prácticas de laboratorio Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Presentación de resultados de la práctica realizada Duración: 00:10 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial
Semana 13		Prácticas de laboratorio Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Presentación de resultados de la práctica realizada Duración: 00:10 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial
Semana 14		Prácticas de laboratorio Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Presentación de resultados de la práctica realizada Duración: 00:10 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial
Semana 15	Presentación de trabajos. Se ha programado dos sesiones para la presentación de los resultados de los trabajos en grupo Duración: 02:30 OT: Otras actividades formativas			Presentación de trabajos por grupos y discusión con el resto de compañeros. Asistencia obligatoria a todas las presentaciones. Duración: 00:20 PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Actividad presencial
Semana 16	Presentación de trabajos. Se ha programado dos sesiones para la presentación de los resultados de los trabajos en grupo Duración: 02:30 OT: Otras actividades formativas			
Semana 17				Examen final escrito Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad no presencial

Nota.- El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

Nota 2.- Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
11	Presentación de resultados de la práctica realizada	00:10	Evaluación continua y sólo prueba final	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	12%		CG8, CG9, CE11, CE38, CG3
12	Presentación de resultados de la práctica realizada	00:10	Evaluación continua y sólo prueba final	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	12%		CG8, CG9, CE11, CE38, CG3
13	Presentación de resultados de la práctica realizada	00:10	Evaluación continua y sólo prueba final	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	12%		CG8, CG9, CE11, CE38, CG3
14	Presentación de resultados de la práctica realizada	00:10	Evaluación continua y sólo prueba final	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	12%		CG8, CG9, CE11, CE38, CG3
15	Presentación de trabajos por grupos y discusión con el resto de compañeros. Asistencia obligatoria a todas las presentaciones.	00:20	Evaluación continua	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	52%	5 / 10	CG3, CE12, CG1, CE14, CE40
17	Examen final escrito	02:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No	52%	5 / 10	CE12, CG1, CE14, CE40

Criterios de Evaluación

El alumno puede optar por realizar un trabajo en grupo sobre una temática específica que deberá ser acordada con el profesor y su posterior presentación pública. La asistencia a las presentaciones será obligatoria y en la calificación se valorará el contenido técnico del trabajo, la capacidad para realizar una presentación en grupo y la participación en el turno de preguntas de la exposición del resto de compañeros.

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.

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

Recursos Didácticos

Descripción	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