



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS				
Denominación de la actividad académica (completa): Laboratorio Avanzado de Modelación Matemática de Sistemas Biológicos Complejos.				
Clave: (no llenar)	Semestre: 2023-1	Campo de conocimiento: 1. Biología Evolutiva 2. Biología Experimental 3. Biomedicina 4. Ecología 5. Manejo Integral de Ecosistema	Número de Créditos: 8	
Carácter	Horas		Horas por semana	Horas por semestre
	Teóricas	Prácticas	4	64
Optativa	32	32		
Modalidad		Duración del curso (indicar si la duración es semestral u otro)		
Curso (clases) / seminario (discusión de artículos) / taller (prácticas computacionales)		Semestral		
Seriación indicativa u obligatoria antecedente, si es el caso: Es requisito indispensable haber cursado ya un curso de introducción a la biología matemática / biología de sistemas y tener una pregunta de investigación a resolver con sistemas dinámicos no lineales (ecuaciones diferenciales, redes booleanas, modelos basados en agentes, etc.).				
Seriación indicativa u obligatoria subsecuente, si es el caso: NA				
Objetivo general: Que los alumnos apliquen las herramientas teóricas y computacionales de biología de sistemas a su propio sistema de estudio.				
Objetivos específicos: (en su caso) Los modelos matemáticos de sistemas biológicos complejos son una herramienta teórica muy poderosa en biología, pues permiten integrar y analizar datos empíricos en un marco coherente y formal y así ayudar a entender y predecir los mecanismos que subyacen las observaciones empíricas. Este curso se enfocará en modelos matemáticos que describen la dinámica temporal de procesos biológicos. El curso hará énfasis en modelos de ecuaciones diferenciales deterministas y estocásticos, pero otros formalismos (por ejemplo, modelos Booleanos y modelos espaciotemporales) también pueden ser abordados. En el curso, los alumnos aprenderán a plantear, calibrar, validar y analizar un modelo matemático referente a su propio sistema biológico de estudio. Usarán para ello el lenguaje matemático y las herramientas numéricas propias de la biología de sistemas.				



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Las sesiones prácticas en las que se trabajarán los sistemas de estudio de los alumnos se complementarán con sesiones teóricas de profundización en tópicos selectos de biología matemática con discusión de artículos de vanguardia en el área de la biología de sistemas y con exposiciones orales de los alumnos sobre conceptos básicos en biología de sistemas (robustez, plasticidad, equilibrio, multi-estabilidad, comportamientos, transitorios, entre otros).

Al final del semestre los alumnos tendrán un primer borrador de un artículo / capítulo de tesis / presentación para un congreso con sus resultados teóricos.

Nota importante: Es requisito indispensable haber cursado ya un curso de introducción a la biología matemática / biología de sistemas y tener una pregunta de investigación a resolver con sistemas dinámicos no lineales (ecuaciones diferenciales, redes booleanas, modelos basados en agentes, etc.). Ponemos a disposición el material completo de nuestro curso de introducción a la biología de sistemas en el siguiente canal de YouTube:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLR7awYnDRDoWsvIL6LH9dkpw244DcyQq5>

Temario	Horas	
	Teóricas	Prácticas
Unidad 1: Planteamiento del modelo matemático de un sistema biológico (20h) <ul style="list-style-type: none"> i. Descripción del sistema de estudio de interés de cada alumno ii. Esbozo de los datos empíricos a utilizar iii. Elección de formalismo matemático iv. Discusión de artículos relacionados al sistema de estudio: determinación de alcances y limitaciones de modelos existentes v. Construcción del modelo matemático determinista vi. Redacción de resultados (primer borrador de la introducción del reporte final) 	10	10
Unidad 2: Análisis determinista del modelo matemático (30h) <ul style="list-style-type: none"> i. Análisis cualitativo: comportamiento dinámico y estacionario ii. Análisis numérico: Integración y aproximación de puntos de equilibrio iii. Integración y análisis de datos experimentales; optimización paramétrica iv. Análisis de robustez v. Análisis de sensibilidad paramétrica vi. Análisis de bifurcaciones 	15	15
Unidad 3: Posibles extensiones del modelo matemático: Adición de ruido (7h) <ul style="list-style-type: none"> i. Construcción de una versión estocástica del modelo: Elección de formalismo y descripción del modelo ii. Implementación computacional de modelos estocásticos: Algoritmos de Euler-Maruyama y de Gillespie iii. Señales de alerta temprana estocásticas 	4	3
Unidad 4: Presentación oral y escrita de los resultados (7h) <ul style="list-style-type: none"> i. Discusión y corrección de manuscritos 	3	4



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

ii. Presentación final de resultados		
Total de horas teóricas	32	
Total de horas prácticas		32
Suma total de horas <i>(debe coincidir con el total de horas al semestre)</i>		64

Bibliografía básica

1. Uri Alon (2006): An Introduction to Systems Biology: Design Principles of Biological Circuits (Chapman & Hall/CRC Mathematical and Computational Biology)
2. Carlo Cosentino, Declan Bates (2011): Feedback Control in Systems Biology. CRC Press.
3. Domitilla Del Vecchio. Richard M. Murray (2014): Biomolecular Feedback Systems. Princeton University Press.
4. Kunihiko Kaneko (2006): Life: An Introduction to Complex Systems Biology. Springer.
5. Murray, J.D., 2003. Mathematical biology 3rd ed. Springer, ed.,
6. Strogatz, S., 2000. Nonlinear dynamics and chaos,
7. Wilkinson, D.J., 2006. Stochastic Modelling for Systems Biology.
8. Bernardo M di, Budd CJ, Champneys AR, Kowalczyk P. Piecewise-smooth Dynamical Systems: Theory and applications. Springer; 2010.
9. Elena Álvarez-Buylla Roces, Juan Carlos Martínez-García, José Dávila Velderrain, Elisa Domínguez-Hüttinger and Mariana Esther Martínez-Sánchez. Modeling Methods for Medical Systems Biology - Regulatory Dynamics Underlying the Emergence of Disease Processes. Editorial: Springer. Serie: Advances in Experimental Medicine and Biology

Bibliografía complementaria

Lista no exhaustiva artículos en:

<https://www.dropbox.com/sh/9xdd63e2ez38uqq/AACaq1KJQPRII8V2f09nwKbVa?dl=0>

Sugerencias didácticas:

(marcar con una X la sugerencia didáctica que se utilizará para abordar los temas. Es importante tomar en cuenta que si la actividad tiene horas prácticas en las sugerencias deberá haber herramientas prácticas para el aprendizaje de los temas)

- Exposición oral
- Exposición audiovisual
- Ejercicios dentro de clase
- Ejercicios fuera del aula
- Seminarios
- Lecturas obligatorias
- Trabajos de investigación
- Prácticas de taller o laboratorio
- Prácticas de campo
- Otros *(indicar cuáles)*

Mecanismos de evaluación del aprendizaje de los alumnos:

(marcar con una X el mecanismo que se utilizará para evaluar el aprendizaje. Se recomienda que para la evaluación sean tomadas en cuenta las sugerencias didácticas señaladas)

- Exámenes parciales
- Examen final escrito
- Tareas y trabajos fuera del aula
- Exposición de seminarios por los alumnos
- Participación en clase
- Asistencia
- Seminario
- Otros *(indicar cuáles)*



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Línea de investigación:
Biología de sistemas

Perfil profesiográfico

Biólogo de sistemas, biólogo matemático, biólogo teórico. Experiencia en la realización y análisis de modelos matemáticos de sistemas biológicos.