

# Biología Matemática I

Grupo: 4196

Clave: 0275

Prof.: **Ramón G. Plaza Villegas**  
Ayudante: **Abraham Quiles Sánchez**

## Horario

Lu, Mi, Vi, 9:00 - 10:00 hrs.  
Salón: por determinar.

## Ayudantía

Ma, Ju 9:00 - 10:00 hrs.  
Salón: por determinar.

## Contacto

Ramón G. Plaza  
Oficina 221, IIMAS  
plaza@aries.iimas.unam.mx

## Horas de oficina

Ju 16:00 - 17:00 hrs. o mediante cita

## Página del curso

<https://mym.iimas.unam.mx/ramon/BiologiaMatematical-2024-2.html>

## Calendario

- Periodo de clases: 29 de enero al 24 de mayo del 2024.
- Días inhábiles: 5 de febrero; 18, 25, 26, 27, 28 y 29 de marzo; 1, 10 y 15 de mayo del 2024.
- Periodo de exámenes: 27 de mayo al 7 de junio, 2024.

## Objetivo del curso y pre-requisitos

El objetivo del curso es introducir al alumno a la modelación matemática de fenómenos biológicos, así como a las herramientas básicas para el análisis de dichos modelos. Como pre-requisito se espera que el alumno haya acreditado Ecuaciones Diferenciales I. Experiencia con Ecuaciones Diferenciales Parciales y Probabilidad es recomendable pero no necesaria.

## Evaluación

Se evaluará al estudiante con dos exámenes parciales (uno a mitad del semestre y otro durante la semana de exámenes ordinarios) y con 4 tareas. Las fechas de los exámenes parciales se decidirán durante el semestre y tendrán una duración de una hora. Las tareas se entregarán en fechas determinadas. No hay prórrogas. No se evaluará con asistencia a la clase ni con asistencia a las ayudantías. La calificación final consistirá de: 50% exámenes, 50% tareas.

## Temario

1. Dinámica de poblaciones
  - 1.1. Modelos continuos de una especie
  - 1.2. Modelos discretos de una especie
  - 1.3. Poblaciones estructuradas
  - 1.4. Modelos presa-predador y competencia
  - 1.5. Dinámica de enfermedades infecciosas
2. Dinámica espacio-temporal: emergencia de patrones
  - 2.1. Caminatas aleatorias y difusión
  - 2.2. Cinética de reacciones químicas
  - 2.3. Ecuaciones de reacción-difusión
  - 2.4. Mecanismos morfogénéticos y auto-organización
  - 2.5. Bifurcación de Turing
  - 2.6. Patrones de agregación bacteriana y quimiotaxis
  - 2.7. Modelos de invasión tumoral
3. Modelos en fisiología
  - 3.1. Señales eléctricas en células excitables y el potencial de acción
  - 3.2. Propagación de impulsos nerviosos: el modelo de Hodgkin-Huxley
  - 3.3. El modelo de FitzHugh-Nagumo
  - 3.4. Propagación de ondas no lineales: pulsos, frentes y ondas periódicas
  - 3.5. Modelación de fibras cardiacas y propagación de ondas en el miocardio
  - 3.6. Modelos simples de propagación de ondas de calcio
4. Métodos estocásticos
  - 4.1. Cadenas de Markov y variables aleatorias
  - 4.2. Procesos de difusión y ramificación
  - 4.3. Procesos de nacimiento-muerte
  - 4.4. Procesos de saltos en velocidad
  - 4.5. Introducción a autómatas celulares

## Bibliografía básica

El material del curso se basará principalmente en los siguientes textos:

1. G. De Vries, T. Hillen, M. Lewis, J. Müller, B. Schönfisch, *A Course in Mathematical Biology: Quantitative Modeling with Mathematical and Computational Methods*. Society of Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, 2006.
2. L. Esteva, M. Falconi. *Biología Matemática: Un enfoque desde los sistemas dinámicos*, segunda ed. Facultad de Ciencias, UNAM, México, 2012.
3. J. D. Murray, *Mathematical Biology I: An Introduction*, third ed. Springer-Verlag, New York, NY, 2007.

## Bibliografía complementaria

Asimismo, recomiendo al estudiante profundizar algunos temas específicos consultando la siguiente bibliografía:

### **Biología matemática en general:**

4. N. F. Britton, *Essential Mathematical Biology*. Springer-Verlag, New York, NY, 2003.
5. J. D. Logan, W. R. Wolesensky, *Mathematical Methods in Biology*. Wiley Interscience, John Wiley & Sons, New York, NY, 2009.
6. H. Van der Berg, *Mathematical Models of Biological Systems*. Oxford University Press, Oxford, UK, 2011.

### **Dinámica de poblaciones:**

7. M. Kot, *Elements of Mathematical Ecology*. Cambridge University Press, New York, NY, 2001.

### **Dinámica espacio-temporal y propagación de ondas:**

8. N. F. Britton, *Reaction-Diffusion Equations and their Application to Biology*. Academic Press, London, UK, 1986.
9. P. C. Fife, *Mathematical Aspects of Reacting and Diffusing Systems*. Vol. 28 of Lecture Notes in Mathematics, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (1979).
10. J. P. Keener, *Biology in Time and Space, A Partial Differential Equation Modeling Approach*. Vol. 50 of Pure and Applied Undergraduate Texts, American Mathematical Society, Providence, RI, 2021.
11. J. D. Murray, *Mathematical Biology II: Spatial models and biomedical applications*, third ed. Springer-Verlag, New York, NY, 2007.

### **Métodos estocásticos:**

12. L. J. S. Allen, *An Introduction to Stochastic Processes with Applications to Biology*, second ed. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, 2010.
13. H. C. Berg, *Random Walks in Biology*, new edition. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1993.
14. P. Bressloff, *Stochastic Processes in Cell Biology*. Springer-Verlag, New York, NY, 2014.
15. R. Schwarz, *Biological Modeling and Simulation*. The M.I.T. Press, Cambridge, MA, 2008.

### **Modelos en fisiología:**

16. J. Keener, J. Sneyd, *Mathematical Physiology*. Springer-Verlag, New York, NY, 1998.
17. L. A. Segel, L. Edelstein-Keshet, *A Primer of Mathematical Models in Biology*. Society of Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, 2013.