



Escuela de Ingeniería Industrial

Información

Para obtener información adicional sobre el centro y sus títulos visitar la página web del centro <https://eei.uvigo.es/>

Máster Universitario en Ingeniería Biomédica

Asignaturas

Curso 1

Código	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
V04M192V01101	Estadística avanzada para la ingeniería biomédica	1c	6
V04M192V01102	Métodos matemáticos aplicados a la ingeniería biomédica	1c	4.5
V04M192V01103	Modelado y simulación sistemas biomédicos	1c	4.5
V04M192V01104	Sistemas de diagnóstico y terapia	1c	4.5
V04M192V01105	Análisis biomecánico de actividades y funciones humanas	1c	4.5
V04M192V01106	Biomateriales avanzados e ingeniería tisular	1c	6
V04M192V01201	Señales biomédicas	2c	4.5
V04M192V01202	Control y regulación de las funciones corporales	2c	4.5
V04M192V01203	Simulación de biofluidos en ingeniería biomédica	2c	4.5
V04M192V01204	Bioelectroquímica	2c	3
V04M192V01205	Ingeniería de superficies para aplicaciones biomédicas	2c	4.5
V04M192V01206	Robótica médica	2c	4.5
V04M192V01207	Mecánica de materiales y tejidos blandos	2c	4.5
V04M192V01208	Técnicas avanzadas no invasivas en ingeniería biomédica: Aplicación del láser en medicina	2c	4.5
V04M192V01209	Diseño de productos y servicios inteligentes en el sector biomédico	2c	4.5

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Estadística avanzada para la ingeniería biomédica				
Asignatura	Estadística avanzada para la ingeniería biomédica			
Código	V04M192V01101			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Estadística e investigación operativa			
Coordinador/a	de Uña Álvarez, Jacobo Rodríguez Álvarez, María José			
Profesorado	de Uña Álvarez, Jacobo Rodríguez Álvarez, María José			
Correo-e	jacobou@uvigo.es mxrodriguez@uvigo.es			
Web				
Descripción general	Esta materia pretende ser una herramienta útil en la formación de un/a ingeniera/o biomédica/o. Su principal objetivo es formar al alumnado en el conocimiento y manejo, tanto a nivel teórico como práctico, de técnicas estadísticas y de diseño de experimentos de aplicación en el ámbito de la ingeniería biomédica.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A2	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.
A4	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.
B1	Capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos y procesos en los distintos ámbitos de la ingeniería biomédica, por medio de técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.
B2	Capacidad para dirigir actividades relacionadas con la competencia CG1
B5	Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
B8	Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.
C1	Capacidad para diseñar, implementar y gestionar experimentos adecuados, analizar sus resultados y sacar conclusiones en el ámbito de la ingeniería biomédica.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer técnicas de análisis de datos y diseño de experimentos de aplicación en la ingeniería biomédica.	A2 B1 B5 C1
Aplicar técnicas de análisis de datos y diseño de experimentos en el ámbito de la de ingeniería biomédica.	A2 A4 B1 B2 B5 B8 C1

Contenidos

Tema

Tema 1. Ampliación de diseño y análisis de experimentos	Principios y conceptos básicos del diseño experimental. Diseños replicados. Factor de bloqueo. Interacción. Diseño factorial con dos factores: modelo, contrastes de hipótesis relevantes, tabla ANOVA II, modelo de efectos principales. Diseño factorial con tres factores. Diseños fraccionados. Fracción un-medio de un diseño 2^k : fracción principal y fracción complementaria. Fracciones de diseños con tres factores: cuadrados latinos.
Tema 2. Introducción al control de calidad	Dimensiones de la calidad e la Ingeniería. Principios básicos del control estadístico de la calidad. Control por variables y control por atributos. Gráficos de control: límites de advertencia, límites de acción y reglas de decisión. Función de operación característica. Control por variables: gráfico x-barra, gráfico R, gráfico S, gráficos para medidas individuales. Análisis de la capacidad. Control por atributos: gráfico p, gráfico np, gráfico c y gráfico u.
Tema 3. Fiabilidad industrial y análisis de supervivencia	Concepto de fiabilidad y medidas de fiabilidad. Función de fiabilidad y función de tasa de fallo. Tiempo medio residual de vida. Modelos probabilísticos notables: Exponencial, Gamma, Weibull, Lognormal, Loglogístico. Fiabilidad de sistemas. Estudios de fiabilidad: datos censurados y datos truncados. Métodos paramétricos de estimación e inferencia sobre la fiabilidad. Métodos no paramétricos: curvas Kaplan-Meier y Nelson-Aalen. Gráficos de bondad de ajuste. Tests de vida acelerada. Regresión de Cox. Múltiples tipos de fallo.
Tema 4. Métodos lineales en regresión y clasificación	Modelo lineal y modelo lineal generalizado (logístico y Poisson). Estimación e inferencia. Evaluación y selección de modelos (error de predicción; criterios de información; validación cruzada y bootstrap). Selección de variables y regularización (selección de subconjuntos de variables; regresión paso a paso; regresión LASSO y Ridge). Reducción de la dimensión.
Tema 5. Métodos no lineales en regresión y clasificación	Modelización de efectos no lineales: expansión en bases y regresión spline penalizada. Modelo aditivo generalizado. Estimación e inferencia. Métodos de regresión y clasificación basados en árboles: árboles de decisión y bosques aleatorios. Breve introducción a las máquinas de vectores de soporte (support vector machines) y a las redes neuronales.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	30	48	78
Prácticas con apoyo de las TIC	18	36	54
Resolución de problemas de forma autónoma	0	15	15
Examen de preguntas de desarrollo	3	0	3

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Se expondrán en sesión magistral los contenidos de la materia.
Prácticas con apoyo de las TIC	Tratamiento de datos mediante el uso del software libre R.
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución de ejercicios prácticos propuestos durante las clases de teoría de forma autónoma.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	En todas las metodologías previstas en esta materia se contempla una atención personalizada, tanto en el aula como a través de tutorías voluntarias.
Prácticas con apoyo de las TIC	En todas las metodologías previstas en esta materia se contempla una atención personalizada, tanto en el aula como a través de tutorías voluntarias.
Resolución de problemas de forma autónoma	En todas las metodologías previstas en esta materia se contempla una atención personalizada, tanto en el aula como a través de tutorías voluntarias.

Evaluación

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Prácticas con apoyo de las TIC	Asistencia a las prácticas y resolución de pruebas a lo largo del curso. El alumnado realizará seis casos prácticos de análisis de datos empleando el software R. Cada prueba contará el 10% de la cualificación final.	60 A2 A4 B1 B2 B5 B8 C1
Examen de preguntas de desarrollo	Examen final sobre los contenidos de la materia. Se exigirá un mínimo de 4 puntos sobre 10 en el examen final.	40 A2 A4 B1 B2 B5 B8 C1

Otros comentarios sobre la Evaluación

Evaluación continua: Se valorará el trabajo de la/o alumna/o a lo largo del curso. En la cualificación final, las pruebas realizadas a lo largo del curso (casos prácticos) supondrán un 60% y la prueba final (a realizar en la fecha oficial) un 40%. Para superar la materia, será obligatorio presentarse a la prueba final y se deberá obtener una cualificación superior a 4 puntos (sobre 10). En caso de no obtener en la prueba final la cualificación mínima para superar la materia, la nota a aparecer en el acta será el mínimo entre 4.9 y la cualificación final (ponderada).

Segunda oportunidad: En la segunda oportunidad se aplicará el mismo baremo que en la evaluación continua, contando las pruebas realizadas a lo largo del curso un 60% y la prueba final un 40%. En este caso se mantendrán las cualificaciones de las pruebas realizadas a lo largo del curso y solo se repetirá la prueba final, en la que se deberá obtener una cualificación superior a 4 puntos (sobre 10) para poder superar la materia. En caso de no obtener en la prueba final la cualificación mínima para superar la materia, la nota a aparecer en el acta será el mínimo entre 4.9 y la cualificación final (ponderada).

Evaluación global: Alternativamente al sistema de evaluación continua, el estudiantado podrá optar, según el mecanismo establecido por la Escuela, a ser evaluado con un examen final que supondrá el 100% de la cualificación. En este caso, será necesario obtener una cualificación superior a 5 puntos (sobre 10) para poder superar la materia.

Se requiere del alumnado que curse esta materia un comportamiento responsable y honesto. Se considera inadmisibles cualquier forma de fraude (copia o plagio) dirigida a falsear el nivel de conocimiento y habilidad alcanzados en todo tipo de prueba, informe o trabajo. Las conductas fraudulentas podrán suponer suspender la materia durante un curso completo. Se llevará un registro interno de estas actuaciones para, en caso de reincidencia, solicitar la apertura al rectorado de un expediente disciplinario.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R., **An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R** (<https://www.statlearning.com>), 2, Springer, 2021

Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J., **The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction** (<https://hastie.su.domains/ElemStatLearn/>), 2, Springer, 2009

Montgomery, D.C., Runger, G.C., Hubele, N.F., **Engineering Statistics**, 5, Wiley, 2011

Bibliografía Complementaria

Wood, S., **Generalized Additive Models: An introduction with R**, 2, Chapman and Hall/CRC Texts in Statistical Science, 2017

Faraway, J.J., **Linear models with R**, 2, Chapman and Hall, 2015

Dean, A., Voss, D., **Design and Analysis of Experiments**, Springer, 1999

Kuehl, R.O., **Diseño de experimentos. Principios Estadísticos para el Diseño y Análisis de Investigaciones**, 2, Thomson, 2001

Ryan, T.P., **Modern Experimental Design**, Wiley, 2007

Vilar Fernández, J.M., **Modelos Estadísticos Aplicados**, Universidade da Coruña, 2003

Montgomery, D.C., **Control Estadístico de la Calidad**, 3, Limusa Wiley, 2004

Montgomery, D.C., **Introduction to Statistical Quality Control**, Wiley, 2009

Kalbfleisch, J. D. y Prentice, R. L., **The Statistical Analysis of Failure Time Data**, 2, Wiley, 2011

Lawless, J. F., **Statistical Models and Methods for Lifetime Data**, 2, Wiley, 2003

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Métodos matemáticos aplicados a la ingeniería biomédica				
Asignatura	Métodos matemáticos aplicados a la ingeniería biomédica			
Código	V04M192V01102			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	4.5	OB	1	1c
Lengua				
Impartición				
Departamento	Matemática aplicada I			
Coordinador/a	Fernández García, José Ramón			
Profesorado	Bazarra García, Noelia Fernández García, José Ramón			
Correo-e	jose.fernandez@uvigo.es			
Web				
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A5	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.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
C2	Capacidad para modelizar matemáticamente los sistemas y procesos complejos en el ámbito de la ingeniería biomédica.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer métodos matemáticos de aplicación en el campo de la ingeniería biomédica	B3 C2
Aplicar métodos matemáticos de aplicación en el campo de la ingeniería biomédica	A5 C2

Contenidos

Tema	
Análisis de Fourier	Introducción al Análisis de Fourier
Extensiones del Análisis de Fourier a la Ingeniería Biomédica	Introducción al Análisis de Fourier en el campo de la Ingeniería Biomédica
Introducción a las Ecuaciones diferenciales Parciales (EDPs)	Introducción a los problemas clásicos Clasificación de las EDPs Planteamiento Variacional
Métodos Numéricos para la resolución de EDP en Biomédica	Introducción a los Elementos Finitos Introducción la diferencias Finitas y Volúmenes Finitos

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	14	16	30
Resolución de problemas	8	16	24
Prácticas con apoyo de las TIC	14	20	34
Examen de preguntas objetivas	2	0	2
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	20.5	20.5
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías	
	Descripción
Lección magistral	En estas sesiones se desarrollarán aquellos conceptos teóricos necesarios para la correcta resolución de los problemas implicados en la Ingeniería Biomédica. Llevarán a cabo pequeños ejercicios resueltos que permitan al alumno adquirir las destrezas suficientes para poder llevar a cabo a resolución de un problema real.
Resolución de problemas	
Prácticas con apoyo de las TIC	En las prácticas de laboratorio se pondrán en práctica todos los conocimientos teóricos abordados, así como la resolución de casos prácticos reales, con el apoyo de un software informático.

Atención personalizada

Evaluación					
	Descripción	Calificación		Resultados de Formación y Aprendizaje	
Examen de preguntas objetivas	Examen del primer bloque correspondientes a los temas 1 y 2	30	A5	B3	C2
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Informe de prácticas con la resolución de un caso práctico por parte del alumno que evalúa todo el bloque de prácticas de computador con el soporte informático	30	A5	B3	C2
Examen de preguntas de desarrollo	Examen Final donde se aborda todo el contenido de la materia	40	A5	B3	C2

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

A. Cañada, **Series de Fourier y aplicaciones**, Ediciones Pirámide, 2002

I. Peral, **Primer curso de Ecuaciones en Derivadas Parciales**, Addison-Wesley,, 1995

D. G. Zill y M. R. Cullen, **Ecuaciones Diferenciales**, McGraw-Hill, 2008

Bibliografía Complementaria

R. Churchill y J. Brown,, **Fourier series and boundary value problems**, McGraw Hill, 2008

L. Evans, **Partial Differential Equations**, Amer Math Soc, 2010

S. Larsson y V. Thomee, **Partial differential equations with numerical methods**, Springer, 2003

Recomendaciones

Otros comentarios

Se recomienda realizar un repaso de los conceptos abordados en materias de Cálculo de primero de grado de Ingeniería, fundamentalmente los contenidos relacionados con las Ecuaciones Diferenciales.

