



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**105001033 - Aprendizaje Automático Ii**

### PLAN DE ESTUDIOS

10CD - Grado En Ciencia De Datos E Inteligencia Artificial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	105001033 - Aprendizaje Automático II
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	10CD - Grado en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	10 - E.T.S. De Ingenieros Informáticos
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Daniel Manrique Gamo		daniel.manrique@upm.es	Sin horario.
Martin Molina Gonzalez (Coordinador/a)		martin.molina@upm.es	Sin horario.
Bojan Mihaljevic		b.mihaljevic@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Aprendizaje Automático I
- Inteligencia Artificial
- Probabilidades Y Estadística Ii
- MÉtodos ClÁSicos Para PredicciÓn

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Idioma inglés. Aunque las presentaciones orales de esta asignatura se hacen en español, gran parte del material escrito utilizado están en inglés (por ejemplo, diapositivas utilizadas en clase o bibliografía recomendada).

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB01 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CB02 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB05 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CE11 - Capacidad para aplicar métodos generales de ciencia de datos e inteligencia artificial para desarrollar software que explote los datos de un dominio concreto científico o de negocio.

CE15 - Capacidad para describir y aplicar las técnicas de aprendizaje automático y estadística avanzada que permitan transformar los datos en conocimiento y proporcionar sistemas capaces de resolver problemas de

clasificación supervisada y no supervisada, así como de búsqueda de relaciones de independencia condicional entre variables relacionadas.

CE18 - Capacidad de diseñar y construir soluciones basadas en redes de neuronas artificiales para problemas en el ámbito del título, como son los de clasificación y estimación.

CG01 - Capacidad de trabajo en equipo, en entornos interdisciplinarios y complejos, negociando y resolviendo conflictos, diseñando soluciones eficientes, fiables, robustas y responsables.

CG06 - Identificar y utilizar las tecnologías de la información y las comunicaciones más adecuadas en el ámbito de la ingeniería.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA104 - RA-IA-11 Conocer y aplicar métodos de aprendizaje automático probabilísticos y no probabilísticos, y su combinación mediante ensembles

RA105 - RA-IA-13 Conocer los fundamentos de las técnicas de aprendizaje profundo y aplicar las técnicas adecuadas a cada problema

RA94 - RA-IA-10 Generar, evaluar y optimizar modelos de aprendizaje automático

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El aprendizaje automático es uno de los campos de estudio en inteligencia artificial que ha obtenido grandes logros, por ejemplo, en problemas de visión artificial, de reconocimiento del lenguaje natural o de control de robots autónomos. Dentro del aprendizaje automático, se pueden distinguir diferentes tipos de métodos que son aplicables a diversas clases de problemas. Esta asignatura se centra principalmente en métodos basados en redes de neuronas artificiales y en métodos de aprendizaje de modelos probabilísticos.

Dentro del enfoque basado en redes de neuronas artificiales, se presentan métodos de aprendizaje profundo y aprendizaje por refuerzo. Los algoritmos de aprendizaje profundo (*deep learning* en inglés) han mostrado su capacidad para aprender de forma eficaz modelos a partir de conjuntos de datos de grandes dimensiones. En la asignatura se presenta en primer lugar una visión general del aprendizaje profundo junto con estrategias para entrenar redes tales como mecanismos de aceleración de la optimización, inicialización, normalización, regularización, etc. Se presenta también el aprendizaje por refuerzo (*reinforcement learning* en inglés) que permite a un agente aprender mediante la obtención de sucesivas recompensas durante la interacción con entornos

dinámicos. En esta parte, se realiza una introducción que muestra los fundamentos generales del aprendizaje por refuerzo y, después, se describen diversos algoritmos que hacen uso de redes neuronales profundas basados en *Q-learning* y en *policy gradient*.

Por otra parte, la asignatura describe métodos de aprendizaje de modelos probabilísticos. En esta parte, se presenta en primer lugar una introducción con fundamentos de aprendizaje en este campo (por ejemplo, conceptos básicos de probabilidad multivariante, clasificación y regresión probabilística, etc.) y tras ello se presenta el modelo *naive Bayes*. Después, se describen métodos de aprendizaje de redes bayesianas, un formalismo que permite representar y hacer inferencia con distribuciones de probabilidad sobre múltiples variables mediante el uso de independencias condicionales. Seguidamente, se presentan métodos de *clustering* basados en la estimación de densidad y, en concreto, mediante mixturas de gaussianas con el algoritmo EM. Finalmente, la asignatura presenta soluciones para combinar métodos de aprendizaje supervisados, motivando tal combinación principalmente desde una perspectiva estadística. En esta parte incluye, por ejemplo, los métodos denominados *boosting*, *bagging* y *random forest* entre otros.

