

# INTRODUCCIÓN A LAS ECUACIONES DIFERENCIALES

Curso 2015/2016

(Código: 61023021)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

En esta asignatura se presentan las nociones básicas de las ecuaciones diferenciales ordinarias junto con su conexión y aplicaciones a otras ramas de las Matemáticas y de otras Ciencias.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Las ecuaciones diferenciales forman, por una parte, una de las grandes subramas del Análisis matemático, con importantes contactos con otras ramas de las Matemáticas, como la Geometría diferencial, la Teoría de variable compleja, la Optimización y el Cálculo de variaciones. Por otro lado, las ecuaciones diferenciales son una herramienta omnipresente en Física e Ingeniería desde que Galileo y Newton fundaron la Física moderna. En la actualidad también tienen aplicaciones relevantes en Química, Biología y Ciencias sociales.

Las ecuaciones *lineales* son importantes (en Matemáticas, Física e Ingeniería), debido a que, o bien corresponden con la naturaleza de los problemas, o bien constituyen una primera aproximación a modelos no lineales. En los últimos 100 años han ido desarrollándose poco a poco modelos no lineales de ecuaciones diferenciales ordinarias, apoyándose primero en el análisis cualitativo y después también en los ordenadores y los programas informáticos de cálculo científico. No obstante, los modelos lineales siguen siendo fundamentales: 1) porque en muchos campos proporcionan un cuerpo de doctrina básico o al menos una firme orientación, y 2) porque la linealización es uno de los instrumentos para estudiar los problemas no lineales.

Esta asignatura es indispensable para cursar y entender la asignatura del segundo semestre "Análisis de Fourier y Ecuaciones en Derivadas Parciales".

Otras asignaturas relacionadas son: "Herramientas Informáticas para Matemáticas" (2º curso), "Geometría Diferencial de Curvas y Superficies" (3º curso), "Resolución Numérica de Ecuaciones" (3º curso), "Física Matemática" (4º curso), "Geometría Diferencial" (4º curso) y "Sistemas Dinámicos" (4º curso).

## 3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Se requieren conocimientos básicos en Geometría euclídea, Álgebra lineal y Análisis matemático de una y varias variables reales. De hecho, el Análisis matemático de una variable se debe dominar ampliamente.

## 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Algunas de las competencias más importantes que se adquieren con esta asignatura son:

1. Conocimientos generales en uno de los principales campos de las Matemáticas.
2. Aplicación de los métodos y técnicas matemáticas a diversos problemas de la realidad, modelización de la realidad.
3. Capacidad de combinar razonamientos deductivos, razonamientos inductivos, inferencia empírica y aprendizaje directo en



la literatura matemática y sus aplicaciones.

4. Capacidad de comunicación de los resultados (en la evaluación se tendrá en cuenta también la buena exposición de las soluciones a los ejercicios propuestos).

5. Motivación histórica y práctica de problemas clásicos de las matemáticas y de sus aplicaciones.

## 5.CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Ecuaciones diferenciales de primer orden

1.1 Métodos elementales de resolución

1.2 Dibujo aproximado de soluciones

1.3 Existencia, unicidad, prolongabilidad

1.4 Estabilidad

1.5 Ecuaciones autónomas

1.6 Métodos numéricos

### 2. Sistemas y ecuaciones lineales

2.1 Propiedades generales

2.2 Sistemas de dos ecuaciones lineales y ecuaciones lineales de orden dos

2.3 Ecuaciones y sistemas lineales de orden  $n$

2.4 Estabilidad de sistemas y ecuaciones lineales

2.5 Transformada de Laplace

2.6 Soluciones periódicas de ecuaciones lineales

### 3. Soluciones por medio de series

3.1 Funciones analíticas

3.2 Puntos regulares

3.3 Puntos singulares regulares

3.4 Ecuaciones de Legendre, Hermite y Bessel

3.5 El punto del infinito

### 4. Mapas de fases



- 4.1 Sistemas de dos ecuaciones autónomas
- 4.2 Clasificación de puntos críticos
- 4.3 Sistemas y ecuaciones exactos
- 4.4 ¿Centro o foco?