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Modelado y simulación sistemas biomédicos				
Asignatura	Modelado y simulación sistemas biomédicos			
Código	V04M192V01103			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	4.5	OB	1	1c
Lengua	Gallego			
Impartición				
Departamento	Ingeniería de sistemas y automática			
Coordinador/a	Fernández Villaverde, Alejandro			
Profesorado	Fernández Villaverde, Alejandro			
Correo-e	afvillaverde@uvigo.gal			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descripción general	Adquirir los conocimientos necesarios para construir modelos dinámicos de biosistemas, con énfasis en los procesos y sistemas de interés en la ingeniería biomédica. Conocer las técnicas de identificación, simulación, y análisis de modelos matemáticos, y aprender cómo aplicarlas a problemas de ingeniería biomédica.			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
A5	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.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
C3	Capacidad para seleccionar y aplicar métodos avanzados de modelado para el diseño y simulación de sistemas biomédicos.

Resultados previstos en la materia	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer la utilidad del modelado matemático y aplicarlo a biosistemas de interés en medicina.	B3 C3
Conocer métodos de simulación de modelos y herramientas computacionales para modelado.	B3 C3
Aprender a construir modelos a partir de datos experimentales y el conocimiento biomédico existente.	A5 B3 C3
Aplicar modelos para analizar el comportamiento de biosistemas	A5 B3 C3

Contenidos	
Tema	
1. Introducción al modelado matemático en biomedicina	1.1. Motivación e historia de los modelos en biomedicina 1.2. Modelado dinámico: componentes y paradigmas 1.3. Tipos de modelos dinámicos 1.3.1. Grafos 1.3.2. Ecuaciones diferenciales 1.4. Combinaciones de modelos 1.5. Ejemplos

2. Sistemas dinámicos biomédicos y formalismos para su modelado	2.1. Tipos de biosistemas de interés 2.2. Cinética de las reacciones bioquímicas 2.3. Nivel celular 2.3.1. Metabolismo 2.3.2. Señalización celular 2.3.3. Expresión génica 2.4. Nivel orgánico 2.4.1. Electrofisiología 2.4.2. Regulación de la glucosa 2.4.3. Farmacocinética y farmacodinámica 2.5. Nivel de poblaciones 2.5.1. Epidemiología 2.5.2. Comunidades microbianas
3. Métodos numéricos de simulación	3.1. Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales 3.1.1. Transformada de Laplace 3.1.2. Función de transferencia 3.2. Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales 3.2.1. Métodos de paso fijo 3.2.2. Métodos de paso variable 3.3. Integración de ecuaciones estocásticas 3.3.1. Algoritmo de Gillespie 3.4. Software de simulación 3.4.1. Entornos de programación de propósito general 3.4.2. Herramientas de simulación especializadas 3.5. Estándares, formatos y repositorios
4. Construcción de modelos e identificación de sistemas	4.0. PASO 0: obtener las ecuaciones del modelo 4.1. PASO 1: analizar observabilidad e identificabilidad estructural 4.2. PASO 2: definir la función objetivo 4.3. PASO 3: optimización de los parámetros 4.3.1. Métodos locales 4.3.2. Métodos globales 4.3.3. Definición del problema de optimización 4.4. PASO 4: análisis de la bondad del ajuste 4.5. PASO 5: cuantificación de la incertidumbre de los parámetros 4.6. PASO 6: cuantificación de la incertidumbre en las predicciones 4.7. Diseño de experimentos 4.8. Selección de modelos 4.9. Recursos software
5. Comportamiento dinámico	5.1. Equilibrio y estabilidad 5.1.1. Caracterización matemática de la estabilidad 5.2. Bifurcaciones 5.3. Oscilaciones 5.4. Robustez 5.4.1. Redundancia 5.4.2. Insensibilidad paramétrica 5.4.3. Realimentación 5.4.4. Prealimentación 5.5. Reducción de modelos

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	15	16	31
Resolución de problemas	5	7.5	12.5
Prácticas con apoyo de las TIC	12	24	36
Seminario	2	0	2
Examen de preguntas de desarrollo	3	18	21
Trabajo	2	8	10

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías	
	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos de la materia.
Resolución de problemas	El profesorado resolverá en el aula problemas y ejercicios, teniendo que resolver el alumnado ejercicios similares para adquirir las capacidades necesarias.

Prácticas con apoyo de las TIC	En las prácticas el alumnado aplicará los conocimientos adquiridos en las clases de teoría para la construcción, calibración, simulación y análisis de modelos dinámicos usando herramientas informáticas (MATLAB).
Seminario	Presentación, a cargo de un experto invitado (activo en la investigación o profesión biomédica), de contenidos relacionados con la materia. Debate.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Atención a preguntas y dudas del alumnado.
Resolución de problemas	Atención a preguntas y dudas del alumnado.
Prácticas con apoyo de las TIC	Atención a preguntas y dudas del alumnado.
Seminario	Atención a preguntas y dudas del alumnado.
Pruebas	Descripción
Examen de preguntas de desarrollo	Atención a preguntas y dudas del alumnado.
Trabajo	Atención a preguntas y dudas del alumnado.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Lección magistral	Se valorará la asistencia a las clases teóricas y la participación activa en las mismas.	5	A5	B3	C3
Prácticas con apoyo de las TIC	Las prácticas se evaluarán de forma continua (sesión a sesión) con una puntuación de 0 a 10 cada una. Los criterios de evaluación son: - Asistencia mínima del 80%. - Puntualidad. - Preparación previa de la práctica. - Actitud y aprovechamiento de la sesión. - Cumplimiento de los objetivos fijados.	30	A5	B3	C3
Examen de preguntas de desarrollo	El examen final consistirá en una prueba escrita (preguntas y/o ejercicios), con una puntuación de 0 a 10 puntos, de carácter individual y presencial, que se realizará al concluir el cuatrimestre, nos horarios oficiales establecidos por la dirección del centro.	40		B3	C3
Trabajo	Trabajo (individual o en grupo, segundo indicará el profesor) a realizar por el alumnado de forma autónoma pero tutelada, sobre alguno(s) artículo(s) de investigación propuestos por el profesor. La evaluación se hará en base al documento entregado por el alumnado y la exposición en el aula.	25	A5	B3	C3

Otros comentarios sobre la Evaluación

Cada una de las 3 pruebas (examen final, prácticas y trabajo) se calificará de 0 a 10, ponderándose de acuerdo al porcentaje indicado. Es necesario obtener una nota mínima de 5 en cada una de ellas para aprobar la asignatura, obteniéndose entonces la nota total según el porcentaje indicado anteriormente. En el caso de no superar alguna de las partes, se aplicará un escalado a las notas parciales, de forma que la nota total no supere el 4,5. En cuanto a la participación en las lecciones magistrales, no se requiere una asistencia mínima.

De no aprobar las prácticas en evaluación continua a lo largo del cuatrimestre, no se podrá aprobar la asignatura en la primera convocatoria del curso. En la segunda convocatoria, podrá presentarse a un único examen de prácticas de laboratorio que permitiría, en caso de superarlo, aprobar las prácticas, y con eso tener opciones de aprobar la asignatura. Para la consideración de presentada/o o no presentada/o sólo se tendrá en cuenta a participación en el examen final. En la segunda convocatoria del mismo curso, el alumnado deberá examinarse de las partes no superadas en la primera convocatoria, con los mismos criterios que en ella.

Compromiso ético: Se espera que el alumnado presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (como copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, entre otros) se considerará que no reúne los requisitos necesarios para superar la asignatura. En este caso la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0.0).

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Joseph DiStefano III, **Dynamic systems biology modeling and simulation**,
<https://vdoc.pub/download/dynamic-systems-biology-modeling-and-simulation-4iqd7mrh3fv0>, Elsevier Science, 2015

Bibliografía Complementaria

Edda Klipp et al, **Systems biology: a textbook**, Wiley-Blackwell, 2016

Brian Ingalls, **Mathematical Modelling in Systems Biology: An Introduction**,

https://www.math.uwaterloo.ca/~bingalls/MMSB/MMSB_w_solutions.pdf, The MIT Press, 2018

D. del Vecchio, R.M. Murray, **Biomolecular feedback systems**, <http://www.cds.caltech.edu/~murray/BFSwiki/>, Princeton University Press, 2014

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Control y regulación de las funciones corporales/V04M192V01202

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Sistemas de diagnóstico y terapia				
Asignatura	Sistemas de diagnóstico y terapia			
Código	V04M192V01104			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	4.5	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Biología funcional y ciencias de la salud Dpto. Externo Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Quintáns Graña, Camilo Pastoriza Santos, Vicente			
Profesorado	Aymerich López, María Domínguez Prado, Inés López Medina, Antonio Otero García, María Milagros Pastoriza Santos, Vicente Quintáns Graña, Camilo			
Correo-e	quintans@uvigo.es vpastoriza@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descripción general	El propósito principal de esta asignatura es que el estudiantado adquiera conocimientos acerca de los fundamentos físicos y de las tecnologías utilizadas en los equipos médicos que integran los sistemas de diagnóstico y terapia empleados en el ámbito hospitalario. El temario se completa con una introducción a la protección, calidad y legislación aplicable. Estos contenidos se complementan y refuerzan con la realización de prácticas orientadas al estudio del funcionamiento y especificaciones de los equipos en los servicios existentes en los hospitales participantes en la titulación.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A3	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 juicios.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
B5	Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
B6	Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
C4	Conocimiento y capacidad para el diseño y análisis de sistemas, sensores y técnicas para diagnóstico, terapia y monitorización.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer y comprender los principios físicos de funcionamiento de los equipamientos médicos que integran los sistemas de diagnóstico y terapia empleados en el ámbito hospitalario.	B3 B5 C4
Conocer y comprender los principios operativos de los principales equipamientos médicos empleados en el ámbito hospitalario.	A3 B3 C4
Poseer conocimientos para supervisar la utilización y el mantenimiento de equipamientos médicos.	A3 B3 B5 B6 C4

Analizar la gestión de instalaciones asociadas a equipos médicos y aplicar los conocimientos adquiridos para su mejora.	A3 B5 B6 C4
Conocer los fundamentos para trabajar en equipos multidisciplinares propios de la ingeniería biomédica.	B3 C4

Contenidos

Tema	
Tema 1: Introducción.	Descripción general de la asignatura. Introducción a las técnicas de diagnóstico y terapia.
Tema 2: Fundamentos físicos de los equipos de diagnóstico y terapia.	Ondas electromagnéticas. Interacción de la radiación electromagnética con la materia. Transiciones radiactivas. Estructura nuclear. Procesos nucleares.
Tema 3: Tecnologías para el diagnóstico con rayos X.	El aparato de rayos X. Generación de rayos X. Emisión de rayos X. Interacción de rayos X con la materia. Detección y formación de la imagen. Pantallas intensificadoras, dispositivos restrictores de haz y rejilla.
Tema 4: Caracterización y funcionamiento de los equipos de tomografía computarizada.	Introducción. Imagen tomográfica. Tomografía computarizada convencional, helicoidal y multicorte. Componentes. Usos diagnósticos y terapéuticos. Seguridad. Representación de la imagen. Calidad de la imagen.
Tema 5: Caracterización y funcionamiento de los equipos de resonancia magnética	Introducción. Comportamiento del espín nuclear en un campo magnético. Generación de la señal de resonancia magnética. Sala de exploración. Equipos de resonancia abiertos y cerrados. Emisores y receptores. Consola de mandos. Usos diagnósticos y terapéuticos. Seguridad. Captura de señal: Transformada de Fourier, espacio K y matriz de datos. Tiempo de repetición, tiempo de eco, tiempo inversión. Secuencias de adquisición clásicas: espín-eco, y eco de gradiente. Reconstrucción en 2D y 3D. Artefactos en resonancia magnética. Técnicas emergentes.
Tema 6: Tecnologías para el diagnóstico en medicina nuclear.	Introducción. Radiofármacos para diagnóstico por imagen. Técnicas para producción de radiofármacos. Acelerador de partículas. Obtención de la imagen plana. La gammacámara. Técnicas para tomografías por emisión de positrones (PET, SPECT).
Tema 7: Tecnologías para radioterapia.	Introducción. Tipos de radioterapias. Braquiterapia. Radioterapia de haces externos. Haz de electrones. Haz de fotones de rayos X. El acelerador lineal. Protonterapia.
Tema 8: Protección, calidad y legislación.	Normas de seguridad básicas para la protección ante la exposición a radiaciones ionizantes. Criterios de calidad en radioterapia. Conceptos sobre seguridad en instalaciones nucleares. Normativa sobre usos médicos de rayos X. Justificación del uso de las radiaciones ionizantes en medicina. Criterios de calidad en radiodiagnóstico.
Prácticas.	Práctica 1: Radiología. Práctica 2: Medicina nuclear. Práctica 3: Radioterapia.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	1	2
Lección magistral	13	13	26
Estudio de casos	4	8	12
Seminario	2	4	6
Estudio previo	0	12	12
Prácticas de laboratorio	12	0	12
Examen de preguntas objetivas	0.5	6.5	7
Resolución de problemas y/o ejercicios	0.5	7	7.5

Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	18	18
Presentación	2	6	8
Observación sistemática	1	1	2

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías	
	Descripción
Actividades introductorias	Actividades encaminadas a tomar contacto y reunir información sobre el alumnado, así como a presentar la materia.
Lección magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio que el alumnado tiene que desarrollar. Las competencias que se trabajan son: A3, B3, B5, B6 y C4.
Estudio de casos	Análisis de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y entrenarse en procedimientos alternativos de solución. Las competencias que se trabajan son: A3, B3, B5, B6 y C4.
Seminario	Actividad enfocada al trabajo sobre un tema específico, que permite ahondar o complementar los contenidos de la asignatura. Las competencias que se trabajan son: A3, B3, B5, B6 y C4.
Estudio previo	Búsqueda, lectura y trabajo de documentación, previo a las clases o prácticas de laboratorio, que realiza el alumnado de forma autónoma. Las competencias que se trabajan son: A3, B3, B5, B6 y C4.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas, y de adquisición de habilidades básicas y de procedimientos, relacionadas con la asignatura objeto de estudio. Estas prácticas se realizan en instalaciones hospitalarias. Las competencias que se trabajan son: A3, B3, B5, B6 y C4.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Actividades introductorias	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas del alumnado sobre la organización de la asignatura.
Lección magistral	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas del alumnado sobre los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y se les orientará sobre como abordar su estudio.
Estudio previo	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas del alumnado sobre el trabajo previo a las clases o prácticas de laboratorio.
Seminario	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas del alumnado sobre un tema concreto de la asignatura.
Estudio de casos	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas del alumnado sobre un caso planteado previamente.
Prácticas de laboratorio	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas del alumnado sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio.
Pruebas	Descripción
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas del alumnado sobre la preparación de las memorias de los resultados de las prácticas de laboratorio.

