



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Homología aplicada al Aprendizaje Automático

**Descripción general** (resumen y metodología):

Este TFG tiene como objetivo explorar la intersección entre la topología algebraica y el aprendizaje automático, enfocándose en cómo la homología, particularmente la homología persistente, puede proporcionar herramientas teóricas para analizar y comprender estructuras de datos complejas. Se realizará una revisión exhaustiva de los fundamentos matemáticos de la homología simplicial y persistente, y se analizarán estudios de caso teóricos donde estas herramientas han sido aplicadas en contextos de aprendizaje automático. El trabajo se centrará en la comprensión conceptual y la discusión crítica de estas aplicaciones, con la posibilidad de explorar experimentalmente sus aplicaciones si diese lugar.

La metodología planteada es la siguiente:

- Revisión Teórica:
  - Estudio de los fundamentos de la homología simplicial y la homología persistente, incluyendo conceptos como complejos simpliciales, grupos de homología y números de Betti.
  - Análisis de la construcción de filtraciones y la interpretación de diagramas de persistencia y códigos de barras.
  - Búsqueda y análisis de otros desarrollos más recientes en la aplicación de la homología al aprendizaje automático.
- Análisis de Aplicaciones en Aprendizaje Automático:
  - Revisión de la literatura sobre cómo la homología persistente se ha utilizado para extraer características topológicas en conjuntos de datos y su integración en modelos de aprendizaje automático.
  - Discusión de estudios de caso teóricos que ilustran el impacto de las características topológicas en tareas de aprendizaje supervisado.
- Discusión Crítica:
  - Evaluación de las ventajas y limitaciones de aplicar herramientas topológicas en el aprendizaje automático desde una perspectiva teórica.
  - Reflexión sobre posibles direcciones futuras y desafíos abiertos en la integración de la topología algebraica en el análisis de datos.

**Tipología:** Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

**Objetivos planteados:**

- Comprender y explicar los conceptos fundamentales de la homología simplicial y la homología persistente.
- Analizar cómo estas herramientas topológicas pueden aplicarse teóricamente en el contexto del aprendizaje automático.
- Revisar y discutir estudios de caso teóricos relevantes que integren homología en modelos de aprendizaje automático.

- Evaluar críticamente las implicaciones y potenciales de estas aplicaciones desde una perspectiva matemática

### **Bibliografía básica:**

#### **Libros y Recursos Introdutorios**

Edelsbrunner, H., & Harer, J. (2010). Computational Topology: An Introduction. American Mathematical Society.

Ghrist, R. (2014). Elementary Applied Topology. Createspace.

Hatcher, A. (2002). Algebraic Topology. Cambridge University Press.

#### **Otros artículos básicos**

Chazal, F., & Michel, B. (2017). An introduction to Topological Data Analysis: fundamental and practical aspects for data scientists. arXiv:1710.04019.

Pun, C. S., Xia, K., & Lee, S. X. (2018). Persistent-Homology-based Machine Learning and its Applications -- A Survey. arXiv:1811.00252.

Škraba, P. (2019). Persistent Homology and Machine Learning. Informatica, 43(3), 345-353.

Lima, M. D. P., Giraldo, G. A., & Miranda Junior, G. F. (2023). Image Classification using Combination of Topological Features and Neural Networks. arXiv:2311.06375

### **Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

Se recomienda al alumno haber cursado las siguientes asignaturas:

Inferencia estadística, Análisis Matemático, Modelos matemáticos II, Métodos Numéricos

**Plazas:** 1

## **2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** JULIÁN LUENGO MARTÍN

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

**Correo electrónico:** julianlm@ugr.es

## **3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Ámbito de conocimiento/Departamento:**

**Correo electrónico:**

## **4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**

**Nombre de la empresa o institución:**

**Dirección postal:**

**Puesto del tutor en la empresa o institución:**

**Centro de convenio Externo:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:** PATRICIA RODRÍGUEZ ORTIZ

**Correo electrónico:** rdezpatricia@correo.ugr.es