

Seminario de Matemáticas Aplicadas I

Dinámica Espacio-Temporal en Biología Matemática

Grupo: 4261

Clave: 0275

Prof.: **Ramón G. Plaza Villegas**

Ayudante: **Luis Fernando Flores**

Horario

Lu, Mi, Vi, 9:00 - 10:00 hrs.

Salón: P-105.

Ayudantía

Ma, Ju 9:00 - 10:00 hrs.

Salón: P-105.

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/SeminarioMatematicasAplicadasI-2025-2.html>

Calendario

- Periodo de clases: 27 de enero al 23 de mayo del 2025.
- Días inhábiles: 3 de febrero; 17 de marzo; 14 al 18 de abril (semana santa); 1 y 15 de mayo del 2025.
- Periodo de exámenes: 26 de mayo al 6 de junio, 2025.

Objetivo del curso y pre-requisitos

Este curso tiene como objetivo introducir al alumno en la modelación matemática de fenómenos biológicos que dependen tanto de variables espaciales como del tiempo. En particular se prestará especial atención a fenómenos de transporte, reacción y difusión, a mecanismos morfogénicos y de auto-organización, quimiotaxis celular y la descripción de la dinámica espacio-temporal de tumores cancerígenos. Como pre-requisito se espera que el alumno haya acreditado Ecuaciones Diferenciales I. Experiencia con Ecuaciones Diferenciales Parciales es recomendable pero no necesaria.

Evaluación

Se evaluará al estudiante con 4 tareas (una por sección) y un proyecto final. Las tareas son individuales y se entregarán en fechas determinadas. No hay prórrogas. El proyecto final puede entregarse en equipos de máximo dos integrantes. No se evaluará con asistencia a la clase ni con asistencia a las ayudantías. La calificación final consistirá de: 50% proyecto final, 50% tareas.

Temario

1. Mecanismos de reacción, difusión y transporte
 - 1.1. Caminatas aleatorias y difusión
 - 1.2. Cinética de reacciones químicas
 - 1.3. Fenómenos de transporte
 - 1.4. Análisis de ecuaciones de reacción-difusión-transporte
2. Morfogénesis: el mecanismo de Turing
 - 2.1. Inestabilidad de Turing y su interpretación
 - 2.2. Bifurcación de Turing
 - 2.3. Bifurcación de Turing-Hopf
 - 2.4. Extensiones a dominios con curvatura y crecimiento
3. Quimiotaxis
 - 3.1. El modelo de Patlak-Alt-Keller-Segel
 - 3.2. Funciones de sensibilidad quimiotáctica
 - 3.3. El método de Hillen y Othmer
 - 3.4. Procesos de saltos en velocidad
4. Modelación matemática del cáncer
 - 4.1. Fase avascular o limitada por difusión
 - 4.2. Angiogénesis
 - 4.3. Paradoja del crecimiento tumoral
 - 4.4. Paradoja del tumor secundario y metástasis

Bibliografía

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

1. N. F. Britton, *Essential Mathematical Biology*. Springer-Verlag, New York, NY, 2003.
2. N. F. Britton, *Reaction-Diffusion Equations and their Application to Biology*. Academic Press, London, UK, 1986.
3. 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.
4. P. C. Fife, *Mathematical Aspects of Reacting and Diffusing Systems*. Vol. 28 of Lecture Notes in Mathematics, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (1979).

5. 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.
6. J. D. Logan, W. R. Wolesensky, *Mathematical Methods in Biology*. Wiley Interscience, John Wiley & Sons, New York, NY, 2009.
7. J. D. Murray, *Mathematical Biology I: An Introduction*, third ed. Springer-Verlag, New York, NY, 2007.
8. J. D. Murray, *Mathematical Biology II: Spatial models and biomedical applications*, third ed. Springer-Verlag, New York, NY, 2007.
9. L. A. Segel, L. Edelstein-Keshet, *A Primer of Mathematical Models in Biology*. Society of Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, 2013.
10. H. Van der Berg, *Mathematical Models of Biological Systems*. Oxford University Press, Oxford, UK, 2011.