



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Diseño de produtos e servizos intelixentes no sector biomédico

Materia	Deseño de produtos e servizos intelixentes no sector biomédico			
Código	V04M192V01209			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría Biomédica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	4.5	OP	1	2c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Deseño na enxeñaría			
Coordinador/a	Comesaña Campos, Alberto			
Profesorado	Comesaña Campos, Alberto			
Correo-e	acomesana@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			

**Descrición xeral**

Esta materia, enmarcada dentro dos estudos avanzados en Enxeñaría Biomédica, está orientada á formación dos seus alumnos no campo da intelixencia artificial aplicada á conceptualización, deseño e implementación de sistemas intelixentes de soporte á decisión clínica, entendidos e empregados tanto en produtos sanitarios como en servizos diagnósticos.

Para iso o enfoque docente primará, por unha banda, a comprensión dos conceptos teóricos fundamentais que subxacen nos modelos de intelixencia artificial, tanto os baseados no razoamento simbólico como aqueles baseados en aprendizaxe estatística, e, por outro, a realización práctica destes modelos articulados a través do deseño e a programación dos fluxos de información dos algoritmos correspondentes.

Os contidos abarcarán coñecementos esenciais relativos ao concepto de sistema intelixente profundando no seu significado e variantes o que levará unha exploración metódica das lóxicas inherentes e os principios reitores dos diferentes procesos inferenciais para, posteriormente, ir comentando e desenvolvendo a implementación de sistemas intelixentes a través de diferentes enfoques que cubrirán os procesos inferenciais simbólicos e estatísticos.

Debido á particularidade inherente dos contidos teóricos da materia promoverase unha comprensión gradual e progresiva, apoiada no debate hermenéutico, da interpretación da lóxica proposicional e de primeira orde, do concepto de incerteza e risco, do fundamento inferencial nas técnicas de aprendizaxe, da distinción e aplicabilidade dos diferentes paradigmas de razoamento, do significado dentro da decisión clínica das técnicas predictivas da intelixencia artificial e, con carácter xeral, do deseño conceptual de sistemas intelixentes coherentes, robustos e fiables.

Todo iso encamiñase a adquirir, comprender e aplicar o coñecemento e recursos cognitivos necesarios para desenvolver a capacidade de crear esquemas de sistemas intelixentes que poidan ser recreados en produtos e servizos dentro do sector biomédico con probada capacidade predictiva e preventiva e dotados de capacidade de razoamento e decisión. O alumno desta materia, ao finalizar o curso, deberá demostrar a competencia necesaria, tanto teórica como práctica, para crear un produto ou servizo intelixente que resolva un problema complexo real dentro do campo da enxeñaría biomédica o que implica afrontar unha problemática con multiplicidade de variables de influencia, presenza permanente de incerteza nas súas variantes tradicionais, un risco asociado relevante e, sobre todo, a ausencia dun modelo analítico, experimental ou numérico válido para a súa resolución.

Por último, ademais das competencias e habilidades xa expostas, a materia contemplará formacións transversais en tratamento de datos, fundamentos de programación, recompilación, análise e exposición de resultados clínicos e desenvolvemento de probas de concepto ademais doutros coñecementos implícitos no estudo dos sistemas intelixentes.

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código

A2	Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
A4	Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións, e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan, a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades.
A5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser, en grande medida, autodirixido e autónomo.
B3	Coñecemento en materias básicas e tecnolóxicas que os capacite para a aprendizaxe de novos métodos e teorías, e os dote de versatilidade para adaptarse a novas situacións.
B5	Coñecementos para a realización de medicións, cálculos, valoracións, taxacións, peritaxes, estudos, informes, planes de labores e outros traballos análogos.

### Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Deseñar produtos e servizos intelixentes aplicados no campo da enxeñaría biomédica.	A2 A4 B5
Capacidade para representar a intelixencia e a experiencia humana co fin de axudar a resolver problemas complexos e servir de apoio na toma de decisións en biomedicina	A2 A4 A5 B3 B5

### Contidos

Tema	
1. Sistemas Intelixentes	1.1. Definición de Sistema Intelixente dentro do campo da Intelixencia Artificial. 1.2. Produtos e servizos intelixentes no sector biomédico. 1.3. Evolución dos sistemas intelixentes: do razoamento simbólico aos métodos estatísticos de aprendizaxe.
2. Representación do Coñecemento	2.1. Sistemas baseados no coñecemento. 2.2. Representación lóxica do coñecemento. 2.3. Principios de lóxica proposicional e de primeira orde. 2.4. Mecanismos de inferencia. 2.5. Aplicacións en produtos e servizos para a enxeñaría biomédica.
3. Incerteza e Risco	3.1. Definición no contexto da enxeñaría biomédica das decisións de enxeñaría. 3.2. Clasificación e tipos de incerteza. 3.3. Decisións con incerteza. 3.4. Xestión da incerteza. 3.5. Definición empírica do risco asociado á incerteza. 3.6. A incerteza e o risco no sector biomédico.
4. Sistemas Expertos	4.1. Definición e contextualización teórica. 4.2. Tipos e compoñentes de sistemas expertos. 4.3. Desenvolvemento de sistemas expertos. 4.4. Modelos deterministas e modelos estocásticos. 4.5. Enfoques inferenciais. 4.6. Aplicacións en produtos e servizos para a enxeñaría biomédica.
5. Algoritmos de Aprendizaxe Automática. Algoritmos de regresión, clasificación e agrupación	5.1. A aprendizaxe automática: Definición aplicada a enfoques non conexionistas. 5.2. Os modelos de regresión. 5.3. Os modelos de clasificación. 5.4. Os modelos de agrupación. 5.5. Pretratamiento de datos. 5.6. Métodos de adestramento. 5.7. Técnicas de aumento controlado de datos. 5.8. Aplicacións en produtos e servizos para a enxeñaría biomédica.
6. Redes Neurais	6.1. Definición e contextualización teórica. 6.2. O paradigma conexionista fronte ao simbólico. 6.3. Tipos e arquitecturas usuais. 6.4. Métodos de adestramento. 6.5. Tipos de aprendizaxe: supervisado, non supervisado, reforzado. 6.6. Aplicacións en produtos e servizos para a enxeñaría biomédica.

7. Algoritmos Evolutivos	7.1. Definición e contextualización teórica. 7.2. Programación e estratexias evolutivas. 7.3. Programación e algoritmos xenéticos. 7.4. Operadores de algoritmos xenéticos. 7.5. Aplicacións en produtos e servizos para a enxeñaría biomédica.
8. Sistemas de Soporte á Decisión	8.1. Definición e contextualización teórica. 8.2. Compoñentes e desenvolvemento. 8.3. Relación cos sistemas intelixentes. Funcionamento complementario. 8.4. Verificación, validación e contraste de resultados. 8.5. Procura da mellor hipótese. 8.6. Aplicacións de sistemas biomédicos de decisión.
Prácticas. Implementación práctica dun sistema intelixente sobre produtos e servizos no ámbito da enxeñaría biomédica. Ao longo das prácticas os alumnos deberán deseñar, desenvolver e probar de forma conceptual un novo sistema intelixente que integre, polo menos, un modelo inferencial simbólico ou estatístico. Tras iso deberán aplicalo como ferramenta de soporte á decisión clínica.	1. Definición do problema dentro do sector da enxeñaría biomédica. 2. Avaliación da súa relevancia e integración cun produto ou servizo intelixente. 3. Procura de solucións no campo da intelixencia artificial. 4. Identificación de criterios, variables, descritores e calquera outra información relevante. 5. Proposta de diagrama conceptual de solución e avaliación do fluxo de datos. 6. Implementación da solución. 7. Validación de resultados. 8. Difusión, comunicación e presentación da solución proposta.

