

Nombre: Tópicos de análisis topológico de datos en dinámicas caóticas

Puntaje: 1 PTO. Doctorado **Doctorado** Arancel: categoría baja

Carga horaria: 3 hs semanales **Total: 24 hs.**

Carreras: Doctorado

Objetivos: El objetivo de este curso es introducir a los estudiantes en técnicas analíticas y computacionales para el análisis topológico de datos en el contexto de sistemas dinámicos no lineales. El curso abordará aplicaciones relevantes en el estudio de datos climáticos, oceanográficos y de fluidodinámica.

Descripción: El curso es para estudiantes e investigadores de ciencia de datos, computación, estadística y áreas afines que quieran indagar en técnicas analíticas y computacionales para el análisis topológico de datos en el contexto de sistemas dinámicos no lineales. El curso abordará aplicaciones relevantes en el estudio de datos climáticos, oceanográficos y de fluidodinámica. El objetivo será analizar un conjunto de datos, que podrá ser propuesto por el estudiante o sugerido por la docente, con el fin de caracterizar la dinámica del sistema subyacente desde una perspectiva topológica.

Contenidos mínimos:

1. Introducción general: motivación, modelado matemático de sistemas complejos, caos y atractores.
2. Introducción a la dinámica no lineal y teoría del caos. Ejemplos: mapa logístico, atractores caóticos.
3. Reconstrucción del espacio de fases: Teorema de Takens. Topología del caos, teorema de Birman-williams.
4. Introducción al análisis topológico de datos: grupos de homología, homologías persistentes, diagramas de persistencia.
5. TDA vs métodos clásicos para el análisis de series temporales.
6. Análisis de datos reales y sintéticos en fluidos geofísicos: estructuras coherentes lagrangianas, doble giro oceánico, Bickley jet, flujo a través de un cilindro oscilante, trayectoria de boyas en el océano Atlántico.
7. Aplicaciones a otras series temporales y bibliografía actual.

Bibliografía:

- Carlsson, G. (2009). Topology and data. Bulletin of the American Mathematical Society, 46 (2), 255–308.
- Edelsbrunner, H., Harer, J. (2010). Computational topology: An introduction. American Mathematical Society.
- Ghrist, R. (2014). Elementary applied topology. Createspace Independent Publishing Platform.
- Gilmore, R. (1998). Topology of chaos: Alice in stretch and squeezeland. Wiley.

- Perea, J. A. (2019). Topological time series analysis. *Notices of the American Mathematical Society*, 66 (5), 686–694.
- Charó, G. D., Artana, G., & Sciamarella, D. (2020). Identification of dynamical distinguished Lagrangian regions in flows using topological data analysis. PhD Thesis, Universidad de Buenos Aires.
- Strogatz, S. H. (2024). *Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering*. Chapman and Hall/CRC.
- Hirsch, M. W., Smale, S., & Devaney, R. L. (2013). *Differential equations, dynamical systems, and an introduction to chaos*. Academic press.