



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

105001047 - Análisis Topológico De Datos Funcionales Para Modelos De Aprendizaje Automático

PLAN DE ESTUDIOS

10CD - Grado En Ciencia De Datos E Inteligencia Artificial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Primer 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.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	105001047 - Análisis Topológico de Datos Funcionales para Modelos de Aprendizaje Automático
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	10CD - Grado en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial
Centro responsable de la titulación	10 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Informaticos
Curso académico	2024-25

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Juan Antonio Fdez Del Pozo De Salamanca (Coordinador/a)	2101	juan.fdezpozo.salamanca@u pm.es	X - 11:00 - 15:00 V - 11:00 - 13:00
Alfonso Mateos Caballero	2104	alfonso.mateos@upm.es	L - 10:00 - 14:00 V - 10:00 - 12:00

Antonio Jimenez Martin	2110	antonio.jimenez@upm.es	M - 11:00 - 13:00 X - 11:00 - 13:00
------------------------	------	------------------------	--

* 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

- Álgebra Lineal
- Probabilidades Y Estadística I
- Probabilidades Y Estadística Ii
- Aprendizaje Automático I
- Aprendizaje Automático Ii

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Visualizacion de Informacion
- Algoritmica Numerica

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE01 - Capacidad para utilizar con destreza los conceptos y métodos matemáticos que subyacen a los problemas de la ciencia de datos y la inteligencia artificial para su modelización y resolución.

CE03 - Capacidad para analizar fenómenos complejos mediante la probabilidad y estadística, y plantear modelos matemáticos de los mismos en situaciones concretas, así como formular, modelizar y resolver problemas de optimización matemática relacionados con la ciencia de datos y la inteligencia artificial.

CE10 - Capacidad para aplicar las metodologías y las técnicas adecuadas de análisis y explotación de datos sobre datos disponibles, incluidos los poco estructurados o de estructura compleja (como los que contienen series

temporales, los provenientes de redes sociales, etc.), para descubrir nuevas relaciones y proporcionar conocimiento y una comprensión intuitiva precisa y profunda sobre problemas científicos o procesos organizacionales reales y así respaldar la toma de decisiones.

CE12 - Capacidad de comunicar de forma efectiva el proceso de análisis a partir de los datos y la interpretación de los resultados del mismo, seleccionando y utilizando para ello las técnicas y herramientas de visualización de datos más adecuadas.

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.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA97 - RA-IA-19 Conocer y aplicar las principales técnicas para explorar, describir y analizar datos multivariantes.

RA7 - RA-FMA-13: Conocer, comprender y aplicar los conceptos, técnicas y algoritmos básicos de la teoría de grafos

RA132 - Ser capaz de entender un dominio de datos complejos, establecer objetivos concretos de análisis de datos, aplicar técnicas relevantes y evaluar los resultados obtenidos

RA141 - Entender las bases del Proceso de Descubrimiento de Conocimiento y su aplicación a series temporales y datos complejos

RA142 - Saber seleccionar y aplicar las técnicas adecuadas en proyectos de minería de datos en series temporales

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El análisis de datos topológicos, o TDA, es un conjunto de herramientas que facilitan información sobre los conjuntos de datos, complementaria a otras formas de análisis, como la estadísticas y la geometría

Aplicado a datos espacio temporales en el ámbito del aprendizaje automático, para ciencia de datos donde se trata de comprender los datos.

La técnicas topológicas permiten el análisis de datos de alta dimensión o complejos mediante el estudio de la forma y la distribución de los datos.

Exploración de patrones (los componentes conectados pueden corresponder a agrupaciones, o una forma circular puede corresponder a un comportamiento periódico).

Presentamos métodos y algoritmos para el análisis de agrupamiento y coalescencia, dendrogramas y heatmaps, una aproximación visual a la topología, modelado y visualización de datos, y temas seleccionados de reducción de dimensionalidad no lineal, modelos de datos basados en grafos, grafos de Reeb, enfoques de datos de múltiples escalas y homología persistente.