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	18	15	33
Resolución de problemas	2	0	2
Prácticas de laboratorio	8	2	10
Prácticas con apoio das TIC	4	1	5
Exame de preguntas obxectivas	1.5	4	5.5
Exame de preguntas de desenvolvemento	2.5	6	8.5
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	4.5	4.5
Práctica de laboratorio	0	24	24
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	0	20	20

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Os contidos teóricos serán expostos polo profesor durante as clases complementados a través do debate e interpretación dos mesmos. Estarán coordinados coas actividades prácticas programadas.
Resolución de problemas	De forma complementaria á exposición dos contidos teóricos iranse expondo e resolvendo diferentes exercicios de aplicación dos mesmos que os alumnos deberán resolver dun modo comprensivo e xustifico.
Prácticas de laboratorio	En grupos, os alumnos da materia, baixo a titorización e control do profesor, deberán desenvolver e implementar un sistema intelixente aplicado a un produto ou servizo dentro da enxeñaría biomédica.
Prácticas con apoio das TIC	No desenvolvemento das prácticas da materia os alumnos deberán empregar de forma activa diferentes tecnoloxías da información e a comunicación chegando mesmo a implementar algunha delas.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Prácticas de laboratorio	Proposición e revisión de resultados de actividades de apoio á aprendizaxe de maneira individualizada ou en pequenos grupos de alumnos. Levarase a cabo un seguimento axeitado do traballo dos alumnos para verificar que se aplican as boas prácticas explicadas nas clases de teoría, e que se seguen as recomendacións procedimentais proporcionadas polo profesor. As sesións de titorización poderán realizarse por medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, etc.) baixo a modalidade de concertación previa do lugar virtual, data e hora.

### Avaliación

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe

Exame de preguntas obxectivas	Durante a impartición da materia realizaranse unha serie de cuestionarios de avaliación de resposta curta e obxectiva referidos aos temas de teoría, ben considerando o conxunto de todos os temas ou ben particularizando en cada un deles.	20	A2 A5	B3
Exame de preguntas de desenvolvemento	Ao finalizar a docencia da materia celebrarase un exame que incluírá preguntas de desenvolvemento relativos aos seus contidos teóricos e prácticos.	25	A2 A5	B3 B5
Resolución de problemas e/ou exercicios	Os problemas resoltos nas clases, tras ser revisados e corrixidos, poderán ser recollidos e complementados con outros novos. Todos eles deberán ser comentados e xustificados para, finalmente, ser entregados. Valorarase a súa comprensión, explicación e xustificación detallada.	5	A2 A5	B3 B5
Práctica de laboratorio	Nas prácticas da materia deberase deseñar, desenvolver e implementar un sistema intelixente que dea resposta a un problema real existente no sector da enxeñaría biomédica. Devandito sistema exemplificarase e fusionará cun produto ou servizo biomédico habitual. Valorarase, entre outras cuestións, a definición correcta do problema, a súa relevancia e grao de complexidade, a esixencia na adquisición de coñecementos, a identificación de variables e criterios, a evolución na formulación da solución ademais do grao de autonomía do alumno e o seu labor na identificación da solución. Durante as prácticas, poderíanse plantexar entregas periódicas obrigatorias e reunións individuais e/ou grupais.	15	A4 A5	B3 B5
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	Ao finalizar as clases deberase realizar un informe técnico completo dos resultados alcanzados durante as prácticas da materia. En devandito informe deberase describir a solución (servizo ou produto intelixente) alcanzada xustificándoa de forma apropiada. Incluírase, polo menos, unha introdución ao problema, unha descrición conceptual e metodolóxica detallada, un exemplo de aplicación, unha discusión comparada e unhas conclusións xerais. Ademais, deberase entregar, nun ficheiro engadido, o código fonte comentado así como calquera outro desenvolvemento matemático necesario. Valorarase, entre outras cuestións, a xustificación teórica, a arquitectura da solución, a súa xestión da incerteza e o grao no que resolve o problema inicialmente exposto. Outros aspectos que se considerarán serán a redacción, exposición técnica, implicación do alumno nas clases e no traballo, o axuste aos tempos de entrega e a posible exposición e defensa da solución alcanzada.	35	A4 A5	B5

### Outros comentarios sobre a Avaliación

A avaliación da materia contempla a valoración do traballo do estudante, tanto individual como grupal, presencial ou non presencial, realizada polo profesor e ponderada segundo o indicado no apartado de Avaliación.

Para determinar a cualificación de todas as probas de avaliación empregarase un sistema de valoración numérica con valores comprendidos entre 0,0 e 10,0 puntos, atendendo á lexislación vixente (R.D. 1125/2003 do 5 de setembro, BOE. Nº 224 de 18 de setembro). En calquera caso a materia considérase superada cando a cualificación obtida iguale ou supere os 5,0 puntos sobre 10.

