

# Trabajos Fin de Grado, curso académico 2025-26

## Propuesta del profesor Rafael Orive Illera

Áreas genéricas en las que dirigir trabajos: *Ecuaciones Diferenciales, Análisis Numérico.*

### Tema 1.- Redes Neuronales para EDPs

**Resumen:** Las redes neuronales basadas en la física (PINN) son una prometedora nueva herramienta que combina el poder de las redes neuronales con la interpretabilidad de los datos físicos modelados. Las PINN han demostrado un buen rendimiento práctico para resolver problemas ecuaciones en derivadas parciales y en adaptarse a los datos conocidos de los modelos a aproximar.

En este TFG vamos a analizar su naturaleza, comprender algunas de sus propiedades teóricas, analizar sus capacidades y limitaciones.

**Requisitos:** Conocimientos buenos de análisis matemático.

Interés en programar con Python. No es necesario tener un conocimiento previo.

**Asignaturas de cuarto relacionadas/compatibles:** Ecuaciones diferenciales y aplicaciones. Métodos Numérico para EDPs

#### Bibliografía:

- H. Brezis. *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*. Springer, New York, 2010.
- T. De Ryck, S. Lanthaler, S. Mishra. On the approximation of functions by tanh neural networks. *Neural Networks*, 143:732–750, 2021.
- M. Raissi, P. Perdikaris, G.E. Karniadakis. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations. *Journal of Computational Physics*, 378:686–707, 2019.

---

### Tema 2.- ODEs Neuronales

**Resumen:** Las arquitecturas de aprendizaje profundo continuo han resurgido recientemente como ecuaciones diferenciales ordinarias neuronales (EDO neuronales). Este enfoque de profundidad infinita, en teoría, conecta el aprendizaje profundo con los sistemas dinámicos, ofreciendo una perspectiva novedosa. Planteamos en este TFG una visita a la temática.

**Requisitos:** Conocimientos buenos de análisis matemático. Interés en programar con Python. No es necesario tener un conocimiento previo

#### Bibliografía:

- Chen, Ricky T. Q.; Rubanova, Yulia; Bettencourt, Jesse; Duvenaud, David K. (2018). "Neural Ordinary Differential Equations" *Advances in Neural Information Processing Systems*. Vol. 31. Curran Associates, Inc. arXiv:1806.07366
- Patrick Kidger (2021). *On Neural Differential Equations* (PhD). Oxford, United Kingdom: University of Oxford, Mathematical Institute.

- Ruiz-Balet, Domènec; Zuazua, Enrique (2023). "Neural ODE Control for Classification, Approximation, and Transport". *SIAM Review*. 65 (3): 735–773. arXiv:2104.05
-