Presentación	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas del alumnado sobre la preparación y defensa de un tema concreto de la asignatura.
--------------	--

Evaluación					
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Examen de preguntas objetivas	Pruebas que evalúan el conocimiento que incluyen preguntas cerradas con diferentes alternativas de respuesta (verdadero/falso, elección múltiple, emparejamiento de elementos, etc.) El alumnado selecciona una respuesta entre un número limitado de posibilidades.	20	A3	B3 B5 B6	C4
Resolución de problemas y/o ejercicios	Pruebas en las que el estudiantado debe solucionar una serie de problemas y/o ejercicios en un tiempo/condiciones establecido por el profesorado. De este manera, el alumnado debe aplicar los conocimientos adquiridos.	20	A3	B3 B5 B6	C4
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Elaboración de un informe por parte del estudiantado en que se reflejen las características del trabajo llevado a cabo. El alumnado debe describir las tareas y procedimientos desarrollados, mostrar los resultados obtenidos y/u observaciones realizadas, así como el análisis y tratamiento de datos.	35	A3	B3 B5 B6	C4
Presentación	Exposición por parte de un grupo de estudiantes de un tema sobre contenidos de la asignatura o de los resultados de un trabajo, ejercicio, proyecto, etc. Puede realizarse de manera individual o en grupo.	15			
Observación sistemática	Percepción atenta, racional, planificada y sistemática para describir y registrar las manifestaciones del comportamiento del alumnado. Es posible valorar aprendizajes y acciones, y como se llevan a cabo valorando el orden, precisión, la destreza, eficacia, la participación activa, etc.	10	A3	B3 B5 B6	C4

Otros comentarios sobre la Evaluación

1. Convocatoria ordinaria

1.1 Evaluación continua

Siguiendo las directrices propias de la titulación y los acuerdos de la comisión académica se ofrecerá en esta asignatura un sistema de evaluación continua.

Las calificaciones de las tareas evaluables serán válidas sólo para el curso académico en el que se realizan.

La planificación de las diferentes pruebas de evaluación estará disponible al principio del cuatrimestre.

La evaluación continua está formada por las cuatro partes siguientes:

1. Prácticas (35%), que se divide en:

- Desarrollo de las prácticas: realización de las prácticas de la materia. Solo se permite faltar a una sesión por causas justificadas y se deberá recuperar en otro turno en la medida de las posibilidades horarias. Su calificación será de aptas o no aptas.
- Informe de las prácticas de laboratorio (35%).

2. Exámenes de aula (40%), que se divide de forma orientativa en:

- Preguntas objetivas (20%).
- Cuestiones y ejercicios (20%).

3. Presentación (15%): se presentarán oralmente los resultados sobre el trabajo de un tema concreto de la materia.

4. Observación sistemática (10%). Se tendrá en cuenta, además de los aspectos mencionados en la descripción, la participación del estudiante en la realización de las actividades propuestas para su trabajo autónomo y la participación en las tutorías.

La nota final, la cual se puntúa sobre un máximo de 10 puntos, es la suma de las notas de cada parte si se cumplen las siguientes condiciones:

- Obtener una calificación de apto en las prácticas de laboratorio (asistencia al menos a 2/3 de las prácticas).
- Obtener una puntuación mínima del 40% en el informe de prácticas, y en los exámenes de aula.

Si no se cumple alguno de los requisitos anteriores, la nota final será la suma de las notas de cada parte, pero limitada a una nota máxima de 4,9 puntos. Quienes no alcancen una puntuación mínima del 40% en la evaluación del informe de las prácticas tendrán de plazo para realizar las mejoras oportunas hasta la fecha oficial del examen de la convocatoria ordinaria o extraordinaria. Quienes no alcancen una puntuación mínima del 40% en los exámenes podrán recuperarlos en las pruebas de la convocatoria ordinaria o extraordinaria manteniendo los porcentajes de la evaluación continua.

Para aprobar, debe obtenerse una puntuación total igual o superior al 50% de la nota máxima (5 puntos).

Las pruebas de preguntas objetivas y de ejercicios se dividirán en dos sesiones repartidas a lo largo del período lectivo. La primera coincidirá en la mitad del periodo de docencia y la segunda en el examen final.

1.2 Evaluación global

Quienes no opten por la evaluación continua tendrán que presentarse a una prueba de evaluación global en el que realizaran dos exámenes similares a los de la evaluación continua (preguntas objetivas y ejercicios) y tendrán que realizar la presentación oral de un trabajo sobre una de las temáticas de la asignatura a elegir entre dos opciones, si previamente no han solicitado la asignación del tema al profesorado. Además, deberán haber obtenido una calificación de apto en las prácticas de laboratorio.

Se entiende que la realización de las prácticas es obligatoria sea cual sea la convocatoria a la que se presenten.

Para aprobar se deberá obtener un mínimo del 40% en cada parte y sumar en total, como mínimo, 5 puntos.

2. Convocatoria extraordinaria

En esta convocatoria la evaluación será como en la convocatoria ordinaria. Será necesario haber superado las prácticas durante el curso académico.

3. Compromiso ético

Se espera que el alumnado presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, u otros) en cualquiera de los trabajos/pruebas realizadas, la calificación final de la materia será de SUSPENSO (0) y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Ignacio López Moranchel, Patricia Irene Maurelos Castell, **Fundamentos físicos y equipos**, 3ª edición, Editorial Síntesis, 2019

Stewart C. Bushong, **Manual de radiología para técnicos**, 978-84-1382-147-4, 12, Elsevier, 2022

Araceli Hernández Vitoria, María Cruz Lizuain Arroyo, Cristina Picón Olmos, **Fundamentos de Física Médica. Volumen 3: Radioterapia externa I. Bases físicas, equipos, determinación de la dosis absorbida y programa de garantía de calidad**, Aula Documental de Investigación (A.D.I.), 2012

Carlos Vallejo Carrascal, **Técnicas de imagen en medicina nuclear**, Editorial Síntesis, 2019

C. Álvarez, C. Escalada, P. Fernández, N. Ferrer, L. Carlos Martínez, M.C. Paredes, **Fundamentos de Física Médica. Volumen 7: Protección radiológica hospitalaria**, Aula Documental de Investigación (A.D.I.), 2016

Ignacio López Moranchel, **Protección radiológica**, 2ª, Editorial Síntesis, 2019

Ángel Alberich-Bayarri, Gracián García Martí, Eduardo Guibelalde del Castillo, Roberto Sanz Requena, **Fundamentos de Física Médica. Volumen 10: Radiaciones no ionizantes II. Resonancia magnética. Bases físicas, equipos y control de calidad.**, Aula Documental de Investigación (A.D.I.), 2018

Donald W. McRobbie y otros, **MRI from Picture to Proton**, 3ª, Cambridge University Press, 2017

Paul Suetens, **Fundamentals of medical imaging**, 978-1-107-15978-5, Third edition, Cambridge University Press, 2017

Bibliografía Complementaria

Sears, Zemansky, Young, Freedman, **Física Universitaria, Vol 2**, 978-607-32-4440-4, 14va Edición, Pearson, 2018

J.M Fernández-Varea, A. Brosed, A.M. González Leitón, A. Gracia Ezpeleta, **Fundamentos de Física Médica. Volumen 1: Medida de la radiación.**, Aula Documental de Investigación (A.D.I.), 2011

X. Pifarré, M. A. Rivas, J. Valverde, P. Ruiz, J. Molero, M.F. Rodríguez, **Fundamentos de Física Médica. Volumen 2: Radiodiagnóstico: bases físicas, equipos y control de calidad.**, Aula Documental de Investigación (A.D.I.), 2012

Patricia Irene Maurelos Castell, Ignacio López Moranchel, **Técnicas de radiología simple**, 2ª, Editorial Síntesis, 2020

Juan Montero Reyes, María Carmen Prieto, Daniela de Araujo, **Técnicas de radiología especial**, Editorial Síntesis, 2017

- J.M. Delgado Rodríguez, A. García Romero, F. García Vicente, E. Millán Cebrián, **Fundamentos de Física Médica. Volumen 4: Radioterapia externa II. Dosimetría clínica, algoritmos de cálculo, sistemas de planificación y control de calidad.**, Aula Documental de Investigación (A.D.I), 2013
-
- F. Ballester, A. Brosed, V. Carmona, V. Crispín, et al, **Fundamentos de Física Médica. Volumen 5: Braquiterapia: bases físicas, equipos y control de calidad**, Aula Documental de Investigación (A.D.I), 2014
-
- R. Barquero, N. Ferrer, J.M. Martí, J. Pavía, R. Puchal, X. Setoain, **Fundamentos de Física Médica. Volumen 6: Medicina nuclear: bases físicas, equipos y control de calidad**, Aula Documental de Investigación (A.D.I), 2014
-
- Robert W. Brown y otros, **Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design**, 2ª, John Wiley & Sons, Inc., 2014
-
- Vicente Juan Magías Moreno, **Técnicas de imagen por resonancia magnética**, Editorial Síntesis, 2017
-
- Julia Vallés Pascual, **Técnicas de radiofarmacia**, Editorial Síntesis, 2019
-
- Harold Elford Johns, John Robert Cunningham, **The Physics of Radiology**, 4ª, Charles C Thomas, 1983
-
- Álvaro Ruibal Morell, **La biología en la medicina nuclear e imagen molecular oncológica**, 2020
-
- CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA de 5 de diciembre de 2013, **DIRECTIVA 2013/59/EURATOM**, Diario Oficial de la Unión Europea, 2013
-
- Centro de documentación: Normativa, **Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)**,
-
- González; Woods; Eddins, **Digital Image Processing using MATLAB**, 978-0-9820854-1-7, Third edition, Gatesmark Publishing, 2020
-

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Análisis biomecánico de actividades y funciones humanas				
Asignatura	Análisis biomecánico de actividades y funciones humanas			
Código	V04M192V01105			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	4.5	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	López Campos, José Ángel			
Profesorado	López Campos, José Ángel			
Correo-e	joseangellopezcampos@uvigo.es			
Web				
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
A5	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.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
C5	Capacidad para desarrollar modelos biomecánicos del sistema musculoesquelético basados en la antropometría del cuerpo humano y las leyes mecánicas del movimiento.

Resultados previstos en la materia	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los principios del análisis biomecánico de actividades y funciones humanas	B3 C5
Aplicar conocimientos de los principios del análisis biomecánico de actividades y funciones humanas en el diseño dentro del campo de la ingeniería biomédica	A5 B3 C5

Contenidos	
Tema	
1.- Aspectos técnicos del análisis de la activación muscular mediante técnicas de electromiografía.	1.1. - Obtención de señal en crudo. Protocolos para la captura de datos. 1.2. - Procesamiento de señal. Filtros, suavizado y normalización. 1.3. - Implementación de herramientas para el procesamiento de señal.
2.- Captura de movimiento mediante dispositivos ópticos.	2.1. - Sistemas de captura de movimiento con cámaras y marcadores. 2.2. - Calibración de sistemas ópticos. 2.3. - Captura, tratamiento y exportación de datos.
3.- Simulación computacional de sistemas biomecánicos.	3.1. - Modelos de multicuerpo para la simulación de sistemas biomecánicos. 3.2. - Escalado y cinemática inversa. Análisis de la cinemática articular. 3.3. - Dinámica de sistemas biomecánicos, control muscular y dinámica inversa. Sistemas de asistencia al movimiento.

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales

Lección magistral	15	0	15
Prácticum, Practicas externas y clínicas	18	0	18
Resolución de problemas de forma autónoma	0	50	50
Trabajo tutelado	0	26.5	26.5
Presentación	2	0	2
Observacion sistemática	32	0	32
Proyecto	0	26.5	26.5
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	30	30

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Sesiones en las que el profesor expone los nuevos conceptos teóricos a los alumnos, acompañados de breves ejemplos prácticos.
Prácticum, Practicas externas y clínicas	Sesiones en las que, los conceptos teóricos desarrollados durante la lección magistral son llevados a la práctica por el alumno con el apoyo del docente. El alumno recibirá además formación acerca de las herramientas y métodos aplicados en la resolución de problemas prácticos.
Resolución de problemas de forma autónoma	Se plantearán en base a los conceptos teóricos y las sesiones prácticas, una serie de problemas para que el alumno pueda aplicar las herramientas y conocimientos adquiridos en la resolución de problemas.
Trabajo tutelado	Realización de un trabajo extenso en el que el alumno aplicará todas las herramientas desarrolladas en la materia para llevar a cabo un estudio con alcance a la totalidad de la asignatura.
Presentación	

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Trabajo tutelado	Se pondrán a disposición del alumno, sesiones personalizadas con el profesor para resolver las dudas que puedan surgir durante la resolución de problemas.
Pruebas	Descripción
Proyecto	Se pondrán a disposición del alumno, sesiones personalizadas con el profesor orientadas a guiar al alumno en la realización del trabajo y para recordar y aplicar conceptos teóricos en el proyecto desarrollado.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Presentación	Presentación, discusión y defensa de los resultados obtenidos.	10	A5	B3	C5
Observacion sistemática	Se evaluará la actitud del alumno en las lecciones teóricas y prácticas en lo relativo a participación, asistencia y trabajo autónomo.	20	A5	B3	
Proyecto	Se evaluará el proyecto entregado por el alumno.	40	A5	B3	C5
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Se realizará una evaluación continua en base a la capacidad de resolución de los problemas propuestos durante las sesiones de prácticas.	30	A5	B3	C5

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Biomechanics of the musculo-skeletal system, 2º, John Wiley and Sons, 1999

Bibliografía Complementaria

H. Moore, **MATLAB for Engineers**, 4º, Financial Times Prentice Hall, 2014

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Biomateriales avanzados e ingeniería tisular				
Asignatura	Biomateriales avanzados e ingeniería tisular			
Código	V04M192V01106			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Dpto. Externo Física aplicada			
Coordinador/a	González Fernández, Pio Manuel Serra Rodríguez, Julia Asunción			
Profesorado	Chiussi , Stefano González Fernández, Pio Manuel López Álvarez, Miriam Serra Rodríguez, Julia Asunción			
Correo-e	pglez@uvigo.es jserra@uvigo.es			
Web				
Descripción general				

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
A4	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.
B1	Capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos y procesos en los distintos ámbitos de la ingeniería biomédica, por medio de técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
B4	Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería biomédica.
B5	Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
C6	Conocimiento de ingeniería tisular y capacidad para el análisis, manejo y diseño de biomateriales con propiedades avanzadas y respuesta a estímulos.
D1	Capacidad para comprender el significado y aplicación de la perspectiva de género en los distintos ámbitos de conocimiento y en la práctica profesional con el objetivo de alcanzar una sociedad más justa e igualitaria.
D3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos.

