

ASIGNATURA DE ÓPTICA BIOMÉDICA

PROPÓSITO DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA	El alumno será capaz de resolver problemas de óptica biomédica al alcanzar una panorámica amplia de la estructura, composición e interacción básica y compleja del tejido biológico con la luz. Aprenderá los fundamentos del denominado problema directo de la óptica biomédica y esencialmente dominará la modelación matemática de la interacción luz-tejido biológico mediante la teoría electromagnética (teoría de Rayleigh y teoría de Mie) y la conocida teoría de la transferencia radiativa (aproximación de la difusión y método Monte Carlo). Además, comprenderá el denominado problema inverso al aprender las técnicas básicas y de avanzada para la determinación de los parámetros ópticos de los medios biológicos, el uso de objetos imitadores del tejido humano y las principales aplicaciones clínicas de la óptica biomédica a nivel mundial. Dominará el uso de plataformas computacionales de diseño y simulación de sistemas ópticos, tales como OpticStudio, que le permitan modelar la interacción de la radiación óptica con los medios turbios.				
CUATRIMESTRE	CUARTO				
TOTAL DE HORAS	PRESENCIALES	NO PRESENCIALES	HORAS POR SEMANA	PRESENCIALES	NO PRESENCIALES
	75	15		5	1

UNIDADES DE APRENDIZAJE	HORAS DEL SABER		HORAS DEL SABER HACER		HORAS TOTALES	
	P	NP	P	NP	P	NP
I. Estructura, composición e interacción básica del tejido biológico con la luz.	10	0	15	5	25	5
II. Problema directo: modelación matemática de la interacción luz-tejido biológico.	10	0	15	5	25	5
III. III. Problema inverso: determinación de los parámetros ópticos. Modelos de tejidos humanos y aplicaciones de la óptica biomédica.	10	0	15	5	25	5
TOTALES	30	0	45	15	75	15

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

COMPETENCIA A LA QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

De acuerdo con la metodología de diseño curricular de la DGUTyP, las competencias se desagregan en dos niveles de desempeño: Unidades de Competencias y Capacidades.

La presente asignatura contribuye al logro de la competencia y los niveles de desagregación descritos a continuación:

COMPETENCIA: Plantear, diseñar y modelar situaciones teórico-experimentales y de aplicación práctica de los sistemas ópticos-biomédicos usando los fundamentos de la óptica biomédica y la óptica de tejidos.

UNIDADES DE COMPETENCIA	CAPACIDADES	CRITERIOS DE DESEMPEÑO
<p>Aprender los principios de la óptica biomédica a través del conocimiento de 1) la estructura, composición e interacción básica del tejido biológico con la luz, 2) del conocimiento del problema directo (modelación matemática de la interacción luz-tejido biológico), y 3) del conocimiento del problema inverso (determinación de los parámetros ópticos), así como del uso de modelos de tejidos humanos y el dominio de las aplicaciones de la óptica biomédica para resolver problemas novedosos de esta disciplina mediante el uso de plataformas computacionales de diseño y simulación de sistemas óptico-biomédicos (OpticStudio) y el desarrollo de arreglos experimentales.</p>	<p>Sistematizar el conocimiento de la estructura, composición e interacción básica del tejido biológico con la luz mediante el estudio de los conceptos teóricos y la solución de problemas típicos de la óptica biomédica.</p>	<p>Confecciona reportes sintéticos sobre la estructura, composición e interacción básica del tejido biológico con la luz que incluyan los conceptos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Constituyentes principales del tejido biológico. - Interacción básica de la radiación óptica con el tejido biológico <p>Resuelve un cuestionario sobre la estructura y composición de una célula, los tejidos y la piel humana.</p> <p>Resuelve un cuestionario sobre el origen de la absorción y el esparcimiento en los tejidos biológicos, así como sus definiciones y fórmulas para un tejido genérico.</p> <p>Confecciona reportes sobre los métodos de simulación básica de la absorción y el esparcimiento mediante programas comerciales.</p>
	<p>Dominar la modelación matemática de la distribución espacial de la luz en todo el espacio si es conocida la geometría y potencia del haz incidente; y la geometría y parámetros ópticos del medio biológico (problema directo) para modelar así situaciones de interés práctico.</p>	<p>Confecciona reportes sintéticos de la modelación matemática de la interacción luz-tejido biológico que incluyan los conceptos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teoría electromagnética. - Teoría de la transferencia radiativa. <p>Resuelve un cuestionario de conceptos sobre la teoría de Rayleigh, teoría Mie, el método Monte Carlo y la aproximación de la difusión.</p>
	<p>Dominar los métodos para la determinación de los parámetros ópticos (problema inverso), así como del uso de los modelos de</p>	<p>Confecciona reportes sintéticos sobre los métodos de determinación de los parámetros ópticos que incluyan las técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Método de dos esferas integradoras.

