



## 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				

**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.

## Competencias

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 de aprendizaje

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 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	<p>7.1. Definición y contextualización teórica.</p> <p>7.2. Programación y estrategias evolutivas.</p> <p>7.3. Programación y algoritmos genéticos.</p> <p>7.4. Operadores de algoritmos genéticos.</p> <p>7.5. Aplicaciones en productos y servicios para la ingeniería biomédica.</p>
8. Sistemas de Soporte a la Decisión	<p>8.1. Definición y contextualización teórica.</p> <p>8.2. Componentes y desarrollo.</p> <p>8.3. Relación con los sistemas inteligentes. Funcionamiento complementario.</p> <p>8.4. Verificación, validación y contraste de resultados.</p> <p>8.5. Búsqueda de la mejor hipótesis.</p> <p>8.6. Aplicaciones de sistemas biomédicos de decisión.</p>
Prácticas. Implementación práctica sobre productos y servicios	<p>1. Definición del problema dentro del sector de la ingeniería biomédica.</p> <p>2. Evaluación de su relevancia e integración con un producto o servicio inteligente.</p> <p>3. Búsqueda de soluciones en el campo de la inteligencia artificial.</p> <p>4. Identificación de criterios, variables, descriptores y cualquier otra información relevante.</p> <p>5. Propuesta de diagrama conceptual de solución y evaluación del flujo de datos.</p> <p>6. Implementación de la solución.</p> <p>7. Validación de resultados.</p> <p>8. Difusión, comunicación y presentación de a solución propuesta.</p>

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	18	15	33
Resolución de problemas	4	0	4
Prácticas de laboratorio	8	2	10
Prácticas con apoyo de las TIC	4	1	5
Examen de preguntas objetivas	1	4	5
Examen de preguntas de desarrollo	1	6	7
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

<b>Metodologías</b>	
	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.

<b>Atención personalizada</b>	
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, podrían 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 cualificación 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 setiembre). 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.** En segunda convocatoria, la evaluación se realizará únicamente a través del examen 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 de cinco puntos 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 puntos sobre 10 en cada una de las pruebas de evaluación y en cada parte o subparte de dichas pruebas. La modalidad de evaluación continua tendrá un carácter liberatorio referido a aquellas pruebas ya superadas, debiéndose recuperar, en el examen de primera convocatoria, aquellas pruebas no superadas a lo largo del proceso de evaluación continua. De igual modo también podrán presentarse al examen oficial de primera convocatoria quienes teniendo aprobada la asignatura por la modalidad de evaluación continua deseen intentar modificar la calificación obtenida en alguna de las pruebas de evaluación. Los alumnos que no hayan superado la evaluación continua deberán presentarse al examen de primera convocatoria en las condiciones antes señaladas. Quienes no hayan superado ninguna de las pruebas de evaluación continua deberán examinarse de todos los contenidos de la asignatura, tanto teórico como prácticos, en el examen de primera convocatoria. Dicho examen podrá incluir preguntas de respuesta corta, de respuesta larga, resolución de problemas y desarrollo de supuestos prácticos.

## - Modalidad de evaluación no continua

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 renuncia 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. Los alumnos deben alcanzar una nota mínima de 5,0 puntos sobre 10,0 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 10,0 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, y otros) 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 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

José T. Palma Méndez y Roque Marín Morales, **Inteligencia Artificial Técnicas, métodos y aplicaciones**, 978-84-481-5618-3, McGraw-Hill, 2008

Stuart J. Russell y Peter Norving, **Inteligencia artificial : un enfoque moderno**, 842054003X, 2ª ed., Pearson Prentice Hall, 2004

Enrique Castillo, José Manuel Gutiérrez y Ali S. Hadi, **Expert systems and probabilistic network models**, 0-387-94858-9, Springer, 1997

Fakhreddine O. Karray y Clarence de Silva, **Soft computing and intelligent systems design : theory, tools, and applications**, 0-321-11617-8, Pearson-Addison Wesley, 2004

Ian Goodfellow, **Deep learning**, 9780262035613, MIT Press, 2017

Paul Wilmott, **Machine learning: an applied mathematics introduction**, 9781916081604, Panda Ohana Publishing, 2019

Xin-She Yang, **Introduction to algorithms for data mining and machine learning**, 9780128172179, Elsevier, 2019

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**, 978-1-118-91933-0, John Wiley & Sons, 2015

Efraim Turban, Jay E. Aronson y Ting-Peng Liang, **Decision support systems and intelligent systems**, 0-130-46106-7, Pearson/Prentice Hall, 2005

Mehmed Kantardzic, **Data mining: concepts, models, methods, and algorithms**, 9781119516071, IEEE Press; Wiley, 2020

Radim Bris, Jaroslav Majernik, Krzysztof Pancerz, Elena Zaitseva, **Applications of Computational Intelligence in Biomedical Technology**, 9783319191478, Springer, 2006

Kenji Suzuki, **Computational Intelligence in Biomedical Imaging**, 978-1-4614-7245-2, Springer, 2014

Rezaul Begg, Daniel T.H. Lai y Marimuthu Palaniswami, **Computational intelligence in biomedical engineering**, 9780849340802, CRC Press, 2008

Donna L. Hudson y Maurice E. Cohen, **Neural networks and artificial intelligence for biomedical engineering**, 9780470545355, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2000

Sachi Nandan Mohanty, **Machine learning for healthcare applications**, 9781119792598, Wiley-Scrivener, 2021

### Bibliografía Complementaria

## Recomendaciones

## Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

**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.

---