Resultados previstos en la materia	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los principios básicos de biomateriales con propiedades avanzadas y respuesta a estímulos y de la ingeniería tisular.	B3 C6 D1 D3
Aplicar conocimientos de la teoría de biomateriales con propiedades avanzadas y respuesta a estímulos y de la ingeniería tisular.	A4 B1 B4 B5 C6 D1 D3

Contenidos
Tema

1.- Introducción a los biomateriales avanzados y la ingeniería tisular	1.1. Conceptos básicos sobre los biomateriales avanzados 1.2. Conceptos básicos de la ingeniería de tejidos
2.- Diseño de biomateriales avanzados	2.1. Características básicas y ejemplos de biomateriales bioinspirados 2.2. Herramientas básicas del diseño 3D 2.3. Scaffolds para ingeniería de tejidos 2.4. Biomateriales con propiedades osteoconductoras y osteoinductoras 2.5. Biomateriales con propiedades bactericidas 2.6. Biomateriales con propiedades antitumorales
3.- Biomateriales inteligentes	3.1. Características básicas y ejemplos de biosensores 3.2. Dispositivos biomédicos calentables mediante fototermia inducida por láser 3.3. Dispositivos biomédicos calentables mediante inducción electromagnética 3.4. Impresión 4D: biomateriales 3D que se transforman y cambian de forma a lo largo del tiempo con la temperatura, humedad o presión.
4.- Fabricación, caracterización y esterilización de biomateriales avanzados	4.1. Técnicas para la fabricación de biomateriales avanzados 4.2. Técnicas para la caracterización de biomateriales avanzados 4.3. Técnicas para la esterilización de biomateriales
5.- Evaluación biológica de dispositivos biomédicos	5.1. Naturaleza del sustrato/soporte del cultivo 5.2. Condiciones físico-químicas y fisiológicas del medio nutritivo 5.3. Condiciones de incubación: fase gaseosa, humedad y temperatura 5.4. Ventajas e inconvenientes del cultivo celular
6.- Case reports	6.1. Estudio de casos en el ámbito del Aparato locomotor 6.2. Estudio de casos en el ámbito de la Odontología 6.3. Estudio de casos en el ámbito de la Otorrinolaringología 6.4. Estudio de casos en el ámbito de la Ingeniería de tejidos
7.- Experiencias prácticas	7.1. Diseño y fabricación de biomateriales avanzados 7.2. Diseño y fabricación 3D para ingeniería de tejidos 7.3. Ensayos de hipertermia 7.4. Análisis de biomateriales avanzados 7.5. Fabricación en Sala Blanca 7.6. Ensayo de citotoxicidad

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	25	35
Presentación	10	21	31
Estudio de casos	4	5	9
Metodologías basadas en investigación	4	5	9
Prácticas de laboratorio	16	30	46
Examen de preguntas de desarrollo	1	0	1
Presentación	1	0	1
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	1	16	17
Observación sistemática	1	0	1

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del docente de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio que el/la estudiante tiene que desarrollar
Presentación	Exposición por parte del alumnado ante el docente y/o un grupo de estudiantes de un tema sobre contenidos de la materia o de los resultados de un trabajo, ejercicio, proyecto... Se puede llevar a cabo de manera individual o en grupo.
Estudio de casos	Análisis de casos concretos sobre la materia objeto de estudio. Los resultados de la búsqueda y análisis de la información serán expuestos ante el docente y grupo de estudiantes.
Metodologías basadas en investigación	Actividades que se desarrollan en las prácticas de laboratorio y la elaboración de informes en base a los resultados de la investigación científica realizada.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios especiales con equipamiento especializado (laboratorios, aulas informáticas, etc).

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
--------------	-------------

Presentación	Resolución de dudas y ayuda personalizada en horario de tutorías
Metodologías basadas en investigación	Seguimiento personalizado del trabajo experimental
Prácticas de laboratorio	Seguimiento personalizado del trabajo experimental

Evaluación				
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Examen de preguntas de desarrollo	Pruebas que incluyen preguntas abiertas sobre los temas desarrollados, así como preguntas de respuesta corta.	30	B1 B3 B4	C6
Presentación	Exposición por parte del alumnado ante el/la docente y/o un grupo de estudiantes de un tema sobre contenidos de la materia o de los resultados de un trabajo, ejercicio, proyecto... Se puede llevar a cabo de manera individual o en grupo.	30	A4 B3 B4	C6
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Elaboración de un informe por parte del alumnado en el que se reflejen las características del trabajo realizado. Los estudiantes deben describir las tareas y procedimientos desarrollados, mostrar los resultados obtenidos u observaciones realizadas, así como el análisis y el tratamiento de los datos.	30	A4 B1 B3 B4 B5	C6
Observación sistemática	Percepción atenta, racional, planificada y sistemática para describir y registrar las manifestaciones del comportamiento del alumnado.	10	A4 B4	D1 D3

Otros comentarios sobre la Evaluación

La materia se supera al obtener una cualificación igual o superior a 5 puntos (sobre 10 puntos), obtenida de la siguiente forma:

a) Evaluación continua, realización de prácticas de laboratorio (30%) y presentaciones orales (30%), de carácter obligatorio con asistencia mínima de 80%; b) Evaluación global, realización de prueba de respuesta corta (30%) y observación sistemática (10%); c) Segunda oportunidad, so será preciso realizar las reevaluaciones de las metodologías/pruebas consideradas no aptas.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

R. Ian Freshney, **Culture of Animal Cells: A Manual of Basic Technique and Specialized Applications**, 7th, Wiley Blackwell, 2016

William R. Wagner, Shelly E. Sakiyama-Elbert, Guigen Zhang, Michael J. Yaszemski, **Biomaterials science : an introduction to materials in medicine**, 4, Elsevier, 2020

Clemens A. van Blitterswijk, Jan de Boer, **Tissue engineering**, 2, Academic Press, 2015

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Otros comentarios

MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS

=== ADAPTACIÓN DE Las METODOLOGÍAS ===

* Metodologías docentes que se modifican

*Teledocencia

Se utilizarán las herramientas de Campus Remoto en modo síncrono para la exposición de contenidos, fundamentos, bases teóricas, directrices generales para realización de actividades y casos prácticos. Todo el material didáctico y recursos estarán disponibles en la plataforma Faitic.

* Mecanismo no presencial de atención al alumnado (tutorías)

Atención personalizada. Comunicación via e-mail u otra herramienta telemática necesaria. Tutoría en Despacho virtual (Campus Remoto).

=== ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN ===

Se realizarán pruebas on-line (Campus Remoto y Faitic) de exposición de temas, envío de trabajos y cuestionario de respuesta múltiple.

Se mantienen las ponderaciones señaladas en la guía docente de la materia.

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Señales biomédicas				
Asignatura	Señales biomédicas			
Código	V04M192V01201			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	4.5	OB	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Teoría de la señal y comunicaciones			
Coordinador/a	Torres Guijarro, María Soledad			
Profesorado	Torres Guijarro, María Soledad			
Correo-e	soledadtorres@uvigo.es			
Web				
Descripción general	En esta asignatura aprenderemos a procesar señales biomédicas, extraer sus características y clasificarlas automáticamente empleando técnicas de machine learning. La metodología de aprendizaje es de "hands-on" utilizando Matlab desde el primer día. El alumnado debe traer su portátil a todas las sesiones de aula.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A3	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 juicios.
A5	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.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
B6	Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
C11	Capacidad para analizar e interpretar las señales y las imágenes del ámbito de la biomedicina.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer las técnicas de procesado de señales, y aplicarlas a señales biomédicas.	A3 A5 B3 B6 C11
Conocer las técnicas de extracción de características y reducción de dimensión de señales, y aplicarlas a señales biomédicas.	A3 A5 B3 B6 C11
Conocer los métodos de clasificación automáticos, y aplicarlos a señales biomédicas.	A3 A5 B3 B6 C11

Contenidos

Tema	
Técnicas de procesado de señales biomédicas	Introducción al análisis espectral. Densidad espectral de potencia. Métodos paramétricos basados en modelos. Métodos basados en subespacios para análisis espectral. Análisis tiempo-frecuencia
Extracción de características y reducción de dimensión	Métodos de extracción de características. Métodos de reducción de dimensión/selección de características.
Métodos de clasificación de señales biomédicas	Métricas de evaluación de rendimiento. Análisis discriminante lineal. K-Nearest Neighbor. Redes neuronales artificiales. Support Vector Machines.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	26	23	49
Resolución de problemas	7.5	15	22.5
Trabajo tutelado	2	27	29
Examen de preguntas de desarrollo	1	0	1
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	0	1
Trabajo	0	10	10

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos de la materia, fomentando la discusión crítica de los conceptos. Se sientan las bases teóricas de algoritmos y procedimientos usados para resolver problemas. Con esta metodología se trabajan las competencias CB3, CB5, CG3, CG6 y CE11
Resolución de problemas	Los contenidos teóricos se complementan con la resolución de problemas utilizando el programa Matlab. Con esta metodología se trabajan las competencias CB3, CB5, CG3, CG6 y CE11, individualmente.
Trabajo tutelado	El alumnado aplica los contenidos a un caso concreto con señales reales, consultando bibliografía y utilizando el programa Matlab. Con esta metodología se trabajan las competencias CB3, CB5, CG3, CG6 y CE11, por parejas.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se podrán solucionar dudas en los descansos de las clases y en las tutorías del profesorado. Estas tutorías se realizarán individualmente o en grupos reducidos (con un máximo de 2-3 estudiantes) previa cita con el profesorado. La cita se solicita en persona o por correo electrónico.
Resolución de problemas	En las clases de problemas es un buen momento para poder consultar dudas. El profesorado se mueve entre las mesas y el alumnado aprovecha para consultar dudas de la propia clase o dudas puntuales de otras clases.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Examen de preguntas de desarrollo	Pruebas escritas de evaluación, con problemas a resolver en Matlab	40	A3 A5	B3 B6	C11
Resolución de problemas y/o ejercicios	Entrega de problemas resueltos individualmente en Matlab	20	A3 A5	B3 B6	C11
Trabajo	Valoración del código y los informes escritos que describen el trabajo tutelado	40	A3 A5	B3 B6	C11

Otros comentarios sobre la Evaluación

EVALUACIÓN CONTINUA

En evaluación continua, se realizarán dos pruebas escritas de evaluación, una a mitad y otra al final del cuatrimestre.

Para aprobar la asignatura, es necesario obtener una puntuación mayor o igual a 4 sobre 10 en cada una de las actividades evaluables (dos pruebas escritas, problemas y trabajo tutelado).

EVALUACIÓN GLOBAL

Se realizará una prueba escrita en la fecha oficial de final de cuatrimestre, y se entregarán en esa misma fecha los problemas y el trabajo tutelado. Para aprobar la asignatura, es necesario obtener una puntuación mayor o igual a 4 sobre 10 en cada una de las actividades evaluables.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

John L. Semmlow, Benjamin Griffel, **Biosignal and medical image processing**, 978-1-4665-6738-8, 3, CRC Press, 2014
Londa Schiebinger, **Integrating Sex, Gender, and Intersectional Analysis into Bioengineering**, Elsevier, 2022

Bibliografía Complementaria

Abdulhamit Subasi, **Practical Guide for Biomedical Signals Analysis Using Machine Learning Techniques - A MATLAB based approach**, 1, Academic Press, 2019

Rangaraj M. Rangayyan, **Biomedical signal analysis. A case-study approach**, 1, Wiley-IEEE Press, 2002

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Análisis cronobiológico de señales biomédicas/V04M192V01306

Bioinstrumentación. Sistemas de monitorización/V04M192V01305

Tecnologías de imagen médica/V04M192V01301

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Estadística avanzada para la ingeniería biomédica/V04M192V01101

Métodos matemáticos aplicados a la ingeniería biomédica/V04M192V01102

DATOS IDENTIFICATIVOS**Control y regulación de las funciones corporales**

Asignatura	Control y regulación de las funciones corporales			
Código	V04M192V01202			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	4.5	OB	1	2c
Lengua				
Impartición				
Departamento	Ingeniería de sistemas y automática			
Coordinador/a	Delgado Romero, M ^a Emma			
Profesorado	Barreiro Blas, Antonio Delgado Romero, M ^a Emma			
Correo-e	emmad@uvigo.es			
Web				
Descripción general	La asignatura centra su contenido en el análisis y desarrollo de técnicas de control automático clásico y avanzado aplicables en la regulación de las denominadas grandes funciones corporales.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A5	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.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
C8	Conocimiento y capacidad para conocer métodos de control y regulación y para aplicar técnicas avanzadas de análisis dinámico.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los sistemas de control en biomedicina: Análisis y diseño en el dominio temporal y de frecuencia.	B3 C8
Aplicar métodos de control y estimación de estados.	A5 C8
Conocer y aplicar técnicas avanzadas de análisis dinámico y control.	A5 B3 C8

Contenidos

Tema	
Tema 1. Sistemas de control y regulación de funciones corporales	Introducción, conceptos, objetivos y aplicaciones. Repaso de modelado de sistemas lineales en tiempo continuo y discreto. Concepto de estabilidad, transitorio y permanente. Diagrama y herramientas computacionales para análisis y diseño temporal.
Tema 2. Análisis y diseño en frecuencia	Función de respuesta en frecuencia. Criterio de estabilidad. Estabilidad relativa. Diagramas y herramientas computacionales para análisis y diseño en frecuencia.
Tema 3. Modelado, análisis y diseño en variables de estado	Controlabilidad y observabilidad. Realimentación de estados. Asignación de polos. Diseño de observadores asintóticos. Principio de separación.
Tema 4. Regulador LQR y Filtro de Kalman	Control óptimo: regulador lineal cuadrático (LQR) y estimación óptima Filtro de Kalman.
Tema 5. Técnicas avanzadas de análisis dinámico y control	Aplicaciones en sistemas fisiológicos.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	24	40	64
Prácticas de laboratorio	12	32.5	44.5

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías	
	Descripción
Lección magistral	Clases de teoría con apoyo de medios audiovisuales: cañón, computador portátil y conexión a Internet
Prácticas de laboratorio	Se realizarán seis sesiones de laboratorio de dos horas cada una, donde el alumno pondrá en práctica y simulará las técnicas y aplicaciones desarrolladas en las clases de teoría. En general, el alumno desarrollará un trabajo previo a cada sesión, el trabajo de laboratorio y una breve memoria de resultados, según se indique en cada caso.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Lección magistral	Atención personalizada durante las sesiones del aula y en horario de tutorías para atender las dudas y consultas al material didáctico propuesto en la materia y su aplicación a casos prácticos.
Prácticas de laboratorio	Atención personalizada durante las sesiones del laboratorio y en horario de tutorías para atender las dudas relacionadas con las prácticas a desarrollar.
Pruebas	Descripción
Examen de preguntas de desarrollo	Atención personalizada durante la realización de las pruebas para atender las dudas en la interpretación de los enunciados.