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

	tejidos humanos y las aplicaciones básicas de la óptica biomédica a nivel clínico y de investigación básica.	<ul style="list-style-type: none"> - Reflexión difusa resuelta espacialmente - Arreglos de fibras ópticas. Resuelve un cuestionario sobre los modelos de tejidos humanos que incluye la clasificación: modelo líquido, gel, sólido y gaseoso. Resuelve un cuestionario sobre las aplicaciones de la óptica biomédica tanto diagnósticas (espectroscopia de reflexión difusa, espectroscopia Raman y la tomografía óptica coherente) como terapéuticas (oximetría de pulso, terapia fotodinámica y terapia de manchas de vino de Oporto).
--	--	---

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD DE APRENDIZAJE	I. Estructura, composición e interacción básica del tejido biológico con la luz.							
PROPÓSITO ESPERADO	El alumno será capaz de comprender estructura y composición del tejido biológico, y la interacción básica de la luz con dicho tejido para su aplicación a la descripción de sistemas óptico-biomédicos.							
HORAS TOTALES	P	NP	HORAS DEL SABER	P	NP	HORAS DEL SABER HACER	P	NP
	25	5		10	0		15	5

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
Constituyentes principales del tejido biológico.	Explicar la estructura y composición de una célula. Explicar la estructura y composición de los tejidos. Describir la estructura y composición de la piel humana	Comprender los elementos químicos y moléculas principales de una célula, así como las estructuras básicas de dicha entidad biológica. Ejemplos: células rojas, neuronas, adipocitos y melanocitos. Comprender los elementos químicos y moléculas principales de los tejidos, tipos de tejidos. Ejemplos: tejido epitelial, nervioso, etc. Ilustrar mediante esquemas propios y de internet las capas y tipos de células (corneocitos, melanocitos, adipocitos) en cada capa de la piel, así como las características del sistema vascular de este órgano y sus pigmentos principales: melanina, hemoglobina, bilirrubina, beta carotenos.	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado Ético Colaborador
Interacción básica de la radiación óptica con el tejido biológico	Explicar el origen de la absorción y las definiciones asociadas a dicho fenómeno. Describir la fórmula del coeficiente de absorción para un tejido genérico.	Comprender la definición y el significado físico del coeficiente de absorción, así como los valores espectrales del mismo para el agua, la hemoglobina y otros elementos absorbentes del tejido. Conocer el alcance y limitación de la fórmula del coeficiente de absorción para un tejido genérico.	Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado Ético Colaborador

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

	<p>Explicar el origen del esparcimiento y las definiciones asociadas (función de fase, factor de anisotropía, la función de fase de Henyey-Greestain) a dicho fenómeno.</p> <p>Describir la fórmula del coeficiente de esparcimiento para un tejido genérico.</p> <p>Explicar los métodos de simulación básica de la absorción y el esparcimiento mediante programas comerciales.</p>	<p>Comprender la definición y el significado físico del coeficiente de esparcimiento, así como los valores espectrales del mismo para las fibras de colágeno.</p> <p>Conocer el alcance y limitación de la fórmula del coeficiente de esparcimiento para un tejido genérico.</p> <p>Desarrollar códigos en OpticStudio para simular la absorción y el esparcimiento en los medios turbios.</p>	
--	---	--	--

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

PROCESO DE EVALUACIÓN		TÉCNICAS SUGERIDAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	ESPACIO DE FORMACIÓN			MATERIALES Y EQUIPOS
EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	INSTRUMENTO EVALUACIÓN		AU LA	TAL LER	OT RO	
Códigos implementados en OpticStudio y otros softwares que ilustren los conceptos y fenómenos ópticos estudiados. Exposición sobre el tejido biológico y el origen de la absorción y el esparcimiento en dicho medio.	Reportes. Proyectos. Presentación.	Responder cuestionarios de los temas de clase. Tareas de investigación. Resolver problemas de simulación de conceptos vistos en clases usando software especializado. Exposición de temas en seminarios.	X	X		Pizarrón y plumón. Libros digitales e impresos. Notas de clases del profesor. Equipo de Cómputo con acceso internet. OpticStudio y otros softwares especializados.

