



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de
Sistemas Informáticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

615001033 - Aprendizaje Automático Ii

PLAN DE ESTUDIOS

61CD - Grado En Ciencia De Datos E Inteligencia Artificial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - 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

Nombre de la asignatura	615001033 - Aprendizaje Automático II
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	61CD - Grado en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial
Centro responsable de la titulación	61 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería De Sistemas Informáticos
Curso académico	2024-25

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Alberto Diaz Alvarez (Coordinador/a)	4122	alberto.diaz@upm.es	Sin horario. Consultar en el aula virtual
Francisco Serradilla Garcia	4121	francisco.serradilla@upm.es	Sin horario. Consultar en el aula virtual

* 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

- Métodos Clásicos Para Predicción
- Inteligencia Artificial
- Probabilidades Y Estadística Ii
- Aprendizaje Automático I

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

RA119 - Conocer los fundamentos de las técnicas de aprendizaje profundo y aplicar las técnicas adecuadas a cada problema.

RA118 - Conocer y aplicar métodos de aprendizaje automático probabilísticos y no probabilísticos, y su combinación mediante ensembles

RA117 - 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 red neuronal 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	Exposiciones de teoría - Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas de laboratorio - Tema 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2	Exposiciones de teoría - Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas de laboratorio - Tema 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	Exposiciones de teoría - Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas de laboratorio - Tema 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	Exposiciones de teoría - Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas de laboratorio - Tema 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Cuestionario de evaluación - Tema 1 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:20
5	Exposiciones de teoría - Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas de laboratorio - Tema 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tutorías grupales Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	Desarrollo y entrega de la memoria de la práctica realizada en laboratorio - Tema 1 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 12:00 Evaluación de los aspectos teóricos de la práctica - Tema 1 PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00
6	Exposiciones de teoría - Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas de laboratorio - Tema 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	Exposiciones de teoría - Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas de laboratorio - Tema 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	Exposiciones de teoría - Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas de laboratorio - Tema 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Cuestionario de evaluación - Tema 2 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:20

9	<p>Exposiciones de teoría - Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Prácticas de laboratorio - Tema 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tutorías grupales Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p>Desarrollo y entrega de la memoria de la práctica realizada en laboratorio - Tema 2 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 12:00</p> <p>Evaluación de los aspectos teóricos de la práctica - Tema 2 PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00</p>
10	<p>Exposiciones de teoría - Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Prácticas de laboratorio - Tema 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
11	<p>Exposiciones de teoría - Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Prácticas de laboratorio - Tema 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p>Exposiciones de teoría - Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Prácticas de laboratorio - Tema 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Cuestionario de evaluación - Tema 3 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:20</p>
13	<p>Exposiciones de teoría - Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Prácticas de laboratorio - Tema 4 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tutorías grupales Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p>Desarrollo y entrega de la memoria de la práctica realizada en laboratorio - Tema 3 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 12:00</p> <p>Evaluación de los aspectos teóricos de la práctica - Tema 3 PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00</p>
14	<p>Exposiciones de teoría - Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Prácticas de laboratorio - Tema 4 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15	<p>Exposiciones de teoría - Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Prácticas de laboratorio - Tema 4 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Tutorías grupales Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p>Cuestionario de evaluación - Tema 4 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:20</p>
16				<p>Desarrollo y entrega de la memoria de la práctica realizada en laboratorio - Tema 4 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva No presencial Duración: 14:00</p>

17				<p>Evaluación de los aspectos teóricos de la práctica - Tema 4 PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 01:00</p> <p>Entrega y defensa de todas las prácticas o de las que no se hubieran superado por evaluación continua EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global No presencial Duración: 03:00</p> <p>Examen de teoría EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global No presencial Duración: 01:00</p>
----	--	--	--	--

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
4	Cuestionario de evaluación - Tema 1	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:20	2.5%	4 / 10	CB02 CB01 CE15 CB05 CE11 CE18
5	Desarrollo y entrega de la memoria de la práctica realizada en laboratorio - Tema 1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	12:00	12.5%	2 / 10	CG06 CG01 CE15 CE11 CE18
5	Evaluación de los aspectos teóricos de la práctica - Tema 1	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	01:00	10%	4 / 10	CB02 CB01 CG01 CE15 CB05 CE11 CE18
8	Cuestionario de evaluación - Tema 2	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:20	2.5%	4 / 10	CE15 CB05 CE11 CE18 CB02 CB01
9	Desarrollo y entrega de la memoria de la práctica realizada en laboratorio - Tema 2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	12:00	12.5%	2 / 10	CG06 CG01 CE15 CE11 CE18
9	Evaluación de los aspectos teóricos de la práctica - Tema 2	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	01:00	10%	4 / 10	CB02 CG06 CG01 CE15 CB05 CE11 CE18

12	Cuestionario de evaluación - Tema 3	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:20	2.5%	4 / 10	CB02 CB01 CE15 CB05 CE11 CE18
13	Desarrollo y entrega de la memoria de la práctica realizada en laboratorio - Tema 3	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	12:00	12.5%	2 / 10	CG01 CE15 CE11 CE18 CG06
13	Evaluación de los aspectos teóricos de la práctica - Tema 3	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	01:00	10%	4 / 10	CB02 CG01 CE15 CB05 CE11 CE18
15	Cuestionario de evaluación - Tema 4	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:20	2.5%	4 / 10	CB02 CB01 CE15 CB05 CE11 CE18
16	Desarrollo y entrega de la memoria de la práctica realizada en laboratorio - Tema 4	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	14:00	12.5%	4 / 10	CG06 CG01 CE15 CE11 CE18
17	Evaluación de los aspectos teóricos de la práctica - Tema 4	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	01:00	10%	2 / 10	CB02 CB01 CE15 CB05 CE18 CE11

