



# Máster en Ingeniería Biomédica 69328 - Tecnologías ópticas en Biomedicina

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 3.0

---

## Información básica

---

### Profesores

- **María del Pilar Arroyo De Grandes** arroyo@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen al área de Física Aplicada

No es requisito imprescindible haber cursado asignaturas previas ni en los distintos grados que dan acceso al máster ni en los cuatrimestres anteriores del plan de estudios de este máster.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el cuatrimestre de primavera. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, la realización de prácticas de laboratorio y la realización de trabajos relacionados con los contenidos de la asignatura.

Las prácticas de laboratorio se fijarán de acuerdo con los alumnos matriculados.

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y publicadas en la página web del máster (<http://www.masterib.es>). Las fechas de entrega de los trabajos se darán a conocer con suficiente antelación en clase.

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Ser capaz de elegir la técnica óptica más adecuada en algunas aplicaciones biomédicas, sabiendo la magnitud física a medir, el rango de valores esperados y la resolución espacial y temporal deseadas.
- 2:** Ser capaz de explicar el funcionamiento y las aplicaciones biomédicas típicas de las técnicas ópticas estudiadas.

**3:** Ser capaz de aplicar algunas de las técnicas a casos prácticos.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura optativa forma parte de la materia *Tecnologías Horizontales*, y por tanto, puede interesar a estudiantes de las dos especialidades *Biomecánica y Biomateriales Avanzados*, y *Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*.

En esta asignatura se estudian un conjunto de técnicas que utilizan la interacción entre la luz y los materiales para modificar u obtener información sobre esos materiales. Incluye técnicas de medida de formas, de deformaciones, de velocidades de flujos, de tomografía y microscopia y alguna aplicación terapéutica de los láseres. La asignatura se inicia con una presentación previa de algunos conceptos de óptica necesarios para entender las técnicas ya mencionadas. Se hace especial hincapié en las aplicaciones biomédicas de estas técnicas.

---

## Contexto y competencias

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El objetivo de la asignatura es que el estudiante comprenda y sepa utilizar un conjunto de técnicas ópticas para obtener información útil en algunas aplicaciones biomédicas.

La asignatura se centra en un conjunto de técnicas que utilizan la interacción entre la luz y los materiales para modificar u obtener información sobre esos materiales. La revisión de estas técnicas en el contexto de la biomedicina pretende familiarizar al alumno con sus aplicaciones al estudio de células, tejidos, vasos sanguíneos, prótesis,...

La asignatura debe llevar al estudiante a conocer un abanico de técnicas ópticas de medida de diversas magnitudes físicas y a ser capaz de utilizarlas para obtener información relevante en algunas aplicaciones biomédicas, teniendo en cuenta las particularidades de cada aplicación, así como las posibilidades y limitaciones de dichas técnicas.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura *Tecnologías Ópticas en Biomedicina* es una asignatura optativa enmarcada dentro de las *Tecnologías Horizontales*, que pueden servir a las dos especialidades del máster.

Uno de los objetivos del máster de Ingeniería Biomédica es adaptar las herramientas y técnicas disponibles en el campo de la ingeniería al ámbito biomédico. Hoy en día las técnicas ópticas no intrusivas se utilizan en infinidad de aplicaciones prácticas en campos diferentes entre los que se incluye el ámbito biomédico. Por ello un conocimiento profundo de dichas prácticas proporcionará al alumno las herramientas necesarias para resolver problemas de medida que puedan surgir en dicho ámbito.

Por otro lado, esta asignatura permitirá al alumno desarrollar su capacidad crítica y de análisis de forma que sea capaz de tomar decisiones debidamente razonadas. Dado que los estudios de máster constituyen un puente hacia el mundo laboral su formación se verá complementada en aspectos que trascienden el ámbito académico.

#### Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** 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 (CB. 6)
- 2:** 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 (CB.7)

- 3:** Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimiento 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 juicios (CB.8)
- 4:** Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades (CB.9)
- 5:** 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 (CB.10)
- 6:** Poseer las aptitudes, destrezas y método necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en cualquier área de la Ingeniería Biomédica (CG.1)
- 7:** Ser capaz de usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la resolución de problemas del ámbito biomédico y biológico (CG.2)
- 8:** Ser capaz de comprender y evaluar críticamente publicaciones científicas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CG.3)
- 9:** Ser capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (CG.4)
- 10:** Ser capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la ingeniería biomédica (CG.5)
- 11:** Ser capaz de analizar, diseñar y evaluar soluciones a problemas del ámbito biomédico mediante conocimientos y tecnologías avanzados de biomecánica, biomateriales e ingeniería de tejidos (CO.3)

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Esta asignatura permitirá al estudiante comprender la información que las técnicas ópticas pueden proporcionar en lo referente a la medida no invasiva de las propiedades mecánicas de materiales biológicos (células, tejidos, vasos sanguíneos, prótesis,..). Dado que alguna de estas técnicas se encuentran ya en aplicaciones comerciales mientras que otras se encuentran todavía en fase de desarrollo, la formación adquirida en esta asignatura puede ayudar al alumno a potenciar su carrera profesional, bien en el campo de la investigación o en un campo más comercial.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1:** Examen escrito, con puntuación de 0 a 10 puntos, común para todos los grupos de la asignatura. La prueba consistirá en 30 cuestiones teórico-prácticas, con una duración estimada de 2 h.