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

UNIDAD DE APRENDIZAJE	II. Problema directo: modelación matemática de la interacción luz-tejido biológico.							
PROPÓSITO ESPERADO	El alumno será capaz comprender el planteamiento del problema directo de la óptica biomédica y aplicarlo a distintas situaciones teórico-prácticas.							
HORAS TOTALES	P	NP	HORAS DEL SABER	P	NP	HORAS DEL SABER HACER	P	NP
	25	5		10	0		15	5

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
Teoría electromagnética.	<p>Describir cómo las ecuaciones de Maxwell en la materia son el marco teórico para describir la interacción de la luz con el tejido biológico.</p> <p>Describir la teoría de Rayleigh</p> <p>Describir la teoría de Mie</p>	<p>Comprender la validez de las ecuaciones de Maxwell en la descripción de la interacción de la luz con los tejidos biológicos.</p> <p>Comprender el planteamiento físico-matemático del problema de Rayleigh, el método de solución del mismo y la expresión para la sección transversal de esparcimiento.</p> <p>Comprender el planteamiento físico-matemático del problema de Mie, el método de solución del mismo y la expresión para la sección transversal de esparcimiento y el factor de anisotropía.</p>	<p>Analítico</p> <p>Proactivo</p> <p>Autónomo</p> <p>Responsable</p> <p>Ordenado</p> <p>Observador</p> <p>Disciplinado</p> <p>Ético</p> <p>Colaborador.</p>
Teoría de la transferencia radiativa (TTR)	<p>Describir el proceso de obtención de la ecuación de la transferencia radiativa(ETR)</p> <p>Explicar cómo obtener la solución de la ETR por métodos deterministas (aproximación de la difusión)</p>	<p>Comprender el proceso de obtención de la ETR a partir de las hipótesis realizadas y conocer la interpretación física y complejidad matemática de la misma.</p> <p>Dominar la aproximación de la difusión para llegar a la ecuación de la difusión (ED) y conocer la solución de la misma para los casos: Caso1: fuente puntual isotrópica en un medio infinito</p>	<p>Analítico</p> <p>Proactivo</p> <p>Autónomo</p> <p>Responsable</p> <p>Ordenado</p> <p>Observador</p> <p>Disciplinado</p> <p>Ético</p> <p>Colaborador.</p>

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

	<p>Explicar cómo obtener la solución de la ETR por métodos estocásticos (método Monte Carlo)</p> <p>Describir ejemplos de códigos Monte Carlo para simular la interacción de la luz con los medios turbios.</p>	<p>Caso2: haz infinitamente fino en un medio semi-infinito. Dominar el método Monte Carlo (MC) para resolver la ETR. Debe conocer los siguientes elementos básicos de este método: Variables de propagación del fotón (VPF) Reflexión en las interfaces Muestreo de las VPF mediante funciones de densidad de probabilidad (FDP)</p> <p>Comprender el funcionamiento del código libre MCML y el código comercial OpticStudio para realizar simulaciones MC de sistemas óptico-biomédicos.</p>	
--	---	---	--

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

PROCESO DE EVALUACIÓN		TÉCNICAS SUGERIDAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	ESPACIO DE FORMACIÓN			MATERIALES Y EQUIPOS
EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	INSTRUMENTO EVALUACIÓN		AU LA	TAL LER	OT RO	
Códigos implementados en OpticStudio y otros softwares libres como MCML que ilustren los conceptos y fenómenos ópticos estudiados. Exposición sobre la teoría de la difusión y el método Monte Carlo.	Reportes. Proyectos. Presentación.	Responder cuestionarios de los temas de clase. Tareas de investigación. Resolver problemas de simulación de conceptos vistos en clases usando software especializado. Exposición de temas en seminarios.	X	X		Pizarrón y plumón. Libros digitales e impresos. Notas de clases del profesor. Equipo de Cómputo con acceso internet. OpticStudio y otros softwares especializados.

