

**Aspectos generales**

Título:	ECUACIONES DIFERENCIALES, ANALISIS DE ESTABILIDAD LINEAL Y CADENAS DE MARKOV EN EL MODELADO MATEMATICO DE LA BIOLOGIA
<b>Programas de posgrado o planes de estudio en donde se ofertará adicionalmente:</b>	
Posgrado en Ciencias Bioquímicas	
Área del conocimiento:	Bioquímica, biofísica y biología estructural
Semestre:	2026-2
Modalidad:	Tópico selecto
Horario:	12:30 a 4:30 pm Martes
No. sesiones:	16
Horas por sesión:	4.0
Total alumnos PDCB:	2
Total alumnos:	4
Videoconferencia:	No
Lugar donde se imparte:	Salón por definir. Unidad de Posgrado. Ciudad Universitaria.
Informes:	fgmosqueira@gmail.com

**Métodos de evaluación**

MÉTODO	PORCENTAJE	NOTAS
Asistencia		La asistencia al curso se tomará como determinante para poder presentar la evaluación del mismo.
Examen oral	90%	el cual consiste en la presentación de un tema particular (escogido entre el alumno y el profesor) a partir de un artículo o segmento de un libro especializados.
Participación en clase	10%	y responder a preguntas formuladas durante las clases.

**Contribución de este curso/tópico en la formación del alumnado del PDCB:**

El alumno podrá abordar con mayor soltura temas biológicos que encontrará en artículos especializados que usen como herramienta matemática ya sea ecuaciones diferenciales ordinarias, estabilidad de ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuaciones diferenciales parciales y Cadenas de Markov. Además adquirirá habilidad para proponer modelos matemáticos de temas biológicos.

**Profesor (a) responsable**

Nombre:	Mosqueira Pérez Salazar Fernando Guillermo
Teléfono:	5531262566
Email:	fgmosqueira@gmail.com

**Profesores (as) participantes**

PARTICIPANTE	ENTIDAD O ADSCRIPCIÓN	SESIONES

**MOSQUEIRA PÉREZ SALAZAR FERNANDO  
GUILLERMO**  
Responsable

Facultad de Medicina

Algunas técnicas para resolver ecuaciones diferenciales lineales ordinarias  
Algunas técnicas para resolver ecuaciones diferenciales lineales ordinarias  
Algunas técnicas para resolver ecuaciones diferenciales lineales ordinarias  
Análisis de estabilidad lineal  
Análisis de estabilidad lineal  
Análisis de estabilidad lineal  
Análisis de estabilidad lineal  
Introducción al modelado matemático de sistemas auto-organizados  
Introducción al modelado matemático de sistemas auto-organizados  
Modelos matemáticos deterministas y estocásticos  
Modelos matemáticos deterministas y estocásticos  
Modelos matemáticos deterministas y estocásticos  
Nociones Fundamentales  
Nociones Fundamentales  
Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales por métodos geométricos  
Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales por métodos geométricos

## Introducción

El curso está dirigido a alumnos con formación en las ciencias biológicas y pretende servir de introducción al modelado matemático por medio de ecuaciones diferenciales, análisis de estabilidad lineal, aunque también se expondrán otro método matemático como lo es las Cadenas de Markov. Parte integral del curso será una revisión de los antecedentes matemáticos necesarios, a fin de que el alumno pueda entender su contenido.

La aplicabilidad de estos métodos en diversos sistemas biológicos se hará utilizando artículos y libros especializados.