El alumno ha de obtener una puntuación mínima total de 4.5 puntos sobre 10 en el examen final. Se

dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso, en las fechas y horarios determinados por la Escuela.

- 2:** Puntuación de 0 a 10 puntos. El alumno elaborará un informe de cada una de las prácticas realizadas, que se evaluarán en los informes. **Prácticas de laboratorio (30%)** La final se computará como la media de las calificaciones obtenidas en los informes.
- 3:** Puntuación de 0 a 10 puntos. En la evaluación se tendrá en cuenta la capacidad de síntesis y asimilación. **Trabajo de Asignatura (20%)**

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

**A01 Clase magistral participativa** (20 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. En la clase se exponen los contenidos fundamentales de la asignatura. Se presentan las diferentes técnicas ópticas de medida no invasiva que permiten obtener información sobre las propiedades mecánicas de materiales biológicos, incluyendo algunas aplicaciones representativas. Se les proporciona a los alumnos las transparencias de cada una de las lecciones con suficiente antelación y los textos donde se describen los contenidos incluidos en esas transparencias.

**A03 Prácticas de laboratorio** (6 horas). Las prácticas de laboratorio (3 sesiones de 2h) se desarrollarán en los laboratorios del Departamento de Física Aplicada en la Facultad de Ciencias, en fecha y hora a concretar de acuerdo con los alumnos matriculados.

Actividades desarrolladas en espacios especiales con equipamiento especializado. La parte presencial supone 6 horas en un laboratorio del Departamento de Física Aplicada en la Facultad de Ciencias, distribuidas en tres sesiones de dos horas. En la primera sesión se utilizan técnicas de Moiré para la medida de la forma de una prótesis de rodilla. En la segunda sesión se utilizan técnicas de interferometría de moteado para la medida de deformaciones de un material elástico. En la tercera sesión se utiliza la velocimetría de imágenes de partículas para la medida in vitro del flujo en un aneurisma. Las prácticas se hacen por equipos de dos personas, a los que se les da por adelantado el guión de cada práctica. Se requiere que entreguen un informe escrito por práctica y por equipo. Suponen una de las partes de la evaluación, que se detalla en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

**A05 Realización de trabajos.** El trabajo se realizará de forma individual. Consistirá en un informe escrito sobre un tema elegido por el alumno, con el visto bueno del profesor, y relacionado con los temas presentados en clase. El informe consistirá en un breve resumen de un artículo de investigación o divulgativo sobre el tema elegido, junto con la opinión personal sobre el mismo. Supone una de las partes de la evaluación, que se detalla en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

**A06: Tutoría.** Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas.

**A08: Evaluación.** Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

- 1:**

## **Fundamentos de Óptica.**

Reflexión, refracción y formación de imágenes.

Superposición de ondas de luz: polarización e interferencias.

Coherencia.

Difracción.

Difusión.

Láseres: tipos y propiedades.

## **2: Técnicas de moiré para estudios de topografía.**

Efecto moiré.

Análisis de las figuras de moiré.

Medida de formas.

Ejemplos de aplicación.

## **3: Técnicas de moteado laser para el estudio de propiedades mecánicas de materiales (tejidos, prótesis,...)**

Moteado y sus propiedades.

Métodos de comparación de moteados.

Detección de defectos.

Medida de deformaciones.

Ejemplos de aplicación.

## **4: Técnicas de velocimetría para el estudio de flujos biológicos.**

Velocimetría de imágenes de partículas.

Holografía digital.

Ejemplos de aplicación

## **5: Técnicas de microscopía.**

Microscopio compuesto.

Microscopio confocal.

Microscopía holográfica.

## **6: Tomografía óptica.**

Tomografía óptica difusa (DOT).

Tomografía coherente óptica (OCT).

Tomografía difractiva óptica (ODT).

## **7: Aplicaciones terapéuticas del láser.**

Interacción luz-materia.

Pinzas ópticas.

Bisturí láser.

Ablación láser.

Aplicaciones.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

El calendario de la asignatura de las sesiones presenciales en el aula como de las sesiones de laboratorio, estará determinado por el calendario académico que el centro establezca para el curso correspondiente. Las fechas para las sesiones de laboratorio fijarán de acuerdo con los alumnos matriculados. El calendario de presentación de trabajos se anunciará convenientemente al inicio de la asignatura.

## **Bibliografía**

### **Bibliografía y Recursos**

- J. Casas, *Óptica*, 1994.
- O. Kafri, I. Glatt, *The physics of moiré metrology*, John Wiley & Sons Ltd., 1990.
- R. S. Sirohi, F. S. Chau, *Optical methods of measurement-wholefield techniques*, Marcel Dekker, 1999.
- R. S. Sirohi, ed., *Speckle metrology*, Marcel Dekker, 1993.
- R. Splinter, B. A. Hooper, *An introduction to biomedical optics*, CRC Press, 2006.
- D. C. Williams, ed., *Optical Methods in Engineering Metrology*, Chapman & Hall, 1993.
- M. Raffel, C. E. Willert, C. E. Willert, S. T. Wereley, J. Kompenhans, *Particle Image Velocimetry: a practical guide*, Springer, 2007.

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**