Se introduce la materia y se realizan ejercicios y prácticos en las 10 primeras semanas. Las semanas 11 a 14 se dedican al estudio de casos, aplicaciones y herramientas; mediante presentaciones, poster de artículos de aplicación o fundamentos. El Proyecto I y II, son las sesiones donde los alumnos muestran los resultados de su trabajo en los casos, básicos y avanzados respectivamente

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a Análisis de Datos Funcionales. Topología y datos: homología y homotopía
2. Homología persistente y Clustering particional y jerárquico
3. Estudio de Homología persistente en nubes de puntos de conjunto de datos
4. Muestreo, Segmentación, Reducción de dimensión
5. Análisis topológico de series espacio temporales multivariantes
6. Proyecto I, casos, análisis y presentación
7. Proyecto II, casos, análisis y presentación

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1: Introduccion a Análisis de Datos Funcionales. Topología y datos: homología y homotopía Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2		Tema 1: Introduccion a Análisis de Datos Funcionales. Topología y datos: homología y homotopía Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	Tema 2: Homología persistente (HP) y Clustering particional y jerárquico Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4		Tema 2: Homología persistente (HP) y Clustering particional y jerárquico Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	Tema 3: Estudio de HP en nubes de puntos de conjunto de datos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6		Tema 3: Estudio de HP en nubes de puntos de conjunto de datos Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	Tema 4 Muestreo, Segmentación, Reducción de dimensión Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8		Tema 4: Muestreo, Segmentación, Reducción de dimensión Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	Tema 5: Análisis topológico de series espacio temporales multivariantes Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

10		Tema 5: Análisis topológico de series espacio temporales multivariantes Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	Tema 6: Proyecto I, casos, análisis y presentación Duración: 00:01 AR: Aprendizaje basado en retos			Presentacion de Proyecto I PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
12	Tema 6: Proyecto I, casos, análisis y presentación Duración: 00:01 AR: Aprendizaje basado en retos			Presentacion de Proyecto I PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
13	tema 7: Proyecto II, casos, análisis y presentación Duración: 00:01 AR: Aprendizaje basado en retos			Presentacion de Proyecto II PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
14	Tema 7: Proyecto II, casos, análisis y presentación Duración: 00:01 AR: Aprendizaje basado en retos			Presentacion de Proyecto II PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
15				Evaluación. Test de conocimientos básicos y técnicas de TDA EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
16				Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00
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
11	Presentacion de Proyecto I	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	20%	3 / 10	CE10 CE03 CE12 CE01 CE15
12	Presentacion de Proyecto I	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	20%	3 / 10	CE10 CE03 CE12 CE01 CE15
13	Presentacion de Proyecto II	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	20%	3 / 10	CE10 CE03 CE12 CE01 CE15
14	Presentacion de Proyecto II	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	20%	3 / 10	CE10 CE03 CE12 CE01 CE15
15	Evaluación. Test de conocimientos básicos y técnicas de TDA	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	20%	3 / 10	

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE10 CE03 CE12 CE01 CE15

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

**** Consideraciones generales.

Se evalúa la asistencia, participación y realización de las actividades de laboratorio, las presentaciones y el examen escrito. Las actividades incluyen la valoración del trabajo de los compañeros y de uno mismo, tanto desde el punto de vista individual como de grupo. Para aprobar la asignatura se debe obtener un 5.0 como nota media ponderada y al menos 3.0 en cada parte. Si se suspende la evaluación continua, se puede hacer una prueba final: examen y entrega de una memoria del Proyecto I y II.

**** Evaluación progresiva

Se describen a continuación los criterios de evaluación para los sistemas de evaluación considerados en la asignatura. El Sistema de evaluación continua, distribuida y progresiva será el que se aplicará con carácter general a todos los estudiantes que cursen la asignatura. La guía de aprendizaje se centra por tanto en este sistema y detalla sus actividades de evaluación en los apartados "Evaluación sumativa" y "Cronograma de la asignatura".