## Temario

### I Nociones Fundamentales

Martes 3 de febrero 2026:

- 1.1 Introducción a los modelos matemáticos en la biología: El gemelo teórico
2. Repaso
3. ¿Qué es una ecuación diferencial?
4. Significado matemático de la derivada
5. Orden y grado de una ecuación diferencial
6. Funciones reales de dos o más variables y sus derivadas parciales correspondientes

Martes 10 de febrero 2026

7. Ejemplos de ecuaciones diferenciales parciales
8. Orden y grado de una ecuación diferencial parcial
9. La diferencial de una función de una variable
10. La diferencial de una función de dos y más variables
11. ¿Qué significa resolver una ecuación diferencial?
12. Solución de una ecuación diferencial por inspección
13. Ejemplos sencillos de un modelado matemático
14. Problemas de valor inicial

Martes 17 de febrero 2026

15. Modelos de una sola ecuación diferencial
16. Solución del estado estacionario de una ecuación diferencial
17. Sujeciones externas
18. Formalismo de la cinética química para modelar matemáticamente
19. Un sistema de ecuaciones diferenciales
20. El modelo de Lotka - Volterra
21. Las soluciones del estado estacionario del modelo de Lotka - Volterra
22. Ecuaciones diferenciales lineales y no lineales

II Algunas técnicas para resolver ecuaciones diferenciales lineales ordinarias

Martes 24 de febrero 2026

- II.1 Perspectivas del cálculo diferencial y del cálculo integral
- 2. El teorema fundamental del cálculo
- 3. Evaluación de integrales
- 4. El segundo teorema fundamental del cálculo
- 5. Solución de una ecuación diferencial ordinaria por el método de separación de variables

Martes 3 de marzo 2026

- 6. Solución de una ecuación diferencial lineal de primer orden
- 7. Un comentario sobre la integración numérica
- 8. Algunos ejemplos de las ecuaciones diferenciales ordinarias que se saben resolver
- 9. Aspectos distintivos de las ecuaciones diferenciales no lineales

III Solución de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales por métodos geométricos

Martes 10 de marzo 2026

- III.1 El método de las isoclinas
- 2. Espacio fase
- 3. Estabilidad, punos fijos, atractores y cuencas de atracción en el espacio fase

Martes 17 de marzo 2026

- 4. Ejemplos
- 5. Sistema de dos ecuaciones diferenciales en el espacio fase
- 6. El modelo de Lotka – Volterra en el espacio fase

IV Introducción al modelado matemático de sistemas auto - organizados

Martes 24 de marzo 2026

- IV.1 Fenómenos de auto organización y las estructuras disipativas
- 2. Cinética no lineal: Retroalimentación positiva y negativa; auto – catálisis cruzada
- 3. La difusión y la convección en el modelado matemático

Martes 31 de marzo 2026

- 4. La 1a Ley de Fick
- 5. Ecuaciones de reacción – difusión en la biología
- 6. La difusión en la biotecnología. La capa de difusión de Nernst

V Análisis de estabilidad lineal

Martes 7 de abril 2026

- V.1 Antecedentes:
- Expansión de una función de variables en serie de potencias
  - Series de Taylor y de Maclaurin
  - Números complejos
  - Fórmula de Euler
  - Matrices
  - Multiplicación de matrices
  - Sistema de ecuaciones y matrices
  - Determinantes y el desarrollo de Laplace
  - El teorema fundamental del álgebra.

Martes 14 de abril 2026

- 1. Análisis de estabilidad lineal o infinitesimal
- 2. Sistema de ecuaciones diferenciales

Martes 21 de abril 2026

- 4. Análisis de estabilidad lineal aplicado al modelo de Lotka - Volterra
- 5. Análisis de estabilidad lineal aplicado a un modelo descrito por dos ecuaciones diferenciales ordinarias
- 6. Cálculos numéricos y el uso de la computadora

Martes 28 de abril 2026

7. Cambios de signo en las ecuaciones algebraicas de una variable
8. Algunos teoremas relevantes
9. Estructuras disipativas. El orden a través de fluctuaciones

Martes 5 de mayo 2026

10. Estructuras disipativas temporales
11. Estructuras disipativas espaciales

Martes 12 de mayo 2026

12. Auto – organización, estructuras disipativas y la biología
13. Reacciones químicas oscilantes

VI Modelos matemáticos deterministas y estocásticos

Martes 19 de mayo 2026

14. Caos.
- VI.1 Introducción a los modelos estocásticos
2. Las Cadenas de Markov

Martes 26 de mayo 2026

2. Las Cadenas de Markov de 1er orden
3. Aplicaciones.

## Bibliografía

Para repasar aspectos básicos

"Matemáticas previas al cálculo"

Louis Leithold

Ediciones Harla (1989). QA39.2 L4518 En :(Biblioteca Central/ Fac. Contaduría y Admon./ Fac. de Ingeniería/ Fac. de Economía).