Evaluación				
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Prácticas de laboratorio	Evaluación continua de la materia. La nota final es la media de las obtenidas en las sesiones a realizar. Corresponderá al 20% de la nota de la asignatura.	20	A5	B3 C8
Examen de preguntas de desarrollo	(1) Evaluación continua de la materia. Pruebas de respuesta larga y/o desarrollo, y/o resolución de problemas/ejercicios en cada uno de los temas de teoría y prácticas de laboratorio. Corresponderá al 40% de la nota final de la asignatura. (2) Examen/trabajo. Prueba de respuesta larga y/o desarrollo, y/o resolución de problemas/ejercicios. Corresponderá al 40% de la nota final de la asignatura.	80		B3 C8

Otros comentarios sobre la Evaluación

Para superar la materia el alumno debe obtener por lo menos 5 puntos sobre 10 en la nota total en cualquier convocatoria.

Compromiso Ético:

Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En caso de detectar un comportamiento no ético (por ejemplo: copia, plagio, uso de aparatos electrónicos no autorizados), se considerará que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso, la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0.0).

No se permitirá el uso de ningún dispositivo electrónico durante las pruebas de evaluación, salvo autorización expresa. El hecho de introducir un dispositivo electrónico no autorizado en el aula de examen será considerado motivo de no superación de la materia en el presente curso académico, y la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0.0).

Fuentes de información

Bibliografía Básica

L.Moreno, S.Garrido, C.Balaguer,, **Ingeniería de Control**, Ariel, 2003

J. Fernández de Cañete, C.Galindo, J. Barbancho, A. Luque, **Automatic control systems in biomedical engineering**, Springer, 2018

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Modelado y simulación sistemas biomédicos/V04M192V01103

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Simulación de biofluidos en ingeniería biomédica				
Asignatura	Simulación de biofluidos en ingeniería biomédica			
Código	V04M192V01203			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimstre
	4.5	OB	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	Vence Fernández, Jesús			
Profesorado	Vence Fernández, Jesús			
Correo-e	jvence@uvigo.es			
Web				
Descripción	Aplicación de métodos numéricos para la resolución de problemas aplicados a la dinámica de biofluidos general			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
A1	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.
A4	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.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
B4	Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería biomédica.
B5	Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
C9	Conocimiento de la fundamentación biofísica, el análisis teórico y modelización de los aspectos mecánicos de los fluidos biológicos.

Resultados previstos en la materia	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los principios del análisis de biofluidos en ingeniería biomédica.	A1 B3 B5 C9
Aplicar conocimientos de análisis de biofluidos en ingeniería biomédica	A4 B3 B4 B5 C9
Conocer los fundamentos de la simulación fluidodinámica de los biofluidos	A1 B3 C9

Contenidos	
Tema	
1. Introducción a los biofluidos, propiedades y fundamentos	Características, ecuaciones y modelos empleados para la resolución de problemas de biofluidodinámica
2. Herramientas computacionales para procesamiento de imágenes médicas	Visualización y tratamiento de imágenes médicas. Extracción de modelos geométricos. Preparación de dominios de simulación
3. Macrocirculación. Simulaciones hemodinámicas.	Ecuaciones y modelos. Simulación de flujo sanguíneo en aneurismas. Factores de influencia. Interpretación de resultados
4. Simulaciones de vías aéreas. Microcirculación.	Estudio de flujos aéreos en sistema respiratorio. Simulación de dispersión de aerosoles en tracto respiratorio

5. Interacción fluido-estructura. Transporte másico.	Simulación de sistemas con deformación geométrica mediante acoplamiento del comportamiento fluido-estructura en aplicaciones del ámbito de los biofluidos
6. Modelado de dispositivos médicos	Introducción al análisis de flujos de fluidos en maquinaria y dispositivos de aplicaciones sanitarias

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	16.7	33.3	50
Prácticas con apoyo de las TIC	13.3	26.7	40
Resolución de problemas	4.5	9	13.5
Examen de preguntas objetivas	3	0	3

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Introducción y descripción de los diferentes conceptos y técnicas relacionadas con la asignatura
Prácticas con apoyo de las TIC	Resolución de problemas de biofluidos mediante el uso de software de simulación numérica
Resolución de problemas	Puesta en práctica de los conocimientos adquiridos en la asignatura mediante su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería biomédica

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se realizarán sesiones de grupo o individuales en horario de tutorías, que servirán para reforzar conocimientos adquiridos y para tutelar trabajos propuestos
Prácticas con apoyo de las TIC	Se realizarán sesiones de grupo o individuales en horario de tutorías, que servirán para reforzar conocimientos adquiridos y para tutelar trabajos propuestos
Resolución de problemas	Se realizarán sesiones de grupo o individuales en horario de tutorías, que servirán para reforzar conocimientos adquiridos y para tutelar trabajos propuestos

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Prácticas con apoyo de las TIC	Se evaluará la calidad de las soluciones aportadas en los informes de las actividades propuestas.	35	A4	B4 C9
Resolución de problemas	Se evaluará la calidad de las soluciones recogidas en los informes de las actividades y/o proyectos propuestos.	35	A4	B4 C9
Examen de preguntas objetivas	Se evaluará en un examen final/parciales los conceptos impartidos en las sesiones de aula y laboratorio	30		B4 C9 B5

Otros comentarios sobre la Evaluación

La evaluación de la materia se divide en los siguientes apartados:

- Examen de preguntas objetivas: 30% del total de la materia.
- Prácticas con apoyo de las TIC (entregas de informes de prácticas y otras tareas propuestas por el profesorado): 35% del total de la materia.
- Resolución de problemas (entregas de informes o trabajos sobre supuestos propuestos por el profesorado): 35% del total de la materia.

Para superar la materia el alumnado deberá obtener en cada uno de los apartados de evaluación por lo menos una puntuación del 20%.

Por defecto, la evaluación será en la modalidad de Evaluación Continua para todo el alumnado. Podrá renunciar a esta modalidad de evaluación todo aquel que lo desee y lo solicite en el tiempo y forma especificados por la Escuela.

Para el alumnado que curse la materia en la modalidad de Evaluación Continua y no apruebe la materia en la convocatoria de Primera Oportunidad (mayo), para aprobar la materia en la convocatoria de Segunda Oportunidad (julio) los/las docentes de la materia le indicarán las entregas o trabajos que tendrá que realizar para poder ser evaluado/la en esa convocatoria.

El alumnado que renuncie a la modalidad de Evaluación Continua será evaluado con el 100% de la puntuación de la materia en una única prueba. En cuyo caso, el/el alumno/a deberá notificárselo a los/as docentes de la materia con la antelación suficiente, los/las cuáles le indicarán la metodología para la evaluación.

Compromiso Ético:

Se espera que el alumnado presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, empleo de aparatos electrónicos no autorizados y otros) se considerará que el/el alumno/a no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación global en el actual curso académico será de suspenso (0.0).

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Jiri Blazek, **Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications**, Elsevier, 2015

T. Kajishima, K. Taira, **Computational fluid dynamics: Incompressible turbulent flows**, Springer, 2017

Bibliografía Complementaria

Anderson et al., **Computational fluid dynamics: An introduction**, Springer, 2009

Jesús Manuel Fernández Oro, **Técnicas numéricas en ingeniería de fluidos**, Reverté, 2012

García Navarro et al., **Introducción a la mecánica de fluidos computacional**, Universidad de Zaragoza, 2021

Y. A. Çengel and J. M. Cimbala, **Mecánica de fluidos: Fundamentos y aplicaciones**, McGraw-Hill, 2006

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Bioelectroquímica				
Asignatura	Bioelectroquímica			
Código	V04M192V01204			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OB	1	2c
Lengua Impartición	Gallego			
Departamento	Ingeniería química			
Coordinador/a	Nóvoa Rodríguez, Ramón			
Profesorado	Nóvoa Rodríguez, Ramón			
Correo-e	rnovoa@uvigo.gal			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descripción general	En esta asignatura se pretende introducir al estudiantado en la disciplina de Electroquímica, sus fundamentos y sus aplicaciones, con especial énfasis en las aplicaciones biotecnológicas.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A5	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.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
C10	Conocimiento y capacidad para la aplicación de los principios de la electroquímica en el ámbito biomédico.
D3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Aplicar los conocimientos sobre bioelectroquímica en el ámbito de la ingeniería biomédica	A5 B3 C10 D3

Contenidos

Tema	
1. Introducción.	Naturaleza y aplicaciones de la electroquímica. Electrólitos en los seres vivos.
2. Celdas electroquímicas.	Propiedades. Potencial de electrodo. Electrodos de referencia.
3. Interfases.	Modelos de doble capa. Fenómenos electrocinéticos
4. Cinética y transporte en reacciones de electrodo.	Ecuación de Butler-Volmer. Leyes de Fick
5. Técnicas experimentales.	Potenciometría. Amperometría. Voltametría. Impedancia. Electroforesis.
6. Sensores electroquímicos y bioelectroquímicos.	Sensores potenciométricos Sensores amperométricos Sensores impedimétricos Macroelectrodos Microelectrodos Miniaturización (lab-on-chip).
7. Biocompatibilidad y corrosión.	Fundamentos de corrosión Corrosión en sensores e implantes

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
--	----------------	----------------------	---------------

Lección magistral	15	30	45
Prácticas de laboratorio	6	9	15
Resolución de problemas	3	4.5	7.5
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0.5	4	4.5
Examen de preguntas de desarrollo	3	0	3

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición de los contenidos de la materia con apoyo audiovisual.
Prácticas de laboratorio	Las prácticas contarán con asistencia individualizada al alumnado
Resolución de problemas	La resolución de ejercicios contará con asistencia individualizada al alumnado

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	En la exposición de contenidos se intercalarán aspectos prácticos con ejercicios de ejemplo.
Prácticas de laboratorio	Se realizarán ejercicios y prácticas sincronizadas con la docencia teórica
Resolución de problemas	Los ejercicios, con asistencia individualizada, permitirán fijar los conceptos teóricos.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Lección magistral	Examen clásico de teoría y ejercicios	40	B3	C10		
Prácticas de laboratorio	Se valora el desarrollo en el laboratorio, la preparación previa de la práctica y el informe final	30	A5			D3
Resolución de problemas	Se valora el trabajo autónomo y la memoria presentada.	30	A5	B3	C10	D3

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

R. Navanietha Krishnaraj, Rajesh K. Sani, **Bioelectrochemical Interface Engineering**, 978-1-119-53842-4, Wiley, 2019

C. M. A. BRETT, **ELECTROCHEMISTRY**, 0 19 855388 9, Oxford University Press, 1993

Bibliografía Complementaria

P. N. Bartlett, **Bioelectrochemistry**, 978-0-470-84364-2, Wiley, 2008

Recomendaciones

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Ingeniería de superficies para aplicaciones biomédicas				
Asignatura	Ingeniería de superficies para aplicaciones biomédicas			
Código	V04M192V01205			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	4.5	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Ingeniería de los materiales, mecánica aplicada y construcción			
Coordinador/a	Cristóbal Ortega, María Julia			
Profesorado	Cristóbal Ortega, María Julia			
Correo-e	mortega@uvigo.es			
Web				
Descripción general	El objetivo de esta asignatura es conocer los principios de la ingeniería de superficies para aplicaciones biomédicas.			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
A1	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.
A3	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 juicios.
A4	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.
B4	Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería biomédica.
B6	Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

Resultados previstos en la materia	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los principios de la ingeniería de superficies para aplicaciones biomédicas	A1
Conocimiento avanzado de las diversas técnicas que posibilitan la modificación de la superficie de los distintos biomateriales para lograr un adecuado control sobre su comportamiento	A1
Aplicar los conocimientos sobre ingeniería de superficies para aplicaciones biomédicas	A3 A4 B4 B6
Revisar las principales técnicas empleadas en la actualidad para caracterizar dichas superficies desde el punto de vista químico, y microestructural que permiten obtener información de la modificación realizada y analizar su efecto en el comportamiento del biomaterial	A1 A3 B6

