

Modelación y análisis de sistemas biológicos

Josué Manik Nava Sedeño

Semestre 2026-1

Descripción del curso

El estudio sistemático de los sistemas biológicos tradicionalmente se ha llevado a cabo a través de la experimentación y la observación, especialmente a nivel celular e intracelular. Bajo este enfoque (experimentación *in vitro* y/o *in vivo*), ciertos mecanismos biológicos son bloqueados o promovidos para investigar su rol en el proceso biológico de interés.

Sin embargo, este enfoque puede resultar costoso dependiendo de las técnicas experimentales involucradas. Además, es bien sabido que, por seguridad, muchos fenómenos biológicos consisten de varios mecanismos redundantes para asegurar el buen funcionamiento del sistema completo. Por esta razón, recientemente la modelación matemática y computacional se ha vuelto cada vez más común en el estudio de sistemas biológicos.

Para obtener conclusiones biológicamente relevantes a partir de un modelo matemático o computacional, es imperativo simplificar y abstraer el sistema real de tal forma que el modelo resultante pueda ser analizado analíticamente o bien, simulado eficientemente.

En este curso se presentarán distintos tipos de modelos, se plantearán varias estrategias para definir el modelo matemático a partir de un sistema biológico de interés, se discutirán distintas estrategias para analizar los modelos y se comentará la interpretación biológica de los resultados de este análisis y su relevancia.

Temario

1. Ecuaciones en diferencias finitas

- a) Modelos de sistemas de ecuaciones en diferencias
 - b) Genética de poblaciones
 - c) Análisis de estabilidad lineal en poblaciones
- 2. Ecuaciones diferenciales ordinarias
 - a) Dinámica de Michaelis-Menten
 - b) División de escalas de tiempo
 - c) Introducción a la epidemiología
- 3. Ecuaciones diferenciales parciales
 - a) Modelos básicos con movimiento espacial
 - b) Modelos de ondas viajeras
 - c) Análisis de Fourier y morfogénesis
- 4. Procesos estocásticos
 - a) Modelos de caminatas aleatorias y difusión
 - b) Modelos de ramificación
 - c) Modelos estocásticos de dinámica poblacional
- 5. Autómatas celulares
 - a) Modelos de autómatas elementales de Wolfram
 - b) Modelo de Greenberg-Hastings
 - c) Modelos LGCA

Referencias

- [1] Deutsch, A., & Dormann, S. (2005). *Mathematical Modeling of Biological Pattern Formation*. Birkhäuser Boston.
- [2] Allen, L. J. (2010). *An Introduction to Stochastic Processes with Applications to Biology*. CRC press.
- [3] Schinazi, R. B. (2014). *Classical and Spatial Stochastic Processes with Applications to Biology*. Birkhäuser.

- [4] Allen, L. J. (2015). *Stochastic Population and Epidemic Models: Persistence and Extinction*. Springer.
- [5] Brauer, F., & Kribs, C. (2016). *Dynamical Systems for Biological Modeling*. CRC Press, Boca Raton.
- [6] Edelstein-Keshet, L. (2005). *Mathematical models in biology*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- [7] De Vries, G., Hillen, T., Lewis, M., Müller, J., & Schönfisch, B. (2006). *A Course in Mathematical Biology: Quantitative Modeling with Mathematical and Computational Methods*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- [8] Murray, J. D. (2001). *Mathematical Biology II: Spatial Models and Biomedical Applications*. New York: Springer.
- [9] Britton, N. F. (2003). *Essential Mathematical Biology*. London: Springer.