La asignatura de Análisis Topológico De Datos Funcionales Para Modelos De Aprendizaje Automático se evalúa mediante un trabajo práctico que consta de 5 partes, siendo necesario sacar una nota, en cada parte, de 3 o superior para poder calcular la nota media ponderada tal y como se indica en la evaluación sumativa. Si esta media ponderada de las prácticas es 5 o mayor, el alumno habrá aprobado la asignatura con esta nota.

Las calificaciones se guardan durante el curso, si el alumno se deriva a la Evaluación solo prueba final o es evaluado en el periodo extraordinario. No se guardan notas para cursos siguientes. Los trabajos prácticos se evaluarán en función de la presentación (50%) y de la memoria (50%) del trabajo práctico entregado, que se deberán realizar de forma individual o en grupos de alumnos. Los temas o problemas de los trabajos serán propuestos por la asignatura, y los alumnos deben elegir uno para desarrollar o proponer un tema que debe ser aceptado por los profesores. Los trabajos propuestos tienen un enunciado específico que consiste en: descripción, objetivos, requisitos y resultados de análisis. Los grupos presentan su trabajo en clase, y deben atender a las preguntas de los profesores y de sus compañeros y entregar en Moodle tanto la presentación como el informe detallado del trabajo. Sin embargo, si la media ponderada es inferior a 5 suspenden la asignatura con la nota

media ponderada e irán directamente a la convocatoria extraordinaria de julio. Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el sitio Moodle de la asignatura. La revisión de exámenes se realizará mediante solicitud previa, en las fechas que se determinen. No obstante lo anterior, cuando exista causa sobrevenida y de fuerza mayor que justifique el cambio del proceso de evaluación, el estudiante podrá solicitar ser admitido en los exámenes y actividades de evaluación que configuran la evaluación mediante sólo prueba final. El tribunal de la asignatura, una vez analizadas las circunstancias que se hagan constar en la solicitud, dará respuesta al estudiante con la mayor antelación a la celebración del examen final que sea posible. En este caso el alumno realizará un examen de toda la asignatura, en el día que se le indique, el cual consistirá en la realización de varios ejercicios relacionados con los diferentes temas impartidos en la asignatura y tendrán una duración mínima de 2 horas y la entrega del trabajo práctico. Si el alumno ya tiene entregas de partes del trabajo práctico éstas se asumen como entregas de la evaluación mediante sólo prueba final.

**** Evaluación solo prueba final

Consistirá en la realización de varios ejercicios relacionados con los diferentes temas impartidos en la asignatura y tendrá una duración mínima de 2 horas y la entrega del informe del trabajo práctico.

La evaluación solo prueba final es individual, tanto el examen como el trabajo práctico y el alumno será calificado conforme a la "Evaluación sumativa" pero sin contemplar la presentación del trabajo práctico.

Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el enunciado del correspondiente examen. La revisión de exámenes se realizará mediante solicitud previa en las fechas que se determinen.

**** Evaluación en el periodo extraordinario

La convocatoria extraordinaria de julio consistirá en la realización de varios ejercicios relacionados con los diferentes temas impartidos en la asignatura y tendrá una duración mínima de 2 horas y la entrega del informe del trabajo práctico, en particular de las partes pendientes, no entregadas o con calificación inferior a 3.

La evaluación en el periodo extraordinario es individual, tanto el examen como el trabajo práctico y el alumno será calificado conforme a la "Evaluación sumativa" pero sin contemplar la presentación del trabajo práctico. Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el enunciado del correspondiente examen. La revisión de exámenes se realizará mediante solicitud previa en las fechas que se determinen.

