

Sistemas dinámicos y complejidad: Teoría, Modelación y Simulación

POSGRADO EN CIENCIAS MATEMÁTICAS

Objetivo general:

Este curso tiene como objetivo proporcionar una base sólida en los principios de sistemas dinámicos y complejos, enfocándose en técnicas avanzadas de modelación matemática y computacional. A lo largo del curso, se explorarán herramientas como autómatas celulares, redes complejas y modelos basados en agentes, con aplicaciones en biología y otras áreas donde estas técnicas de modelado son ampliamente aplicadas.

Objetivos específicos:

1. Los estudiantes contarán con los conceptos necesarios para el estudio de los sistemas dinámicos no lineales y sistemas complejos de diversas disciplinas.
2. Los estudiantes contarán con los elementos metodológicos básicos para desarrollar sus propios proyectos de investigación basados en este enfoque.
3. Los estudiantes tendrán una mejor comprensión sobre la aplicación de la modelización computacional de sistemas dinámicos a casos concretos.

Temario:

Módulo 1: Fundamentos de Sistemas Dinámicos y Complejos

- Introducción a los sistemas dinámicos no lineales y sistemas complejos:
 - Conceptos básicos de sistemas dinámicos
 - Ecuaciones diferenciales y en diferencias.
 - Estabilidad, atractores y caos.
 - Conceptos básicos de sistemas complejos

Módulo 2: Modelación Computacional de Sistemas Complejos

- Autómatas celulares:
 - Fundamentos de autómatas celulares.
 - Simulación de fenómenos físicos y biológicos con autómatas celulares.
- Redes complejas:
 - Redes aleatorias, redes de mundo pequeño, redes libres de escala.

- Análisis de redes.
- Redes de interacciones biológicas y sociales.
- Modelado basado en agentes:
 - Introducción a la modelación basada en agentes (MBA).
 - Reglas locales y comportamiento emergente.
 - Simulación de dinámicas sociales y biológicas.

Módulo 3: Aplicaciones

- Biología de sistemas y complejidad en la naturaleza: comportamiento de colonias, redes regulatorias genéticas, dinámica celular, sistemas ecológicos, evolución, formación de patrones, modelado de epidemias.
- Otras aplicaciones.

Módulo 4: Proyectos de Investigación

1. Diseño y desarrollo de modelos computacionales personalizados:
 - a. Selección de un problema biológico o físico de interés.
 - b. Aplicación de los métodos de modelación aprendidos.
 - c. Presentación y discusión de resultados.

Bibliografía básica:

- Sayama, Hiroki. *Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems*. Open Suny, 2015.
- Barabási, László. *Linked: The New Science of Networks*. Perseus, 2002.
- Schiff, Joel. *Cellular Automata: A Discrete View of the World*. Wiley, 2008.
- Wolfram, Stephen. *A New Kind of Science*. Wolfram Media, 2002.
- Kauffman, Stuart. *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity*. Oxford University Press, 1995.
- Mitchell, Melanie. *Complexity: A Guided Tour*. Oxford University Press, 2009.

Bibliografía complementaria

- Strogatz, Steven. *Nonlinear Dynamics and Chaos*. CRC Press, 2015.
- Devaney, Robert L. *An Introduction to Chaotic Dynamical Systems*. Westview Press, 2003.
- Prigogine, Ilya & Stengers, Isabelle. *Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*. Bantam, 1984.
- Gleick, James. *Chaos: Making a New Science*. Penguin, 1987.
- Wooldridge, M. *An Introduction to MultiAgent Systems*. Wiley, 2002.