

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y DATOS BIOMÉDICOS		
Materia	INGENIERÍA CLÍNICA		
Módulo	--		
Titulación	MÁSTER EN INGENIERÍA BIOMÉDICA		
Plan	723	Código	55376
Periodo de impartición	1 ^{er} CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	MARÍA GARCÍA GADAÑÓN JAVIER GÓMEZ PILAR GONZALO CÉSAR GUTIÉRREZ TOBAL BIAGIO MANDRACCHIA		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	maria.garcia.gadanon@uva.es javier.gomez.pilar@uva.es gonzalocesar.gutierrez@uva.es biagio.mandrachia@uva.es		
Departamentos	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		
Fecha de revisión por el Comité de Título	24 de junio de 2024		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

Esta asignatura se imparte en el primer cuatrimestre del Máster de Ingeniería Biomédica, como parte de la materia “Ingeniería Clínica”, que consta de cuatro asignaturas obligatorias (Modelos de gestión de organizaciones sanitarias, Inteligencia artificial y datos biomédicos, Tecnologías en equipamiento biomédico y Organización e infraestructuras hospitalarias).

La asignatura se centra en el desarrollo de modelos de ayuda a la toma de decisiones clínicas mediante la aplicación de métodos de inteligencia artificial sobre datos biomédicos de diferente naturaleza. Se parte de los modelos tradicionales de *machine learning* basados en conjuntos de características particulares derivadas de los datos biomédicos (*feature engineering*) y se pasa posteriormente a tratar enfoques más actuales basados en *deep learning* que emplean los datos biomédicos (señales o imágenes) “crudos”, para aprender los descriptores o características de interés. Como etapa final, se estudian diferentes métodos de *eXplainable Artificial Intelligence*, con el objetivo de identificar la información que más influye en la decisión del modelo, aspecto que permite realizar una interpretación justificada de los resultados de cara a la toma de decisiones clínicas, controlar errores y mejorar los modelos, así como descubrir nuevo conocimiento sobre los problemas biológicos subyacentes.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura está relacionada con las asignaturas “Big Data en el Ámbito de la Salud”, que se ocupa del procesado multidimensional de conjuntos masivos de datos de naturaleza clínica bajo el enfoque de Big Data, “Adquisición y Procesado de Imagen de Resonancia Magnética”, donde se estudian diferentes métodos de procesado de resonancia magnética, “Mecanismos de Regulación en Sistemas Fisiológicos”, en la que se estudian los mecanismos de homeostasis presentes en los sistemas fisiológicos y “Neuroingeniería”, que introduce nuevas técnicas que permiten estudiar la organización, la estructura y el comportamiento del cerebro, así como las interacciones entre éste y los restantes sistemas biológicos del cuerpo humano.

1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura.



2. Competencias

2.1 Competencias

CM-IC-4: Saber interpretar las predicciones de los modelos automáticos, en términos de los datos de entrada y del contexto del problema particular bajo estudio, para extraer conclusiones útiles en el diseño de sistemas de ayuda a la toma de decisiones clínicas.

2.2 Conocimientos

CN-IC-4: Conocer modelos de ayuda a la toma de decisiones clínicas mediante la aplicación de métodos de inteligencia artificial sobre datos biomédicos de diferente naturaleza.

2.3 Habilidades y destrezas

HD-IC-2: Implementar, optimizar y aplicar métodos automáticos procedentes de los diferentes enfoques y arquitecturas de inteligencia artificial para resolver necesidades y problemas relacionados con la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.





3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Crear estructuras de datos complejas con información sobre la salud o condición clínica de las personas/pacientes (señales e imágenes biomédicas, datos clínicos) como entrada a los diferentes tipos de algoritmos de inteligencia artificial.
- Implementar, optimizar y aplicar métodos automáticos procedentes de los diferentes enfoques y arquitecturas de inteligencia artificial para resolver necesidades y problemas relacionados con la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- Determinar el enfoque y algoritmo de inteligencia artificial más adecuado para la resolución de los diferentes tipos de problemas en el ámbito clínico, desde el diagnóstico y tratamiento hasta la prevención de enfermedades.
- Profundizar en los principios fundamentales de diseño y de funcionamiento de las técnicas de inteligencia artificial para obtener modelos/sistemas de procesado automático óptimos a la vez que robustos y generalizables.
- Integrar en entornos clínicos los modelos automáticos diseñados, actualizándolos y adaptándolos a la práctica clínica real.
- Profundizar en las razones que llevan a los modelos automáticos a tomar las decisiones alcanzadas, para poder identificar las regiones (señales e imágenes) y patrones (datos biomédicos) más relevantes y actuar sobre ellos en beneficio de los pacientes.