Contenidos	
Tema	
1. Introducción a la Ingeniería de Superficies para aplicaciones biomédicas	1.1 Importancia de la superficie: propiedades superficiales 1.2 Tipos de biomateriales: Interacción de con el medio biológico 1.3 Concepto de Ingeniería de Superficies

2.- Técnicas avanzadas de modificación superficial

- 2.1 Métodos de texturización
- 2.2 Métodos físico y químicos de funcionalización de superficies
- 2.3 Implantación iónica
- 2.4 Oxidación electrolítica
- 2.5 Proyección térmica
- 2.6 PVD y CVD
- 2.7 Técnicas electroquímicas y electroforéticas
- 2.8 Recubrimientos por Sol-gel

3.- Técnicas de caracterización de la superficie

- 3.1 SEM/EDS
- 3.2 TEM/EBSD/FIB
- 3.3 SIMS
- 3.4 AFM
- 3.5 XRD
- 3.6 Técnicas de análisis térmico (TG, DSC y ATD)
- 3.7 Medidas de ángulo de contacto

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	20	35.5	55.5
Resolución de problemas de forma autónoma	0	6	6
Prácticas de laboratorio	9	9	18
Trabajo tutelado	2	20	22
Seminario	3	5	8
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	0	2
Práctica de laboratorio	1	0	1

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio que el/la estudiante tiene que desarrollar
Resolución de problemas de forma autónoma	Actividad en la que se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumno/a debe desarrollar el análisis y resolución de los problemas y/o ejercicios de forma autónoma.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios especiales con equipamiento especializado (laboratorios, aulas informáticas, etc).
Trabajo tutelado	El/La estudiante, de manera individual o en grupo, elabora un documento sobre la temática de la materia o prepara seminarios, investigaciones, memorias, ensayos, resúmenes de lecturas, conferencias, etc. El trabajo es presentado al final del cuatrimestre delante del resto de alumnos.
Seminario	Actividad enfocada al trabajo sobre un tema específico, que permite ahondar o complementar los contenidos de la materia. Se pueden emplear como complemento de las clases teóricas.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Trabajo tutelado	El profesor, en el horario de tutorías, resolverá las dudas que pueda tener el alumno.
Lección magistral	El profesor, durante el desarrollo de las clases teóricas, resolverá las dudas que pueda tener el alumno.
Seminario	El profesor, durante la impartición del seminario, resolverá las dudas que pueda tener el alumno.
Prácticas de laboratorio	El profesor, durante el desarrollo de las clases prácticas de laboratorio, resolverá las dudas que pueda tener el alumno.

Evaluación

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje

Trabajo tutelado	El alumno realizará de manera individualizada dos trabajos tutelados a lo largo del curso. Uno relacionado con las Técnicas de Caracterización Superficial, y otro relacionado con las Técnicas de Modificación Superficial. Ambos trabajos se evaluarán por los informes presentados, y la exposición en clase del trabajo realizado. Cada uno de los trabajos representa el 35% de la nota global de la materia.	70	A1 A3 A4	B4 B6
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se realizará mediante una prueba escrita en la que se formulen problemas y/o ejercicios relacionados con los contenidos de la materia	10	A1 A3 A4	B4 B6
Práctica de laboratorio	Se evaluará según los criterios de asistencia, grado de participación e informes de desarrollo de prácticas o de visitas a empresas (individuales o por grupos)	20	A1 A3 A4	B4 B6

Otros comentarios sobre la Evaluación

Evaluación global: en las dos ediciones oficiales la renuncia a la evaluación continua y elección del sistema de evaluación global se realizará siguiendo el procedimiento y el plazo establecido por el centro. Constará de un único examen escrito que tendrá un peso del 100% de la nota y se evaluarán todos los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.

1ª EDICIÓN DEL ACTA: Modalidad de Evaluación Continua. Constará de distintas pruebas realizadas durante la impartición de la asignatura y una prueba final en la fecha oficial previamente fijada por el centro. La nota obtenida será la correspondiente a la suma de las puntuaciones obtenidas en las diversas pruebas.

2ª EDICIÓN DEL ACTA: Modalidad de Evaluación Global. Se realizará una prueba final en la fecha oficial previamente fijada por el centro que abarcará la totalidad de los contenidos teóricos y prácticos que supondrá el 100% de la nota.

Convocatoria Extraordinaria: se realizará en la fecha previamente fijada por el centro. Se considerará el sistema de **evaluación global** y el examen escrito abarcará la totalidad de los contenidos teóricos y prácticos que supondrá el 100% de la nota.

Comportamiento ético: Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado, atendiendo especialmente a lo indicado en los Artículos 39, 40, 41 y 42 del *Reglamento sobre la evaluación, la calificación y la calidad de la docencia y del proceso de aprendizaje del estudiantado de la Universidade de Vigo* (aprobado en el claustro del 18 de abril de 2023).

AVISO: En caso de discrepancias entre las distintas versiones lingüísticas de la guía prevalecerá lo indicado en la versión en castellano

Fuentes de información

Bibliografía Básica

M Jaffe, W. Hammond, P Tolias, T Arinze(Editor), **Characterization of Biomaterials**, 1, ELSEVIER, 2012

Bandyopadhyay, Amit; Bose, Susmita, **Characterization of Biomaterials**, 1, ELSEVIER, 2013

Saber Amin Yavari (Editor), **Surface Engineering of Biomaterials**, 1, Mdpi AG, 2020

Bibliografía Complementaria

Saber Amin Yavari, **Surface Engineering of Biomaterials**, Coatings, 2020

D. A. Skoog, F. J. Holler, S.R. Crouch, **Principios del análisis instrumental**, 978-607-526-664-0, 7, Cengage Learning, 2018

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Técnicas avanzadas no invasivas en ingeniería biomédica: Aplicación del láser en medicina/V04M192V01208

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Robótica médica				
Asignatura	Robótica médica			
Código	V04M192V01206			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	4.5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería de sistemas y automática			
Coordinador/a	Paz Domonte, Enrique			
Profesorado	Armesto Quiroga, José Ignacio López Fernández, Joaquín Paz Domonte, Enrique			
Correo-e	epaz@uvigo.es			
Web				
Descripción general	Se presentan los elementos principales de los sistemas robotizados en el ámbito de la ingeniería biomédica. Conceptos relacionados con la arquitectura, modelado, seguridad, programación y funcionamiento de los robots, tanto brazos manipuladores como robots móviles, en el ámbito de la medicina y entornos hospitalarios.			

Resultados de Formación y Aprendizaje	
Código	
A5	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.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

Resultados previstos en la materia	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los principios de la robótica médica y sus principales sistemas	B3
Aplicar técnicas para la representación de la localización espacial: posición y orientación	A5 B3
Analizar cinemática y dinámicamente equipos robotizados	A5 B3
Conocer y aplicar técnicas de control y programación de robots	B3
Conocer los principios de interacción hombre-máquina, de la robotica asistencial, aplicaciones de robótica en cirugía y técnicas auxiliares (realidad aumentada-virtual, guiado por imagen simuladores-entrenadores)	B3

Contenidos	
Tema	
1. Introducción a la robótica médica	Introducción a la robótica médica Robótica asistencial. Prótesis y órtesis. Asistencia muscular. Rehabilitación. Exoesqueletos. Robótica en cirugía. Cirugía guiada por imagen. Endoscopios
2. Morfología del robot	Morfología del robot
3. Representación de la localización espacial: posición y orientación	Representación de la localización espacial: posición y orientación
4. Cinemática: directa, inversa, modelo diferencial	Cinemática: directa, inversa, modelo diferencial
5. Introducción a la dinámica	Introducción a la dinámica
6. Control y programación de robots	Control y programación de robots. Interacción hombre-máquina. Teleoperación. Sistemas hápticos. Percepción háptica en cirugía. Simuladores/entrenadores Realidad virtual y aumentada.
7. Robótica móvil y de servicios	Robótica móvil y de servicios

Prácticas 1 a 3. Simulación en CoppeliaSim	Introducción a la simulación con CoppeliaSim Modelado y simulación de un brazo robot médico. Simulación de un entorno de cirugía robotizada.
Práctica 4. Programación de robots	Programación de robots industriales. Aspectos de seguridad.
Práctica 5 y 6. Robótica móvil y de servicios	Modelado y simulación. Construcción de mapas y localización Planificación de rutas.

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	20	40	60
Resolución de problemas	4	8	12
Prácticas de laboratorio	12	18	30
Examen de preguntas objetivas	3	0	3
Trabajo	0	7.5	7.5

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías	
	Descripción
Lección magistral	Lección magistral en aula de teoría con ayuda de medios técnicos: pizarra, ordenador y cañón proyector
Resolución de problemas	Resolución guiada de problemas en aula de teoría con ayuda de medios técnicos: pizarra, ordenador y cañón proyector.
Prácticas de laboratorio	Prácticas de laboratorio en los laboratorios tecnológicos del Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática o en las Aulas Informáticas de la Escuela.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Lección magistral	Atención a las consultas y respuesta a las dudas y preguntas realizadas durante las clases de teoría
Resolución de problemas	Atención a las consultas y respuesta a las dudas y preguntas realizadas durante las clases de problemas
Prácticas de laboratorio	Atención a las consultas y respuesta a las preguntas realizadas durante las prácticas de laboratorio

Evaluación				
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Resolución de problemas	La resolución de problemas en el aula puede servir para la evaluación continua de los estudiantes. Máximo 1 punto sobre 10.	10	A5	B3
Prácticas de laboratorio	El trabajo realizado en las prácticas de laboratorio, así como el trabajo previo o los entregables posteriores cuando sean solicitados, constituyen la parte fundamental de la evaluación continua. Las prácticas de laboratorio se consideran obligatorias.	20	A5	B3
Examen de preguntas objetivas	Examen escrito en la fecha establecida por el calendario de exámenes de la titulación. Podrá constar de preguntas tipo test, preguntas de respuesta breve, preguntas de desarrollo, y resolución problemas.	40	A5	B3
Trabajo	Será necesario superar un mínimo en cada parte (típicamente 40%), para poder superar la asignatura. Trabajo voluntario para subir nota. Máximo 3 puntos sobre 10	30	A5	B3

Otros comentarios sobre la Evaluación

Las prácticas de laboratorio se consideran obligatorias. Para superar la asignatura en primera convocatoria es necesario haber asistido al menos al 80% de las prácticas de laboratorio, y haber obtenido una nota media de prácticas (incluyendo entregables) mayor o igual a 5.

En caso de no superar las prácticas en evaluación continua, y para los alumnos que renuncien a la evaluación continua, se hará un examen de prácticas de laboratorio una vez superado el examen oficial.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Barrientos, Peñín, Balaguer, Aracil, **Fundamentos de Robótica**, Mc-Graw-Hill, 2007

Achim Schweikard, Floris Ernst, **Medical Robotics**, Springer, 2015

Bibliografía Complementaria

Varios, **Latest Developments in Medical Robotics Systems**, Colección de artículos, Intechopen, September 15, 2021

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Control y regulación de las funciones corporales/V04M192V01202

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Modelado y simulación sistemas biomédicos/V04M192V01103

Simulación biomecánica/V04M192V01308

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Mecánica de materiales y tejidos blandos				
Asignatura	Mecánica de materiales y tejidos blandos			
Código	V04M192V01207			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	4.5	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Ingeniería de los materiales, mecánica aplicada y construcción			
Coordinador/a	Riveiro Rodríguez, Antonio			
Profesorado	Comesaña Piñeiro, Rafael Riveiro Rodríguez, Antonio			
Correo-e	ariveiro@uvigo.es			
Web				
Descripción general	En esta materia se presentará la teoría de la mecánica de los medios continuos a materiales y tejidos blandos y hiperelásticos. Se introducirán los conceptos fundamentales detrás del comportamiento mecánico de la materia blanda. Asimismo, se introducirán los distintos métodos experimentales de caracterización de materiales blandos, así como los métodos de simulación numérica de problemas mecánicos que incluyan materiales blandos.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A5	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.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer la teoría de la elasticidad y resistencia de materiales aplicada a materiales y tejidos blandos y hiperelásticos.	B3
Aplicar conocimientos de la mecánica de los medios continuos a materiales y tejidos blandos y hiperelásticos.	A5 B3

Contenidos

Tema	
1. Introducción a los sólidos blandos	Materiales similares al caucho, geles, tejidos biológicos blandos, etc.
2. Caracterización mecánica	Investigación, experimentos, interpretación
3. Mecánica continua no lineal	Tensiones, deformaciones, leis de equilibrio.
4. Modelado constitutivo de materiales blandos	Modelos constitutivos, simulación.
5. Elasticidad bajo grandes deformaciones	Materiales hiperelásticos
6. Comportamiento disipativo	Descripción y caracterización de la respuesta dinámica
7. Materiales compuestos	Mecánica de materiales compuestos, anisótropos y heterogéneos, obtenidos biomiméticamente, mediante fabricación aditiva, etc

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	18	18	36
Resolución de problemas	6	6	12
Prácticas de laboratorio	12	0	12
Trabajo tutelado	0	40	40
Resolución de problemas de forma autónoma	0	12.5	12.5

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición de los aspectos generales y contenidos sobre la materia objeto de estudio por parte del profesor de forma estructurada, haciendo especial énfasis en los fundamentos y aspectos más importantes o de más difícil comprensión para el alumno
Resolución de problemas	Actividad en la que se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El profesor indicará las soluciones adecuadas o correctas mediante la exposición de rutinas, fórmulas o algoritmos, procedimientos de transformación de la información disponible y ayudará a los alumnos con la interpretación de los resultados. Se utilizará como complemento de la lección magistral.
Prácticas de laboratorio	Prácticas de laboratorio realizadas de forma cooperativa y en las que se pondrán en práctica los conceptos teóricos vistos en el aula. Se desarrollan en espacios especiales con equipación especializada (laboratorios, aulas informáticas, etc).
Trabajo tutelado	Los estudiantes, de manera individual o en grupo, elaborarán un documento sobre la temática de la materia o preparará seminarios, investigaciones, memorias, ensayos, resúmenes de lecturas, conferencias, etc.
Resolución de problemas de forma autónoma	Actividad en la que se formularán problemas y/o ejercicios relacionados con la materia (parte teórica y parte práctica). El/La alumno/a deberá desarrollar el análisis y resolución de los problemas y/o ejercicios de forma autónoma.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se llevará a cabo fundamentalmente en las tutorías.
Resolución de problemas	Se llevará a cabo fundamentalmente en las tutorías.
Prácticas de laboratorio	Se llevará a cabo fundamentalmente en las tutorías.
Trabajo tutelado	Se llevará a cabo fundamentalmente en las tutorías.
Resolución de problemas de forma autónoma	Se llevará a cabo fundamentalmente en las tutorías.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Resolución de problemas	Se propondrán una o varias pruebas consistentes en problemas y/o tests conceptuales, de forma que ninguna prueba supere el 40% de la nota global de la materia, a lo largo del curso en horario de aula y en las fechas/horas que apruebe el centro. Su valoración será de 0 a 10 puntos.	40	A5	B3
Trabajo tutelado	Trabajo realizado en equipo pero evaluado individualmente (integrando el desarrollo de cuestiones y la resolución de problemas/ejercicios correspondientes). Cada equipo de estudiantes desarrollará un problema propuesto por el profesor y que integrará tanto los aspectos teóricos como prácticos relacionados con la asignatura.	40	A5	B3
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución de boletines de problemas planteados regularmente, al finalizar cada unidad teórica y de laboratorio, por parte de los alumnos de forma autónoma. Los alumnos deberán describir los procedimientos utilizados así como los resultados obtenidos u observaciones realizadas en relación a las cuestiones planteadas por el profesor.	20	A5	

Otros comentarios sobre la Evaluación

La materia se considerará superada cuando la calificación final del alumno supere 5,0.