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [FIDEL JOSE FERNANDEZ Y FERNANDEZ-ARROYO](#)

## 7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

En cada capítulo se debe llevar a cabo el estudio del siguiente modo:

- Estudio del texto base
- Realización de los ejercicios propuestos
- Realización de actividades complementarias si se indican

Se propondrá un ejercicio de evaluación continua. (Ver sección sobre evaluación).

## 8.EVALUACIÓN

La evaluación principal se llevará a cabo mediante un examen presencial de dos horas de duración. Se calificará de 0 a 10.

Evaluación continua:

Se propondrá un trabajo a elegir entre varios temas, que se calificará de 0 a n puntos. (n se concretará en la convocaría). Este ejercicio es optativo y su nota se sumará a la nota de la prueba presencial, con la única condición de que la nota final del curso no sobrepase el 10.

En la evaluación se tendrán en cuenta tanto aspectos matemáticos como de redacción.

Además se valorará hasta un punto las participaciones positivas en los foros de la virtualización.

## 9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

Bibliografía Básica

José Aranda Iriarte, *Apuntes de ecuaciones diferenciales I*. Universidad Complutense de Madrid, 2008. (Existe en forma digital como PDF).

## 10.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Comentarios y anexos:

Bibliografía complementaria



## Textos

W.E. Boyce y R.C. DiPrima, Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera. Limusa, 2005. (Disponible edición digital en inglés).

L. Elsgoltz, Ecuaciones diferenciales y cálculo variacional. Mir, 1996. (Disponible edición digital en español).

M. de Guzmán, Ecuaciones diferenciales ordinarias. Teoría de estabilidad y control. Alhambra, 1975.

P. Puig Adam, Ecuaciones diferenciales. Biblioteca Matemática, 1970. (Disponible edición digital en español).

G. Simmons, Ecuaciones diferenciales. Con aplicaciones y notas históricas. Segunda Edición. McGraw-Hill, 1993. Nota: Una edición anterior tiene importantes deficiencias de traducción. (Disponible edición digital en español de la Segunda Edición).

D.G. Zill y M.R. Cullen, Ecuaciones diferenciales con problemas de valores en la frontera. Sexta Ed. Thomson, 2006. Incluye CD-ROM. (Disponible edición digital en español).

## Libros de problemas

F. Ayres, Ecuaciones diferenciales. Serie de Compendios Schaum . McGraw-Hill, 1994.

R. Bronson, Ecuaciones diferenciales. Serie de Compendios Schaum, McGraw-Hill, diversas ediciones. Hay una edición de 2008.

M. de Guzmán, I. Peral, y M. Wallas, Problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Alhambra, 1978.

Los problemas recogidos en este libro son esencialmente los que se proponen en el texto de M. de Guzmán.

A. Kiseliyov, M. Krasnov, y G. Makarenko, Problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Mir, 1984. (Disponible edición digital en español).

## Manuales de Matemáticas

I. Bronshtein y K. Semendiaev, Manual de Matemáticas. Mir, 1971. Se reimprime con frecuencia y suele encontrarse en las librerías españolas. Al contrario que otros manuales de fórmulas y tablas, contiene relevantes párrafos de texto explicativo. (Disponible edición digital en español, y otra bastante más extensa en inglés).

M.R. Spiegel, J. Liu y L. Abellanas, Fórmulas y tablas de Matemática aplicada. Segunda edición revisada, Schaum, McGraw-Hill Interamericana de España, Madrid, 2005. Se beneficia del importante refuerzo de L. Abellanas. (Disponible edición digital en español).

Este libro está relacionado con el siguiente, que suele encontrarse en la mayoría de las bibliotecas.

M.R. Spiegel, Manual de fórmulas y tablas matemáticas, Schaum, McGraw-Hill. Diversas ediciones o reimpressiones a partir de 1970. (Disponible edición digital en español).