4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Inteligencia Artificial y Datos Biomédicos

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

a. Contextualización y justificación

Véase apartado 1.1.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar el bloque el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer diferentes tipos de señales e imágenes médicas, cómo se obtienen y cómo se pueden utilizar en el marco de la inteligencia artificial para la toma de decisiones orientadas a la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- Conocer, comprender y aplicar las principales técnicas de aprendizaje máquina (*machine learning*) convencional basado en vectores de características y los principales métodos de extracción y selección de las mismas en el contexto del análisis de señales e imágenes médicas.
- Comprender las diversas arquitecturas y herramientas asociadas al aprendizaje profundo o *deep learning* para el análisis de señales e imágenes médicas.
- Entender la utilidad de las técnicas de *Explainable Artificial Intelligence* y aplicarlas en contextos reales.
- Manejar adecuadamente lenguajes de programación para implementar métodos de procesamiento de señal e imagen médica.

c. Contenidos

Tema 1. Principales señales e imágenes biomédicas y su relación con las enfermedades

- Principales señales biomédicas: cardíacas, cerebrales, musculares, respiratorias, etc.
- Modalidades de imagen médica: imagen oftalmológica, resonancia magnética, ultrasonidos, tomografía, rayos-X, microscopía, etc.
- Datos biomédicos adicionales: sintomatología, análisis molecular y genético, biomarcadores, expresión génica y epigenética, etc.

Tema 2. Sistemas de ayuda a la toma de decisiones. Enfoque de *feature engineering*.

- Introducción al aprendizaje máquina. Conceptos fundamentales
- Extracción de características
- Selección de características y reducción de dimensionalidad
- Métodos de aprendizaje máquina (*machine learning*)

Tema 3. *Deep learning*: un cambio de paradigma.

- *Deep neural networks: definición y arquitecturas principales*
- *Redes pre-entrenadas, transfer learning y data augmentation*
- *Deep reinforcement learning*
- *Unsupervised deep learning*
- *Model-based learning: physics- and biology-informed networks*

Tema 4. *Explainable Artificial Intelligence*

- La importancia de explicar las predicciones derivadas de la inteligencia artificial
- Clasificación de métodos XAI
- Implementación de métodos XAI: Métodos SHAP y GradCam
- Aplicación de métodos de *Explainable Artificial Intelligence*.

Tema 5. Ejemplos de aplicación

- Análisis de señal: señales cardiacas, respiratorias, electroencefalografía, magnetoencefalografía, saturación de oxígeno, genética, etc.
- Análisis de imagen: imágenes oftalmológicas, tomografía de coherencia óptica, resonancia magnética, imágenes histopatológicas, etc.
- Análisis multimodal: redes de correlación/asociación ponderada, datos ómicos, radiómica, etc.

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa (transparencias).
- Estudio de casos prácticos (seminarios).
- Estudio de casos mediante prácticas de laboratorio.
- Aprendizaje colaborativo.

e. Plan de trabajo

La siguiente Tabla refleja la distribución orientativa de actividades en Aula. Las horas de teoría y seminarios se indican de forma conjunta, mientras los laboratorios se especifican para cada práctica.

Temas	Duración aproximada (horas presenciales)	Periodo previsto de desarrollo
Presentación de la asignatura	1 hora	Semana 1
TEMA 1. Principales señales e imágenes biomédicas y su relación con las enfermedades	3 horas	Semana 1
TEMA 2. Sistemas de ayuda a la toma de decisiones. Enfoque de <i>feature engineering</i>	6 horas	Semanas 3-5
TEMA 3. <i>Deep learning</i> : un cambio de paradigma	6 horas	Semanas 6-8
TEMA 4. <i>Explainable Artificial Intelligence</i>	5 horas	Semanas 10-12
TEMA 5. Ejemplos de aplicación	3 horas	Semanas 13-14
SEMINARIO 1. Señales e imágenes médicas	2 horas	Semana 2
SEMINARIO 2. Técnicas de <i>Deep learning</i>	2 horas	Semana 9
	2 horas	Semanas 12-13



