

Curso Académico: (2024 / 2025)

Fecha de revisión: 30-03-2024

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Matemáticas

Coordinador/a: CUERNO REJADO, RODOLFO

Tipo: Obligatoria Créditos ECTS : 6.0

Curso : 1 Cuatrimestre : 1

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Álgebra Lineal, Cálculo Diferencial e Integral en una y varias variables, Ecuaciones Diferenciales, Probabilidad, Cálculo Numérico, y Programación en algún lenguaje de uso en ciencia e ingeniería.

OBJETIVOS

Se pretende dar una introducción a métodos y ejemplos notables de la modelización matemática basada en ecuaciones diferenciales y en diferencias, tanto determinista como estocástica. Se verá una gran profusión de ejemplos tomados de dominios diversos de las aplicaciones, desde las Ciencias de la Naturaleza (Física, Química, Biología) a la Ingeniería y las Ciencias Sociales. Se hará especial hincapié en comportamientos genéricos debidos al carácter no lineal de los modelos estudiados, tales como el caos determinista, la formación de patrones y otros. Como objetivos más específicos de la asignatura, se pueden destacar:

- Adquirir la capacidad de formular un modelo realista en términos de leyes de conservación y constitutivas, que sea consistente dimensionalmente, identificando las constantes dimensionales y cocientes adimensionales que caracterizan al sistema.
- Adquirir familiaridad con modelos paradigmáticos en sistemas de la Ciencia, la Ingeniería y la Socioeconomía, formulados en términos de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, o de ecuaciones en diferencias.
- Adquirir familiaridad con modelos estocásticos en tiempo discreto o continuo, proporcionados por procesos de Markov notables.
- Adquirir un conocimiento de trabajo sobre la teoría cualitativa de sistemas dinámicos.
- Tomar contacto con los fenómenos de bifurcación en sistemas dinámicos de baja dimensión y en ecuaciones en derivadas parciales.
- Poder identificar y caracterizar comportamiento caótico en sistemas dinámicos deterministas de baja dimensión, tanto discretos como continuos.
- Tomar contacto con fenómenos no lineales adicionales en sistemas espacialmente extensos, tales como sistemas de reacción-difusión, propagación de ondas o formación de patrones.

Competencias básicas: CB6, CB7, CB8, CB9, CB10

Competencias generales: CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7

Competencias específicas: CE1, CE2, CE3, CE4, CE5, CE6, CE7, CE8, CE9, C11

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción a la modelización y el análisis no lineal.
 - 1.1. Modelización matemática y comportamiento no lineal.
 - 1.2. Análisis dimensional.
2. Sistemas dinámicos.
 - 2.1. Sistemas lineales.
 - 2.2. Plano de fase.
 - 2.3. Bifurcaciones. Transiciones críticas o puntos de inflexión; indicios.
3. Caos determinista.

- 3.1. Fenomenología del caos.
- 3.2. Iteraciones unidimensionales.
- 3.3. Caracterización del caos.

4. Procesos estocásticos en tiempo discreto.
 - 4.1. Procesos y cadenas de Markov.
 - 4.2. Caminatas aleatorias, procesos de ramificación y otros.

5. Procesos estocásticos en tiempo continuo.
 - 5.1. Cadenas de Markov en tiempo continuo.
 - 5.2. Procesos de nacimiento-muerte y de Poisson.

6. Sistemas espacialmente extensos: difusión.
 - 6.1. Transporte en sistemas continuos.
 - 6.2. Sistemas de reacción-difusión.

7. Sistemas espacialmente extensos: Propagación de ondas.
 - 7.1. Ecuación de Fisher-Kolmogorov.
 - 7.2. Sistemas excitables.

8. Sistemas espacialmente extensos: Formación de patrones.
 - 8.1. Análisis de estabilidad lineal.
 - 8.2. Transiciones críticas o puntos de inflexión; indicios.
 - 8.3. Comportamiento no lineal: ecuaciones de amplitud.

ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Clases magistrales/expositivas: Tienen por objetivo alcanzar las competencias específicas cognitivas de la materia. En ellas se presentarán los conocimientos que los alumnos deben adquirir. Para facilitar su desarrollo el alumnado recibirá materiales relacionados con las clases (notas, diapositivas) y se le facilitará el acceso a los textos de la bibliografía que permitan completar y profundizar aquellos aspectos en que sea necesario.

Clases prácticas: Son clases de resolución de problemas, prácticas en aula informática o de exposición por parte del alumnado. Estas clases ayudan a desarrollar las competencias específicas y se alternarán con las de carácter más expositivo.

Se realizarán actividades tutorizadas de enseñanza-aprendizaje, de contenido formativo tanto teórico como práctico que, aunque se pueda desarrollar de manera autónoma, requiera la supervisión y seguimiento, más o menos puntual, de un docente. Estas actividades pueden ser, entre otras, tutorías programadas, revisión de trabajos y tutorías de seguimiento.

El resto de las actividades consisten en el estudio de forma autónoma o en grupo sin supervisión del profesorado, durante el cual se realizan ejercicios y lecturas complementarias, existiendo acceso a aulas informáticas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Peso porcentual del Examen Final:	60
Peso porcentual del resto de la evaluación:	40

A lo largo del cuatrimestre, el alumnado habrá de entregar una serie de ejercicios resueltos individualmente o en grupo, algunos de los cuales pueden requerir programación. La nota media de estos ejercicios constituirá un 50% de la nota final. El 50% restante corresponderá a un examen final.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- C. Grinstead and J. L. Snell Introductory Probability, 2nd. ed., American Mathematical Society, 2003

- L. Allen An Introduction to Stochastic Processes with Applications to Biology, CRC Press, 2010

- M. Cross and H. Greenside Pattern Formation and Dynamics in Non-equilibrium Systems, Cambridge University Press , 2009
- M. H. Holmes Introduction to the Foundations of Applied Mathematics, Springer Science+Business Media, 2019
- S. H. Strogatz Nonlinear Dynamics and Chaos, Perseus Books, 2015

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- A. Papoulis and S. U. Pillai Probability, Random Variables and Stochastic Processes, McGraw-Hill, 2002
- C. L. Dym Principles of Mathematical Modeling, Elsevier, 2004
- G. Nicolis Introduction to Nonlinear Science, Cambridge University Press, 1995
- I. R. Epstein and J. A. Pojman An Introduction to Nonlinear Chemical Dynamics, Oxford University Press, 1998
- J. D. Logan Applied Mathematics, Wiley Interscience, 2006
- J. D. Murray Mathematical Biology. I, Springer, 2002
- J. D. Murray Mathematical Biology. II, Springer, 2003
- M. Pinsky and S. Karlin An Introduction to Stochastic Modeling, Academic Press, 2010
- R. C. Desai and R. Kapral Dynamics of Self-organized and Self-assembled structures, Cambridge University Press, 2009
- R. Toral and P. Colet Stochastic Numerical Methods: An Introduction for Students and Scientists, Wiley- VCH, 2014
- S. Heinz Mathematical Modeling, Springer-Verlag, 2011
- S. L. Miller and D. Childers Probability and Random Processes, Elsevier, 2012