Ecuaciones diferenciales (lineales y no lineales)

1. "Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones"

Derrick, W.R. & Grossman S.I.

Fondo Educativo Interamericano (1984).

2. "Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems"

Boyce, W.E. & DiPrima, R.C.

Wiley (1977). QA371 B69 1977 En : (Instituto de Astronomía/ Fac. de Ciencias/ Fac. de Química).

3. "Linear and Nonlinear Differential Equations"

Huntley, I.D. & Jonson, R.M.

Ellis Horwood (1983). QA372 H84 [I. de Astronomía & I. de Matemáticas]

4. "Differential Equations. With Applications and Historiacal Notes"

Simmons, G.F.

McGraw-Hill (1972). [No está registrado en LIBRUNAM].

Ecuaciones de reacción-difusión

5. "Reactio-Diffusion Equations and Their Applications to Biology"

Britton, N.F.

Academic Press (1986). [No está registrado en LIBRUNAM].

6. "Diffusion Processes and Related Topics in Biology"

Ricciardi, L.M.

Lec. Notes in Biomathematics (Vol. 14). Springer-Verlag (1977). [No está registrado en LIBRUNAM].

7. "A Primer of Difusión Problems"

Ghez, Richard.

Wiley (1988). QA274.75 G44 En :(( I.F./C.C.M.C./I.I.Materiales/ICN/Fac.Q. Metalurgia]

8. "Mathematical Aspects of Reacting and Diffusing Systems"

Fife, P.C.

Springer. Heidelberg (1979). QH323.5 F53 (IIMAS).

Ecuaciones diferenciales y modelado matemático

9. "Nonlinear Differential Equations. Models in Biology"

Murray, J.D.

Oxford University Press (1977). QH323.5 M85 (En IIMAS y otro en Fac. Ciencias).

10. "Mathematical Models in Molecular and Cellular Biology"

Segel, L.A. (ed.)

Cambridge University Press (1980). QH506 S43 (En IIMAS/ Inst. Fisiología Celular)

11. "Modeling Dynamic Phenomena in Molecular and Cellular Biology"

Segel, Lee A.

Cambridge University Press (1987). QH506 S42

(En IIMAS/ 3 en Facultad de Ciencias/ 1 en Inst. Inv. Biomédicas/ 1 en Inst. de Ciencias Nucleares)

12. "Self-Organization in Nonequilibrium Systems"

Nicolás, G. & Prigogine I.

John Wiley & Sons (1977). (No está registrado en LIBRUNAM).

Otros

13. "Mathematics and the Unexpected"

Ekeland, I.

The University of Chicago Press (1988). QA614.58 E5418 (1 en Inst. Fisiología Celular/ 4 en Facultad de Ciencias/ 1 en Facultad de Química/y otras).

14. "Nonlinear Phenomena in Physics and Biology"

Errs, Jones, Miura & Rangnekar (eds.)

Plenum Press. N.Y. (1981). QC20.7N6 N64 (En IIMAS/ 1 en Inst. Fisiología Celular/ 1 en Instituto de Física).

15. "Molecules, Dynamics & Life. An Introduction to Self-Organization of Matter".

A. Babloyantz

John Wiley & Sons (1986). (No está registrado en LIBRUNAM).

16. "Catastrophe Theory"

Arnold, V.I.

Springer-Verlag 2nd ed. (1986).

17. "Mathematical Biology"

Murray, J.D.

Springer-Verlag (1989). (No está registrado en LIBRUNAM, aunque hay otros libros con el mismo título pero diferentes autores).