## Aplicaciones y modelización

E. Beltrami, Mathematics for Dynamic Modeling. 2ª Ed., Academic Press, 1987. (Stability, optimal control, cycles, bifurcation, catastrophe, chaos). Contiene partes del nivel del curso y también modelos de ecuaciones en derivadas parciales no enumerados en las líneas anteriores.

M. Braun, Ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones, Grupo Editorial Iberoamérica, 1990. Original en inglés de 1983. (Disponible edición digital en español).

F.R. Giordano and M.D. Weir, A First Course in Mathematical Modeling. Brooks/Cole Publishing Company, 1985. Modelos interesantes con matemáticas elementales.

W. Simon, Mathematical Techniques for Biology and Medicine. Academic Press, New York, 1972. MIT Press, Cambridge, Mass., 1977. Dover, New York, 1986. Una extensa e intensa muestra de modelos y aplicaciones que utiliza matemáticas



accesibles en el tercer curso del Grado.

R. Haberman, *Mathematical Models: Mechanical Vibrations, Population Dynamics and Traffic Flow*. Society for Industrial and Applied Mathematics, 1998.

P. Puig Adam, *Ecuaciones diferenciales*. Biblioteca Matemática, 1970. (Disponible edición digital en español). Contiene claras exposiciones de las vibraciones y oscilaciones mecánicas y eléctricas, resonancia y redes eléctricas.

D.G. Zill, *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*. Octava Ed. Thomson, 2007. Incluye CD-ROM.

#### Bibliografía más avanzada

Clásicos sobre existencia local y global, unicidad, dependencia en los parámetros y en las condiciones iniciales:

E.A. Coddington and L. Levinson, *Theory of ordinary differential equations*. McGraw-Hill, New York, 1955.

Ph. Hartman, *Ordinary Differential Equations*. Second Ed., Birkhäuser, 1982.

Ecuaciones diferenciales en el campo complejo:

E.L. Ince, *Ordinary Differential Equations*. Dover, 1956.

E. Hille, *Ordinary Differential Equations in the Complex Domain*. Dover, 1997. Original en John Wiley & Sons, 1976.

Libros que tratan Teoría geométrica, Teoría cualitativa, Teoría de la estabilidad, Sistemas dinámicos:

D.W. Jordan and P. Smith, *Nonlinear Ordinary Differential Equations, An Introduction to Dynamical Systems*. Third Edition, Oxford University Press, New York, 1999. Fourth Edition, 2007.

V.V. Nemytskii and V.V. Stepanov, *Qualitative Theory of Differential Equations*. Princeton University Press, 1960.

Caos y fractales:

E. Beltrami, *Mathematics for Dynamic Modeling*. 2º Ed., Academic Press, 1987.

Cristoforo S. Bertuglia and Franco Vaio, *Nonlinearity, Chaos and Complexity: The Dynamics of Natural and Social Sciences*, Oxford University Press, New York, 2005.

Robert L. Devaney and Linda Keen, *Chaos and Fractals: The Mathematics Behind the Computer Graphics*, American Mathematical Society, 1989.

James Gleick, *Chaos, Making a New Science*. Penguin Group, 1987. Libro de divulgación.

## 11. RECURSOS DE APOYO

Curso virtual donde se encuentran materiales de apoyo al estudio, acceso al foro y correos electrónicos de profesores y alumnos.

## 12. TUTORIZACIÓN

Equipo docente de la asignatura:

Francisco Bernis Carro

Despacho 126a

Departamento de Matemáticas Fundamentales



Facultad de Ciencias de la UNED  
Paseo Senda del Rey, 9  
28040 Madrid

Horario de atención al alumno:  
Jueves de 15:30 a 19:30.  
Teléfono: 91-3988473

Correo electrónico:

[fbernis@mat.uned.es](mailto:fbernis@mat.uned.es)

La tutorización y seguimiento se llevará a cabo sobre todo en el foro de la asignatura del curso virtual. Así las preguntas y respuestas serán visibles para todos los compañeros y también se da la oportunidad de que todos participen en los debates o conversaciones.

### 13.Recomendaciones

Se recomienda visitar regularmente el curso virtual de la asignatura.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



116A87FA2B1AC59FDC90E36FF8FAC5