Como resultado de cursar esta asignatura los estudiantes deberán ser capaces de explicar los fundamentos teóricos de los métodos de aprendizaje presentados manejando su formalización matemática, deberán poder enumerar aplicaciones en donde se han utilizado con éxito y, además, deberán ser capaces de aplicar de forma práctica los algoritmos utilizados en clase utilizando lenguajes informáticos y bibliotecas software especializadas en aprendizaje automático.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. Aprendizaje profundo

- 1.1. Redes neuronales profundas
- 1.2. Métodos de entrenamiento en aprendizaje profundo
- 1.3. Arquitecturas de redes neuronales profundas

### 2. Aprendizaje por refuerzo

- 2.1. Fundamentos del aprendizaje por refuerzo y tipos de algoritmos
- 2.2. Algoritmos basados en Q-learning con redes neuronales
- 2.3. Algoritmos basados en policy gradient con redes neuronales

### 3. Aprendizaje de modelos probabilísticos

- 3.1. Fundamentos del aprendizaje de modelos probabilísticos
- 3.2. Naive Bayes

3.3. Aprendizaje de redes bayesianas

3.4. Clustering probabilístico: Algoritmo EM

4. Métodos combinados de aprendizaje

4.1. Boosting

4.2. Bagging y random forest

4.3. Otros métodos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 1.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 1.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 1.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

7	<p><b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p><b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
9	<p><b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p><b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Examen Temas 1 y 2</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Examen Temas 1 y 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Trabajo práctico Temas 1 y 2</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
11	<p><b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p><b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p><b>Tema 4.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

15	<p><b>Tema 4.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
16				<p><b>Examen Temas 1 y 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Examen Temas 3 y 4</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Trabajo práctico Temas 3 y 4</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Trabajo práctico Temas 1 y 2</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Global No presencial Duración: 00:00</p>
17				

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Examen Temas 1 y 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	4 / 10	CB01 CB02 CB05 CG01 CG06 CE11 CE15 CE18
10	Trabajo práctico Temas 1 y 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	25%	2 / 10	CB01 CB02 CB05 CG01 CG06 CE11 CE15 CE18
16	Examen Temas 3 y 4	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	4 / 10	CB01 CB02 CB05 CG06 CE11 CE15
16	Trabajo práctico Temas 3 y 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	25%	2 / 10	CB01 CB02 CB05 CG01 CG06 CE11 CE15

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-----	-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

16	Examen Temas 1 y 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	4 / 10	CB01 CB02 CB05 CG06 CE11 CE15 CE18
16	Examen Temas 3 y 4	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	4 / 10	CB01 CB02 CB05 CG06 CE11 CE15
16	Trabajo práctico Temas 3 y 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	25%	2 / 10	CB01 CB02 CB05 CG01 CG06 CE11 CE15
16	Trabajo práctico Temas 1 y 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	25%	2 / 10	CB01 CB02 CB05 CG01 CG06 CE11 CE15 CE18

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Temas 1 y 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	4 / 10	CB01 CB02 CB05 CG06 CE11 CE15 CE18

Examen Temas 3 y 4	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	4 / 10	CB01 CB02 CB05 CG06 CE11 CE15
Trabajo práctico Temas 1 y 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	25%	2 / 10	CB01 CB02 CB05 CG01 CG06 CE11 CE15 CE18
Trabajo práctico Temas 3 y 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	25%	2 / 10	CB01 CB02 CB05 CG01 CG06 CE11 CE15

## 7.2. Criterios de evaluación

Las calificaciones parciales y finales se hacen en la escala de 0 a 10. Para aprobar el curso se requiere que la nota final G sea  $G \geq 5$ .

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Moodle UPM	Recursos web	
Bibliografía	Bibliografía	Artículos y libros recomendados durante el curso

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Se utilizan diferentes métodos docentes en el desarrollo de la asignatura:

- 1) Los profesores realizan presentaciones en el aula, utilizando diapositivas compartidas con los alumnos, para impartir clases teóricas (método "lección magistral") y clases de problemas.
- 2) Los alumnos realizan trabajos siguiendo el método denominado "aprendizaje basado en retos". Los retos planteados deben ser resueltos de forma práctica y colaborativa en grupos de alumnos.
- 3) Los alumnos utilizan herramientas software especializadas para realizar trabajos prácticos tales como: lenguajes de programación, bibliotecas software de aprendizaje automático y herramientas para ejecución de programas.

Esta asignatura está relacionada con el ODS9 "Objetivo de Desarrollo Sostenible 9" (Industria, innovación e infraestructura) definido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo ([www.undp.org](http://www.undp.org)) en lo referente a innovación e investigación científica en tecnologías de la información.