SEMINARIO 3. Técnicas de <i>Explainable Artificial Intelligence</i>		
LABORATORIO 1. Señales e imágenes médicas	2 horas	Semana 2
LABORATORIO 2. Aprendizaje basado en <i>feature engineering</i>	6 horas	Semanas 3-5
LABORATORIO 3. <i>Deep Learning</i>	8 horas	Semanas 6-9
LABORATORIO 4. <i>Explainable Artificial Intelligence</i>	8 horas	Semanas 10-13
LABORATORIO 5. Aplicaciones en señales biomédicas	6 horas	Semana 14-15

f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba final sobre contenidos teóricos y prácticos.
- Cuestionarios sobre los seminarios.
- Test de prácticas asociadas a los laboratorios.

g Material docente

Se puede consultar la "Lista de Lectura" de la asignatura en la plataforma Leganto de la biblioteca de la UVa a través del siguiente enlace:

https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists/7209169450005774?auth=SAML

g.1 Bibliografía básica

- L. Sörmno, P. Laguna. "Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications", Academic Press, 2005.
- P. Suetens. "Fundamentals of Medical Image", Cambridge University Press, 3ª Ed. 2017.
- C.M. Bishop. "Pattern recognition and Machine Learning", Springer, 2006.
- I. Guyon, A. Elisseeff. "An introduction to variable and feature selection", Journal of Machine Learning Research 3 (2003) 1157-1182.
- I. Godfellow, Y. Bengio, A. Courville. "Deep Learning", MIT Press, 2016.
- C. Molnar. "Interpretable machine learning". Lulu. com, 2020.
- S.M. Lundberg, S-I. Lee. "A unified approach to interpreting model predictions." *Advances in neural information processing systems* 30 (2017).

g.2 Bibliografía complementaria



- I.H. Witten, E. Frank, M.A. Hall. "Data Mining: Practical machine learning tools and techniques". Morgan Kaufmann, 2011.
- A. Géron. "Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow", 2ª Ed. O'Reilly, 2019.
- A. Amina, M. Berrada. "Peeking inside the black-box: a survey on explainable artificial intelligence (XAI)," IEEE Access 6 (2018): 52138-52160.
- J. Howard, S. Gugger. "Deep Learning for Coders with fastai and PyTorch". O'Reilly Media, 2020.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Todos los recursos telemáticos necesarios para cursar la asignatura se enlazarán a través de la página de la asignatura en el Campus Virtual.

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Documentación de apoyo.
- Pizarra, ordenador y cañón de proyección en las aulas para las clases magistrales participativas.
- Entorno de trabajo en la plataforma *Moodle* ubicado en el Campus Virtual de la UVa.
- Acceso a revistas científicas y técnicas cuya temática esté relacionada con la Ingeniería Biomédica, a través de la Biblioteca de la UVa.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6 ECTS	Semanas 1 a 15

5. Métodos docentes y principios metodológicos

A lo largo de la asignatura, se combinarán diferentes métodos docentes para conseguir que los alumnos adquieran las competencias indicadas en el Apartado 2:

- Actividades presenciales:
 - Clases de teoría. Lección magistral participativa y debate.
 - Seminarios. Casos de estudio y trabajo en grupo.
 - Prácticas de laboratorio.
- Actividades no presenciales:
 - Trabajo individual. Estudio/trabajo personal.
 - Trabajo en grupo. Se desarrollarán competencias de trabajo en equipo, así como la resolución práctica de problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	24	Estudio bajo tutela del profesor	30
Clases prácticas de aula (A)	0	Estudio y trabajo autónomo del alumno	60
Laboratorios (L)	30		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	6		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
Total presencial	60	Total no presencial	90
TOTAL presencial + no presencial			150

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen escrito sobre contenidos teóricos	50%	Evaluación de los conceptos teóricos adquiridos.
Cuestionarios o informes asociados a los seminarios	20%	Evaluación de los seminarios realizados a lo largo de la asignatura.
Examen práctico de laboratorio	30%	Evaluación de las prácticas de laboratorio.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - La calificación de la convocatoria ordinaria se obtendrá mediante la suma de las calificaciones obtenidas en los instrumentos de evaluación indicados en la tabla anterior.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se mantiene la calificación obtenida en las memorias y presentaciones asociadas a los seminarios, así como en los cuestionarios de laboratorio. El 50% restante de la calificación se obtendrá mediante la realización del examen final de la asignatura.

(*) Se entiende por convocatoria extraordinaria la segunda convocatoria.

8. Consideraciones finales

En el curso del Campus Virtual de la UVa correspondiente a la asignatura se incluirá la programación semanal de la asignatura, los enlaces indexados a la bibliografía y a otras páginas web de interés para la materia, así como los recursos necesarios para los alumnos.