**A materia presenta dúas modalidades diferenciadas na súa primeira convocatoria de avaliación: a avaliación continua e a avaliación non continua ou global.** En segunda convocatoria, a avaliación realizarase unicamente a través do exame global correspondente.

### Comentarios para Primeira Convocatoria / Convocatoria Ordinaria

O alumno pode seguir as modalidades antes expostas

#### - Modalidade de avaliación continua

Nesta modalidade os alumnos lograrán superar a materia se obteñen unha puntuación mínima de cinco puntos (5,0) sobre 10 sen que sexa preciso que realicen a proba correspondente á convocatoria ordinaria. Cada proba de avaliación será valorada sobre 10 puntos. Esíxese obter un mínimo de 5,0 puntos sobre 10 en cada unha das probas de avaliación así como en cada parte ou subparte das devanditas probas para poder superar a materia. Os alumnos que non superasen a avaliación continua, é dicir, que non teñan aprobado todas e cada unha das probas de avaliación fixadas, deberán realizar as respectivas recuperacións, presentándose, no seu caso, ao exame de segunda convocatoria. Todo iso sen prexuízo das consideracións e matizacións que o profesor considere adecuadas e oportunas.

## **- Modalidade de avaliación non continua ou global**

Ao comezo do curso os alumnos matriculados posúen un prazo, fixado pola Escola de Enxeñería Industrial, para renunciar de forma explícita á avaliación continua. Neste caso, unha vez solicitada e confirmada, o alumno solicitante deberá comunicar tal efecto ao profesor.

O alumno que renuncie á avaliación continua para superar a materia deberá realizar un exame final único, na data fixada pola Escola para a Primeira Convocatoria que contemplará todos os contidos teóricos e prácticos da materia e incluírá preguntas de resposta curta, de resposta longa, resolución de problemas e desenvolvemento de supostos prácticos. Ademais, será preciso deseñar e xustificar o funcionamento dun sistema intelixente implementado nun produto ou servizo dentro da enxeñería biomédica. Os alumnos deben alcanzar unha nota mínima de 5,0 puntos sobre 10; no global e en todas e cada unha das devanditas probas; para aprobar a materia.

---

## **Comentarios para Segunda Convocatoria / Convocatoria Extraordinaria**

Aqueles alumnos que non superasen a materia na Convocatoria Ordinaria, en calquera das modalidades antes sinaladas terán unha segunda oportunidade para aprobar a materia realizando o exame de segunda convocatoria na data fixada pola Escola de Enxeñería Industrial.

O exame de segunda convocatoria contemplará todos os contidos teóricos e prácticos da materia e incluírá preguntas de resposta curta, de resposta longa, resolución de problemas e desenvolvemento de supostos prácticos. Ademais, será preciso deseñar e xustificar o funcionamento dun sistema intelixente implementado nun produto ou servizo dentro da enxeñería biomédica. Os alumnos deben alcanzar unha nota mínima de 5,0 puntos sobre 10; no global e en todas e cada unha das devanditas probas; para aprobar a materia.

---

## **Comportamento ético**

Agárdase que o alumno presente un comportamento ético adecuado. No caso de detectar un comportamento non ético (copia, plaxio, utilización de aparellos electrónicos non autorizados, etc...) considerarase que o alumno non reúne os requisitos necesarios para superar a materia. Neste caso a cualificación global no presente curso académico será de suspenso (0.0). Non se permitirá a utilización de ningún material docente nin dispositivo electrónico durante as probas de avaliación salvo autorización expresa. O feito de introducir material ou un dispositivo electrónico non autorizado na aula de exame será considerado motivo de non superación da materia no presente curso académico e a cualificación global será de suspenso (0.0).

---

## **Bibliografía. Fontes 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 Pancierz, 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

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

---

## Recomendacións

---

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Estatística avanzada para a enxeñaría biomédica/V04M192V01101

### Outros comentarios

Recoméndase encarecidamente que os alumnos que cursen esta materia posúan coñecementos previos de programación sobre todo en contornas de cálculo numérico.

Así mesmo recoméndase que poidan ler, interpretar e comprender textos escritos en inglés.

---