**** Actuación ante copias y otros comportamientos fraudulentos

Los exámenes se realizarán a nivel personal y las prácticas y proyectos en los grupos establecidos. Si se detecta

que algún alumno ha copiado en algún examen o algún grupo ha copiado en la realización de las prácticas o proyecto, será evaluado como suspenso en todas las partes de la asignatura hasta la misma convocatoria del curso académico siguiente (excluida). Todas las notas obtenidas en la convocatoria en la que se ha detectado copia serán invalidadas. En particular, en el caso de las prácticas y proyecto, se tendrá en cuenta que la responsabilidad del trabajo está compartida por todos los miembros del grupo, por lo que en caso de detectar alguna copia la norma se aplicará a todos los miembros de todos los grupos involucrados en la copia (tanto los que copian como los que se dejan copiar). Se entiende por copiar, tanto la utilización de información como la de recursos asignados a otro alumno o grupo. Para evitar problemas y reclamaciones que no se podrán atender se recomienda a los alumnos que sean especialmente cuidadosos con los ficheros que se utilicen para la realización de las prácticas o proyectos, puesto que de ello depende que el trabajo pueda o no ser copiado.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Computational Topology for Data Analysis	Bibliografía	Computational Topology for Data Analysis /> Tamal Krishna Dey Department of Computer Science Purdue University West Lafayette, Indiana, USA 47907
Software R	Recursos web	tdaverse (https://github.com/tdaverse/tdaverse); Paquete TDA 2023-02-04 Author: Brittany T. Fasy, Jisu Kim, Fabrizio Lecci, Clement Maria, David L. Millman, Vincent Rouvreau. https://cran.r-project.org/web/packages/TDA/index.html

Introduction to Topological Data Analysis	Bibliografía	Introduction to Topological Data Analysis Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06 Laboratoire d'Informatique de Paris 6
A user's guide to topological data analysis.	Bibliografía	(2017). A user's guide to topological data analysis. Journal of Learning Analytics, 4(2), 47-61. http://dx.doi.org/10.18608/jla.2017.42.6
Aula	Equipamiento	En el Aula se realizan las lecciones y prácticas
Sitio Moodle	Recursos web	Aula virtual Descripcion de la asignatura Guia, Foro, Avisos, Temario, Recursos, Publicación de calificaciones
Software Python	Recursos web	scikit-tda (https://scikit-tda.org/); giotto-tda (https://arxiv.org/pdf/2004.02551); Quick List of Resources for TDA with Emphasis on Machine Learning https://gist.github.com/calstad/01e174faff2c9ca7faf9
A roadmap for the computation of persistent homology.	Bibliografía	Otter, Nina, et al. A roadmap for the computation of persistent homology. EPJ Data Science, 2017, 6. Jg., Nr. 1, S. 17. doi:10.1140/epjds/s13688-017-0109-5
An Introduction to Topological Data Analysis: Fundamental and Practical Aspects for Data Scientists	Bibliografía	Frédéric Chazal and Bertrand Michel Front. Artif. Intell., 29 September 2021 Sec. Machine Learning and Artificial Intelligence Volume 4 - 2021 https://doi.org/10.3389/frai.2021.667963

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

El aprendizaje basado en retos es un método de aprendizaje innovador tanto en el ámbito de la universidad como en la empresa.

Este método de aprendizaje se basa en la propuesta de resolución de un problema real, de suficiente entidad y no trivial, denominado reto,

que permite los alumnos aprender sobre una determinada técnica o dominio de trabajo mientras elabora la solución.

Por otro lado, la ciencia de datos es un campo multidisciplinar que se encarga de la extracción de conocimiento de grandes conjuntos de datos

y que ha revolucionado áreas como los negocios, la industria, finanzas,, la educación, la sanidad o la biología.

Proponemos una adaptación del aprendizaje basado en retos para la docencia del análisis de datos desde el punto de vista topológico.

Para ello, se han diseñado diferentes retos relacionados con el modelado, representación y análisis de datos y se proponen métodos y

técnicas para la realización de los retos propuestos y la gestión de los aprendizajes en términos de las competencias y resultados asociados a la asignatura.