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

UNIDAD DE APRENDIZAJE	III. Problema inverso: determinación de los parámetros ópticos. Modelos de tejidos humanos y aplicaciones de la óptica biomédica.							
PROPÓSITO ESPERADO	El alumno será capaz comprender el planteamiento del problema inverso de la óptica biomédica, los diferentes tipos de imitadores del tejido biológico (modelo de tejidos humanos o phantoms), y las aplicaciones más relevantes de la óptica biomédica para abo							
HORAS TOTALES	P	NP	HORAS DEL SABER	P	NP	HORAS DEL SABER HACER	P	NP
	25	5		10	0		15	5

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
Técnicas de medición de los parámetros ópticos	<p>Explicar las siguientes técnicas de medición de los parámetros ópticos: Método de dos esferas integradoras.</p> <p>Reflexión difusa resuelta espacialmente (Video Reflectometría, etc.).</p> <p>Arreglos de fibras ópticas.</p>	<p>Comprender la diferencia entre las técnicas de medición de los parámetros ópticos:</p> <p>Método de dos esferas integradoras: Dominar el código Inverse Adding Doubling y el arreglo óptico experimental.</p> <p>Video reflectometría: Dominar el método de ajuste por mínimos cuadrados no lineales y el arreglo óptico experimental.</p> <p>Arreglos de fibras ópticas: Dominar los fundamentos teóricos del algoritmo de rejillas y su implementación práctica.</p>	<p>Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado Ético Colaborador.</p>
Modelos de tejidos humanos.	<p>Explicar el concepto e importancia de los modelos de tejidos humanos y su clasificación en: modelos líquidos, gel, sólido y gaseoso.</p> <p>Describir qué sustancias se utilizan para la matriz, los elementos absorbentes y esparcidos.</p>	<p>Saber argumentar las razones por las cuales se utilizan los modelos de tejidos en la óptica biomédica. Además, comprender cuáles son los ejemplos clásicos de phantoms en estado líquido, gel, sólido y gaseoso.</p> <p>Conocer los tipos de elementos absorbentes y esparcidos usados para cada tipo de phantoms.</p>	<p>Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado Ético Colaborador.</p>

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

Aplicaciones de la Óptica Biomédica	<p>Explicar el uso de la óptica biomédica para aplicaciones diagnósticas tales como: espectroscopia de reflexión difusa, espectroscopia Raman y la tomografía óptica coherente.</p> <p>Explicar el uso de la óptica biomédica para aplicaciones terapéuticas tales como: oximetría de pulso, terapia fotodinámica y terapia de manchas de vino de Oporto.</p>	<p>Comprender los elementos de la óptica biomédica que se utilizan para las siguientes técnicas diagnósticas: espectroscopia de reflexión difusa, espectroscopia Raman y la tomografía óptica coherente.</p> <p>Comprender los elementos de la óptica biomédica que se utilizan para las siguientes técnicas terapéuticas: oximetría de pulso, terapia fotodinámica y terapia de manchas de vino de Oporto.</p>	<p>Analítico Proactivo Autónomo Responsable Ordenado Observador Disciplinado Ético Colaborador.</p>
-------------------------------------	---	---	---

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

PROCESO DE EVALUACIÓN		TÉCNICAS SUGERIDAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	ESPACIO DE FORMACIÓN			MATERIALES Y EQUIPOS
EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	INSTRUMENTO EVALUACIÓN		AU LA	TAL LER	OT RO	
Códigos implementados en OpticStudio y otros softwares que ilustren los conceptos y fenómenos ópticos estudiados. Exposición sobre las aplicaciones diagnósticas y terapéuticas de la óptica biomédica y la fabricación de imitadores del tejido biológico.	Reportes Proyectos	Responder cuestionarios de los temas de clase. Tareas de investigación. Resolver problemas de simulación de conceptos vistos en clases usando software especializado. Exposición de temas en seminarios.	X	X		Pizarrón y plumón. Libros digitales e impresos. Notas de clases del profesor. Equipo de Cómputo con acceso internet. OpticStudio y otros softwares especializados.

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL DOCUMENTO	LUGAR DE PUBLICACIÓN	EDITORIAL	ISBN
Hecht, Eugene.	2000	Óptica (3ra Edición).	Madrid	Addisson Wesley Iberoamericana.	84-7829-025-7
V. Tuchin.	2007	"Tissue Optics: Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis". Second Edition.	Washington	SPIE.	9780819481061
A. Ishimaru.	1978	"Wave Propagation and Scattering in Random Media". Vol 1.	New York	Academic press.	978-0-12-374701-3
C.F. Bohren and D.R. Huffman.	1998	"Absorption and Scattering of Light by Small Particles"	New York	WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA	9780471293408
Lihong V. Wang, Hsin-I Wu	2007	Biomedical Optics: Principles and Imaging.	New Jersey	Wiley & Sons, Incorporated, John	9780471743040

ELABORÓ:	Comité del Doctorado en Optomecatrónica de la UPT	REVISÓ:	Dirección de Investigación y Posgrado de la UPT
APROBÓ:	DGUTyP	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Enero 2022