Primera Convocatoria o Edición

1. Modalidad de Evaluación Continua: La nota final de la materia combinará las calificaciones de los boletines de problemas/cuestiones propuestos para resolver de forma autónoma (20%), las pruebas de seguimiento correspondientes a ejercicios/test conceptuales (40%), y el trabajo propuesto (40%), supervisado y desarrollado a lo largo del curso. En cualquier caso, es necesario obtener una nota mínima de 4 puntos sobre 10 en cada uno de los boletines de problemas/cuestiones propuestas, así como en las pruebas de seguimiento o en el trabajo tutelado propuesto.
2. Modalidad de Evaluación no Continua: Se establece un plazo de dos semanas desde el inicio del curso para que el alumnado justifique de forma documental su imposibilidad para seguir el proceso de evaluación continua. El alumno que renuncie a la evaluación continua realizará un examen final que abarcará la totalidad de los contenidos de la materia, tanto teóricos como prácticos, y que podrá incluir preguntas tipo test, preguntas de razonamiento o desarrollo, resolución de problemas o el desarrollo de un caso práctico. La calificación del examen será el 100% de la nota final. Se exige alcanzar una calificación mínima de 5,0 puntos sobre 10,0 posibles para poder superar la

materia. Este examen se realizará en las fechas establecidas por la dirección de la Escuela para la realización del examen final.

Segunda Convocatoria o Edición:

1. Los alumnos que deseen mejorar su calificación o que no superaran la materia en la Primera Convocatoria se podrán presentar a la Segunda Convocatoria, donde se realizarán un examen final que abarcará la totalidad de los contenidos de la materia, tanto teóricos como prácticos. La segunda convocatoria se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

L Ortiz Berrocal, **Elasticidad**, 3ª, McGraw-Hill, 1998

GA Holzapfel, **Nonlinear Solid Mechanics: A Continuum Approach for Engineering: A Continuum Approach for Engineering**, Wiley, 2000

Stephen C. Cowin; Stephen B. Doty, **Tissue Mechanics**, Springer, 2007

Bibliografía Complementaria

Masao Doi, **Soft Matter Physics**, Oxford University Press, 2013

Javier Bonet; Richard D. Wood, **Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis**, 2ª, Cambridge University Press, 2010

Stephen C. Cowin; Jay D. Humphrey, **Cardiovascular Soft Tissue Mechanics**, Kluwer Academic Publishers, 2004

Recomendaciones

Otros comentarios

No se contempla la evaluación continua si el alumnado no puede asistir a las clases teóricas o prácticas de laboratorio por solapamiento con otras actividades.

El envío de mensajes electrónicos o la utilización del teléfono móvil durante el desarrollo de las clases lectivas, supone la expulsión del aula. Asimismo, perderá su condición de evaluación continua

La guía docente original está escrita en castellano. En caso de discrepancias, prevalecerá la versión en castellano de esta guía.

DATOS IDENTIFICATIVOS**Técnicas avanzadas no invasivas en ingeniería biomédica: Aplicación del láser en medicina**

Asignatura	Técnicas avanzadas no invasivas en ingeniería biomédica: Aplicación del láser en medicina			
Código	V04M192V01208			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	4.5	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Física aplicada			
Coordinador/a	Pou Saracho, Juan María			
Profesorado	Pou Saracho, Juan María			
Correo-e	jpou@uvigo.es			
Web				
Descripción general	Esta materia ofrece a los futuros ingenieros biomédicos una visión del papel de las técnicas no invasivas y del láser en la medicina actual.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A3	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 juicios.
B6	Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer técnicas avanzadas no invasivas en el campo de la ingeniería biomédica	B6
Conocer aplicaciones del láser en medicina	B6
Aplicar conocimientos de técnicas no invasivas y técnicas láser en el campo de la ingeniería biomédica	A3
	B6

Contenidos

Tema	
TEMA 1.- INTRODUCCIÓN	Introducción a las técnicas avanzadas no invasivas en ingeniería biomédica
	Análisis de técnicas avanzadas no invasivas
	Introducción al láser
TEMA 2.- PRINCIPIOS BÁSICOS	Funcionamiento de una fuente láser
	Partes de un láser
	Guiado y focalización del haz láser
TEMA 3.- TIPOS DE LÁSERES USADOS EN MEDICINA	Láseres de gas
	Láseres de estado sólido
	Láseres de diodo
	Otros láseres

TEMA 4.- SEGURIDAD

Seguridad en la utilización de fuentes láser en medicina

Potenciales daños oculares

Potenciales daños en la piel

Normativa

Medidas de control y prevención

TEMA 5.- PRINCIPALES APLICACIONES DEL LÁSER EN MEDICINA

Aplicaciones del láser en oftalmología

Aplicaciones del láser en dermatología

Aplicaciones del láser en otorrinolaringología

Aplicaciones del láser en urología

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	24	48	72
Prácticas de laboratorio	12	24	36
Examen de preguntas objetivas	1.5	0	1.5
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	3	0	3

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte de los profesores de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. Exposición de casos reales de aplicación de la tecnología láser en medicina.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollarán en las dependencias del Complejo Hospitalario Universitario de Vigo.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	El profesor, durante la exposición de las clases teóricas, aclarará de forma individual y/o colectiva todas las dudas que pueda tener el alumno sobre la materia objeto de estudio.
Prácticas de laboratorio	El profesor, durante el desarrollo de las clases prácticas de laboratorio, resolverá las dudas que pueda tener el alumno de la materia bajo estudio.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Examen de preguntas objetivas	Se propondrán varias pruebas consistentes en preguntas de desarrollo, de forma que ninguna prueba supere el 40% de la nota global de la asignatura.	60	A3 B6
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Trabajo realizado en equipo pero evaluado individualmente.	40	

Otros comentarios sobre la Evaluación

Para superar la materia, se establece una nota mínima de 2 puntos sobre 10, tanto en las pruebas como en el trabajo para evaluación de competencias adquiridas.

En la segunda oportunidad sólo se evaluará a los alumnos que no hayan superado la materia.

Compromiso ético: Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, y otros) se considerará que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la materia. En este caso la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0.0). No se permitirá la utilización de ningún dispositivo electrónico durante las pruebas de evaluación salvo autorización expresa. El hecho de introducir un dispositivo electrónico no autorizado en el aula de

examen será considerado motivo de no superación de la materia en el presente curso académico y la calificación global será de suspenso (0.0).

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Jeff Hecht, **Understanding Lasers: An Entry-Level Guide, 4th Edition**, Wiley, 2018

Markolf H. Niemz, **Laser-Tissue Interactions Fundamentals and Applications**, Springer, 2007

Bibliografía Complementaria

Helena Jelínková, **Lasers for Medical Applications Diagnostics, Therapy and Surgery**, Woodhead Publishing, 2013

Recomendaciones

Otros comentarios

Para matricularse en esta materia, se recomienda cotejar los horarios lectivos de esta materia con otras, con el fin de que no exista incompatibilidad de horarios. No se contempla la evaluación continua si el alumnado no puede asistir a las clases por solapamiento con otras materias.

Asimismo el envío de mensajes electrónicos o la utilización del teléfono móvil durante el desarrollo de las clases lectivas, supone la expulsión del aula.

Aquel/a alumno/a que no se atenga a lo establecido en el párrafo anterior no sólo será expulsado/a del aula, sino que perderá su condición de evaluación continua.

La guía docente original está escrita en castellano. En caso de discrepancias, prevalecerá la versión en castellano de esta guía.

DATOS IDENTIFICATIVOS**Diseño de productos y servicios inteligentes en el sector biomédico**

Asignatura	Diseño de productos y servicios inteligentes en el sector biomédico			
Código	V04M192V01209			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	4.5	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Diseño en la ingeniería			
Coordinador/a	Comesaña Campos, Alberto			
Profesorado	Comesaña Campos, Alberto			
Correo-e	acomesana@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal/			
Descripción general	Esta asignatura, enmarcada dentro de los estudios avanzados en Ingeniería Biomédica, está orientada a la formación de sus alumnos en el campo de la inteligencia artificial aplicada a la conceptualización, diseño e implementación de sistemas inteligentes de soporte a la decisión clínica, entendidos y empleados tanto en productos sanitarios como en servicios diagnósticos. Para ello el enfoque docente primará, por un lado, la comprensión de los conceptos teóricos fundamentales que subyacen en los modelos de inteligencia artificial, tanto los basados en el razonamiento simbólico como aquellos basados en aprendizaje estadístico, y, por otro, la realización práctica de estos modelos articulados a través del diseño y la programación de los flujos de información de los algoritmos correspondientes. Los contenidos abarcarán conocimientos esenciales relativos al concepto de sistema inteligente profundizando en su significado y variantes lo que conllevará una exploración metódica de las lógicas inherentes y los principios rectores de los diferentes procesos inferenciales para, posteriormente, ir comentando y desarrollando la implementación de sistemas inteligentes a través de diferentes enfoques que cubrirán los procesos inferenciales simbólicos y estadísticos. Debido a la particularidad inherente de los contenidos teóricos de la asignatura se promoverá una comprensión gradual y progresiva, apoyada en el debate hermenéutico, de la interpretación de la lógica proposicional y de primer orden, del concepto de incertidumbre y riesgo, del fundamento inferencial en las técnicas de aprendizaje, de la distinción y aplicabilidad de los diferentes paradigmas de razonamiento, del significado dentro de la decisión clínica de las técnicas predictivas de la inteligencia artificial y, con carácter general, del diseño conceptual de sistemas inteligentes coherentes, robustos y fiables. Todo ello se encamina a adquirir, comprender y aplicar el conocimiento y recursos cognitivos necesarios para desarrollar la capacidad de crear esquemas de sistemas inteligentes que puedan ser recreados en productos y servicios dentro del sector biomédico con probada capacidad predictiva y preventiva y dotados de capacidad de razonamiento y decisión. El alumno de esta asignatura, al finalizar el curso, deberá demostrar la competencia necesaria, tanto teórica como práctica, para crear un producto o servicio inteligente que resuelva un problema complejo real dentro del campo de la ingeniería biomédica lo que implica afrontar una problemática con multiplicidad de variables de influencia, presencia permanente de incertidumbre en sus variantes tradicionales, un riesgo asociado relevante y, sobre todo, la ausencia de un modelo analítico, experimental o numérico válido para su resolución. Por último, además de las competencias y habilidades ya expuestas, la asignatura contemplará formaciones transversales en tratamiento de datos, fundamentos de programación, recopilación, análisis y exposición de resultados clínicos y desarrollo de pruebas de concepto además de otros conocimientos implícitos en el estudio de los sistemas inteligentes.			