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entrega y defensa de todas las prácticas o de las que no se hubieran superado por evaluación continua	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	03:00	50%	2 / 10	CE15 CE18 CE11 CG01 CG06
17	Examen de teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	50%	4 / 10	CB01 CB02 CB05 CE15 CE18 CE11

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	4 / 10	CB01 CB02 CB05 CE15 CE18 CE11
Entrega y defensa de todas las prácticas o de las que no se hubieran superado por evaluación continua	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	50%	2 / 10	CG01 CG06 CE15 CE18 CE11

7.2. Criterios de evaluación

La evaluación de la asignatura es sumativa, sin ningún mínimo en ninguna de las actividades. No obstante se propondrán diversas actividades opcionales con las que los estudiante podrán optar a una subida de nota no sumativa.

El resultado de la evaluación será la suma ponderada de la nota de cada actividad ponderada por su peso, más el término adicional por la entrega de actividades opcionales.

Para la evaluación extraordinaria se guardarán todas las notas obtenidas por evaluación continua, y el alumno entregará las actividades que no hubiera entregado en la convocatoria ordinaria o aquellas en las que la nota haya sido insuficiente para alcanzar el aprobado.

Los alumnos que vayan a la convocatoria global o extraordinaria sólo tendrán que examinarse de las actividades que no hubieran completado por evaluación progresiva.

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
Diapositivas de la asignatura	Recursos web	
Notebooks de la asignatura	Recursos web	
Equipos informáticos del aula	Equipamiento	
Moodle de la asignatura	Recursos web	
Vídeos demostrativos	Recursos web	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Sobre derechos de autor y propiedad intelectual

Todo el contenido y materiales ofrecidos en la asignatura están licenciados (salvo que se especifique lo contrario en el propio recurso) bajo la licencia Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), excepto en el caso del código fuente, que está licenciado bajo la Licencia Pública General de GNU versión 3.0.

Esto quiere decir muchas cosas, en general todas buenas, aunque no está de más revisar y comprender los términos y condiciones específicos de cada licencia antes de utilizar o redistribuir cualquier contenido. Por ejemplo, el lucro a través de la distribución del material desarrollado por los profesores es ilegal y constituye un delito.

Sobre pandemias, catástrofes y el reloj del fin del mundo

En previsión de posibles recidivas de la epidemia de COVID, la presente guía contempla la impartición de la asignatura en formato bimodal: todas las actividades formativas planificadas inicialmente como actividades presenciales, en caso de ser necesario pasarán a desarrollarse a través de plataformas online.

La comunicación con los docentes se efectuará preferentemente en los horarios de atención a los alumnos

aunque dependiendo de las consultas y de la disponibilidad podrá establecerse fuera de dichos horarios. Si las cuestiones se establecen por correo electrónico u otro mecanismo online se tratará que las contestaciones sean inmediatas siempre que sea posible. En cualquier caso, siempre se cumplirán las normas y restricciones definidas por la Universidad.

Las actividades se realizarán a través de Moodle y todos sus módulos o herramientas (foros, buzones, espacios de videoconferencia, etc.) o la plataforma que recomiende la ETSISI en el caso de que se trate de teleenseñanza. El correo electrónico generalmente es la mejor alternativa y también la más cómoda.

Código de conducta de la asignatura [1]

Se requiere que estudiantes y docentes acepten el siguiente código de conducta. La coordinación de la asignatura hará cumplir este código a lo largo del curso. Esperamos la colaboración de todos los participantes para ayudar a asegurar un ambiente seguro.

La versión rápida

Esta asignatura pretende ofrecer una experiencia libre de abusos para todas las personas, independientemente de su género, orientación sexual, discapacidad, apariencia física, talla, raza o religión. No toleramos abusos en ninguna de sus formas. El lenguaje e imágenes abusivos no son apropiados para ningún ámbito de la asignatura, incluidas diapositivas, trabajos entregados, comentarios en Moodle, X/Twitter y otros medios online. Las personas que violen estas reglas pueden ser sancionadas o expulsadas de las clases o exámenes.

La versión no tan rápida

Los abusos incluyen: comentarios ofensivos relativos a género, orientación sexual, discapacidad, apariencia física, talla, raza, religión, imágenes sexuales en espacios públicos, intimidación deliberada, acoso, persecución, fotografía o grabación de abusos, interrupciones continuadas de clases u otros eventos, contacto físico inapropiado y atención sexual no deseada.

Se espera que las personas instadas a parar cualquier comportamiento abusivo obedezcan inmediatamente.

Si una persona incurre en un comportamiento abusivo, la coordinación de la asignatura puede tomar cualquier acción que estime oportuna, incluyendo advertencias o expulsión de asistencia a clases.

Si estás sufriendo algún abuso, adviertes abusos sobre otra persona, o tienes alguna otra preocupación, por favor contacta con la coordinación de la asignatura inmediatamente.

La coordinación estará encantada de ayudar a contactar con la seguridad de la universidad o con las autoridades locales, proveer escolta o asistir de cualquier otra manera a las personas que estén sufriendo abusos para que se sientan seguras mientras dure la asignatura. Valoramos tu apoyo en este aspecto.

Esperamos que todos los participantes sigan estas reglas en todas las clases, talleres, tutorías, exámenes y eventos relacionados con la asignatura.

[1] Esta sección viene derivada de <https://confcodeofconduct.com>. Ayuda traduciendo o mejorando en <https://github.com/confcodeofconduct/confcodeofconduct.com>. Trabajo licenciado bajo Creative Commons Attribution 3.0 Unported License (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>).