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A2	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.
A4	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.
A5	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.
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
B5	Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Diseñar productos y servicios inteligentes aplicados en el campo de la ingeniería biomédica.	A2 A4 B5
Capacidad para representar la inteligencia y la experiencia humana con el fin de ayudar a resolver problemas complejos y servir de apoyo en la toma de decisiones en biomedicina	A2 A4 A5 B3 B5

Contenidos**Tema**

1. Sistemas Inteligentes	1.1. Definición de Sistema Inteligente dentro del campo de la Inteligencia Artificial. 1.2. Productos y servicios inteligentes en el sector biomédico. 1.3. Evolución de los sistemas inteligentes: del razonamiento simbólico a los métodos estadísticos de aprendizaje.
2. Representación del Conocimiento	2.1. Sistemas basados en el conocimiento. 2.2. Representación lógica del conocimiento. 2.3. Principios de lógica proposicional y de primer orden. 2.4. Mecanismos de inferencia. 2.5. Aplicaciones en productos y servicios para la ingeniería biomédica.
3. Incertidumbre y Riesgo	3.1. Definición en el contexto de la ingeniería biomédica de las decisiones de ingeniería. 3.2. Clasificación y tipos de incertidumbre. 3.3. Decisiones con incertidumbre. 3.4. Gestión de la incertidumbre. 3.5. Definición empírica del riesgo asociado a la incertidumbre. 3.6. La incertidumbre y el riesgo en el sector biomédico.
4. Sistemas Expertos	4.1. Definición y contextualización teórica. 4.2. Tipos y componentes de sistemas expertos. 4.3. Desarrollo de sistemas expertos. 4.4. Modelos deterministas y modelos estocásticos. 4.5. Enfoques inferenciales. 4.6. Aplicaciones en productos y servicios para la ingeniería biomédica.
5. Algoritmos de Aprendizaje Automático. Algoritmos de regresión, clasificación y agrupación	5.1. El aprendizaje automático: Definición aplicada a enfoques no conexionistas. 5.2. Los modelos de regresión. 5.3. Los modelos de clasificación. 5.4. Los modelos de agrupación. 5.5. Pretratamiento de datos. 5.6. Métodos de entrenamiento. 5.7. Técnicas de aumento controlado de datos. 5.8. Aplicaciones en productos y servicios para la ingeniería biomédica.
6. Redes Neuronales	6.1. Definición y contextualización teórica. 6.2. El paradigma conexionista frente al simbólico. 6.3. Tipos y arquitecturas usuales. 6.4. Métodos de entrenamiento. 6.5. Tipos de aprendizaje: supervisado, no supervisado, reforzado. 6.6. Aplicaciones en productos y servicios para la ingeniería biomédica.
7. Algoritmos Evolutivos	7.1. Definición y contextualización teórica. 7.2. Programación y estrategias evolutivas. 7.3. Programación y algoritmos genéticos. 7.4. Operadores de algoritmos genéticos. 7.5. Aplicaciones en productos y servicios para la ingeniería biomédica.
8. Sistemas de Soporte a la Decisión	8.1. Definición y contextualización teórica. 8.2. Componentes y desarrollo. 8.3. Relación con los sistemas inteligentes. Funcionamiento complementario. 8.4. Verificación, validación y contraste de resultados. 8.5. Búsqueda de la mejor hipótesis. 8.6. Aplicaciones de sistemas biomédicos de decisión.

Prácticas. Implementación práctica de un sistema inteligente sobre productos y servicios en el ámbito de la ingeniería biomédica. A lo largo de las prácticas los alumnos deberán diseñar, desarrollar y probar de forma conceptual un nuevo sistema inteligente que integre, al menos, un modelo inferencial simbólico o estadístico. Tras ello deberán aplicarlo como herramienta de soporte a la decisión clínica.	1. Definición del problema dentro del sector de la ingeniería biomédica. 2. Evaluación de su relevancia e integración con un producto o servicio inteligente. 3. Búsqueda de soluciones en el campo de la inteligencia artificial. 4. Identificación de criterios, variables, descriptores y cualquier otra información relevante. 5. Propuesta de diagrama conceptual de solución y evaluación del flujo de datos. 6. Implementación de la solución. 7. Validación de resultados. 8. Difusión, comunicación y presentación de a solución propuesta.
---	---

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	18	15	33
Resolución de problemas	2	0	2
Prácticas de laboratorio	8	2	10
Prácticas con apoyo de las TIC	4	1	5
Examen de preguntas objetivas	1.5	4	5.5
Examen de preguntas de desarrollo	2.5	6	8.5
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	4.5	4.5
Práctica de laboratorio	0	24	24
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	20	20

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías	
	Descripción
Lección magistral	Los contenidos teóricos serán expuestos por el profesor durante las clases complementados a través del debate e interpretación de los mismos. Estarán coordinados con las actividades prácticas programadas.
Resolución de problemas	De forma complementaria a la exposición de los contenidos teóricos se irán planteando y resolviendo diferentes ejercicios de aplicación de los mismos que los alumnos deberán resolver de un modo comprensivo y justificado.
Prácticas de laboratorio	En grupos, los alumnos de la asignatura, bajo la tutorización y control del profesor, deberán desarrollar e implementar un sistema inteligente aplicado a un producto o servicio dentro de la ingeniería biomédica.
Prácticas con apoyo de las TIC	En el desarrollo de las prácticas de la asignatura los alumnos deberán emplear de forma activa diferentes tecnologías de la información y la comunicación llegando incluso a implementar alguna de ellas.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Prácticas de laboratorio	Proposición y revisión de resultados de actividades de apoyo al aprendizaje de manera individualizada o en pequeños grupos de alumnos. Se llevará a cabo un seguimiento adecuado del trabajo de los alumnos para verificar que se aplican las buenas prácticas explicadas en las clases de teoría, y que se siguen las recomendaciones procedimentales proporcionadas por el profesor. Las sesiones de tutorización podrán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, etc.) bajo la modalidad de concertación previa de lugar virtual, fecha y hora.

Evaluación				
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Examen de preguntas objetivas	Durante la impartición de la asignatura se realizarán una serie de cuestionarios de evaluación de respuesta corta y objetiva referidos a los temas de teoría, bien considerando el conjunto de todos los temas o bien particularizando en cada uno de ellos.	20	A2 A5	B3
Examen de preguntas de desarrollo	Al finalizar la docencia de la asignatura se celebrará un examen que incluirá preguntas de desarrollo relativos a sus contenidos teóricos y prácticos.	25	A2 A5	B3 B5

Resolución de problemas y/o ejercicios	Los problemas resueltos en las clases, tras ser revisados y corregidos, podrán ser recogidos y complementados con otros nuevos. Todos ellos deberán ser comentados y justificados para, finalmente, ser entregados. Se valorará su comprensión, explicación y justificación detallada.	5	A2 A5	B3 B5
Práctica de laboratorio	En las prácticas de la asignatura se deberá diseñar, desarrollar e implementar un sistema inteligente que dé respuesta a un problema real existente en el sector de la ingeniería biomédica. Dicho sistema se ejemplificará y fusionará con un producto o servicio biomédico habitual. Se valorará, entre otras cuestiones, la definición correcta del problema, su relevancia y grado de complejidad, la exigencia en la adquisición de conocimientos, la identificación de variables y criterios, la evolución en el planteamiento de la solución además del grado de autonomía del alumno y su labor en la identificación de la solución. Durante las prácticas, podrán plantearse entregas periódicas obligatorias y reuniones individuales y/o grupales.	15	A4 A5	B3 B5
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Al finalizar las clases se deberá realizar un informe técnico completo de los resultados alcanzados durante las prácticas de la asignatura. En dicho informe se deberá describir la solución (servicio o producto inteligente) alcanzada justificándola de forma apropiada. Se incluirá, al menos, una introducción al problema, una descripción conceptual y metodológica detallada, un ejemplo de aplicación, una discusión comparada y unas conclusiones generales. Además, se deberá entregar, en un fichero añadido, el código fuente comentado así como cualquier otro desarrollo matemático necesario. Se valorará, entre otras cuestiones, la justificación teórica, la arquitectura de la solución, su gestión de la incertidumbre y el grado en el que resuelve el problema inicialmente planteado. Otros aspectos que se considerarán serán la redacción, exposición técnica, implicación del alumno en las clases y en el trabajo, el ajuste a los tiempos de entrega y la posible exposición y defensa de la solución alcanzada.	35	A4 A5	B5

Otros comentarios sobre la Evaluación

La evaluación de la asignatura contempla la valoración del trabajo del estudiante, tanto individual como grupal, presencial o no presencial, realizada por el profesor y ponderada según lo indicado en el apartado de Evaluación.

Para determinar la calificación de todas las pruebas de evaluación se empleará un sistema de valoración numérica con valores comprendidos entre 0,0 y 10,0 puntos, atendiendo a la legislación vigente (R.D. 1125/2003 de 5 de septiembre, BOE. Nº 224 de 18 de septiembre). En cualquier caso la asignatura se considera superada cuando la calificación obtenida iguale o supere los 5,0 puntos sobre 10.

La asignatura presenta dos modalidades diferenciadas en su primera convocatoria de evaluación: la evaluación continua y la evaluación no continua o global. En segunda convocatoria, la evaluación se realizará únicamente a través del examen global correspondiente.

Comentarios para Primera Convocatoria / Convocatoria Ordinaria

El alumno puede seguir las modalidades antes expuestas

- Modalidad de evaluación continua

En esta modalidad los alumnos lograrán superar la asignatura si obtienen una puntuación mínima de cinco puntos (5,0) sobre 10 sin que sea preciso que realicen la prueba correspondiente a la convocatoria ordinaria. Cada prueba de evaluación será valorada sobre 10 puntos. Se exige obtener un mínimo de 5,0 puntos sobre 10 en cada una de las pruebas de evaluación así como en cada parte o subparte de dichas pruebas para poder superar la asignatura. Los alumnos que no hayan superado la evaluación continua, es decir, que no hayan aprobado todas y cada una de las pruebas de evaluación fijadas, deberán realizar las respectivas recuperaciones, presentándose, en su caso, al examen de segunda convocatoria. Todo ello sin perjuicio de las consideraciones y matizaciones que el profesor considere adecuadas y oportunas.

- Modalidad de evaluación no continua o global

Al comienzo del curso los alumnos matriculados poseen un plazo, fijado por la Escuela de Ingeniería Industrial, para renunciar de forma explícita a la evaluación continua. En este caso, una vez solicitada y confirmada, el alumno solicitante deberá comunicar tal efecto al profesor.

El alumno que renuncie a la evaluación continua para superar la asignatura deberá realizar un examen final único, en la fecha fijada por la Escuela para la Primera Convocatoria que contemplará todos los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura e incluirá preguntas de respuesta corta, de respuesta larga, resolución de problemas y desarrollo de supuestos

prácticos. Además, será preciso diseñar y justificar el funcionamiento de un sistema inteligente implementado en un producto o servicio dentro de la ingeniería biomédica. Los alumnos deben alcanzar una nota mínima de 5,0 puntos sobre 10; en el global y en todas y cada una de dichas pruebas; para aprobar la asignatura.

Comentarios para Segunda Convocatoria / Convocatoria Extraordinaria

Aquellos alumnos que no hayan superado la asignatura en la Convocatoria Ordinaria, en cualquiera de las modalidades antes señaladas tendrán una segunda oportunidad para aprobar la asignatura realizando el examen de segunda convocatoria en la fecha fijada por la Escuela de Ingeniería Industrial.

El examen de segunda convocatoria contemplará todos los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura e incluirá preguntas de respuesta corta, de respuesta larga, resolución de problemas y desarrollo de supuestos prácticos. Además, será preciso diseñar y justificar el funcionamiento de un sistema inteligente implementado en un producto o servicio dentro de la ingeniería biomédica. Los alumnos deben alcanzar una nota mínima de 5,0 puntos sobre 10; en el global y en todas y cada una de dichas pruebas; para aprobar la asignatura.

Comportamiento ético

Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, etc...) se considerará que el alumno no reúne los requisitos necesarios para superar la asignatura. En este caso la calificación global en el presente curso académico será de suspenso (0.0). No se permitirá la utilización de ningún material docente ni dispositivo electrónico durante las pruebas de evaluación salvo autorización expresa. El hecho de introducir material o un dispositivo electrónico no autorizado en el aula de examen será considerado motivo de no superación de la materia en el presente curso académico y la calificación global será de suspenso (0.0).

Fuentes de información

Bibliografía Básica

- José T. Palma Méndez y Roque Marín Morales, **Inteligencia Artificial Técnicas, métodos y aplicaciones**, McGraw-Hill, 2008
- Stuart J. Russell y Peter Norvig, **Inteligencia artificial : un enfoque moderno**, 2ª ed., Pearson Prentice Hall, 2004
- Fakhreddine O. Karray y Clarence de Silva, **Soft computing and intelligent systems design : theory, tools, and applications**, Pearson-Addison Wesley, 2004
- Enrique Castillo , José Manuel Gutiérrez y Ali S. Hadi, **Expert systems and probabilistic network mode**, Springer Science & Business Media, 2012
- George J. Klir y Bo Yuan, **Fuzzy sets and fuzzy logic**, Prentice Hall, 1995
- Paul Wilmott, **Machine learning: an applied mathematics introduction**, Panda Ohana Publishing, 2019
- Tom M. Mitchell, **Machine Learning**, McGraw-Hill, 2007
- Peter Flach, **Machine learning: the art and science of algorithms that make sense of data**, Cambridge University Press, 2012
- Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh y Ameet Talwalkar, **Foundations of machine learning**, MIT Press, 2018
- Fernando Berzal, **Redes neuronales & Deep Learning**, Vol I & II, Independently published, 2009
- Ian Goodfellow, **Deep learning**, MIT Press, 2017
- Andrés Rodríguez, **Deep Learning Systems: Algorithms, Compilers, and Processors for Large-Scale Production. Synthesis Lectures on Computer Architecture**, Morgan & Claypool Publishers, 2020
- Jefrey W. Herrmann, **Engineering decision making and risk management**, John Wiley & Sons, 2015
- Efraim Turban, Jay E. Aronson y Ting-Peng Liang, **Decision support systems and intelligent systems**, Pearson/Prentice Hall, 2005

Bibliografía Complementaria

- Timothy J. Ross, **Fuzzy logic with engineering applications**, John Wiley & Sons, 2009
- Mohssen Mohammed, Muhammad Badruddin Khan y Eihab Bashier Mohammed Bashier, **Machine learning: algorithms and applications**, CRC Press, 2016
- Mehmed Kantardzic, **Data mining: concepts, models, methods, and algorithms**, IEEE Press; Wiley, 2020
- Kenji Suzuki, **Computational Intelligence in Biomedical Imaging**, Springer, 2014
- Radim Bris, Jaroslav Majernik, Krzysztof Pancerz, Elena Zaitseva, **Applications of Computational Intelligence in Biomedical Technology**, Springer, 2006
- Rezaul Begg, Daniel T.H. Lai y Marimuthu Palaniswami, **Computational intelligence in biomedical engineering**, CRC Press, 2008
- Sachi Nandan Mohanty, **Machine learning for healthcare applications**, Wiley-Scrivener, 2021

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Estadística avanzada para la ingeniería biomédica/V04M192V01101

Otros comentarios

Se recomienda encarecidamente que los alumnos que cursen esta asignatura posean conocimientos previos de programación sobre todo en entornos de cálculo numérico.

Así mismo se recomienda que puedan leer, interpretar y comprender textos escritos en inglés.
