



## 1. Identificación

### 1.1. De la Asignatura

<b>Curso Académico</b>	2014/2015
<b>Titulación</b>	GRADO EN MATEMÁTICAS y PROG CONJUNTA DE ESTUDIOS OFICIALES GRADO MATEMÁTICAS Y GRADO ING. INFORMÁTICA
<b>Nombre de la Asignatura</b>	ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS
<b>Código</b>	1584
<b>Curso</b>	SEGUNDO y SEGUNDO(IC)
<b>Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Nº Grupos</b>	2
<b>Créditos ECTS</b>	6
<b>Estimación del volumen de trabajo del alumno</b>	150
<b>Organización Temporal/Temporalidad</b>	2º Cuatrimestre y 2º Cuatrimestre(IC)
<b>Idiomas en que se imparte</b>	ESPAÑOL
<b>Tipo de Enseñanza</b>	Presencial

### 1.2. Del profesorado: Equipo Docente

<b>Coordinador de la asignatura</b>  ANTONIO LINERO BAS  Grupo: 1 y 2	<b>Área/Departamento</b>	MATEMÁTICAS
	<b>Categoría</b>	PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD
	<b>Correo Electrónico / Página web / Tutoría electrónica</b>	lineroba@um.es  Tutoría Electrónica: NO



	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Duración	Día	Horario	Lugar
		Anual	Lunes	12:00- 14:00	868883583, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.1.013-2
		Anual	Martes	13:00- 14:00	868883583, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.1.013-2
		Anual	Jueves	12:00- 14:00	868883583, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.1.013-2
		Anual	Viernes	13:00- 14:00	868883583, Facultad de Matemáticas y Aulario General B1.1.013-2

## 2. Presentación

En esta asignatura se plantea un primer contacto con una materia relevante desde los puntos de vista histórico y actual como son las ecuaciones diferenciales. En este primer curso consideramos la clase más sencilla de tales ecuaciones, como son las ecuaciones diferenciales ordinarias, (edo), es decir un tipo de ecuaciones funcionales en donde la incógnita buscada es una función derivable de una sola variable independiente, que en todos los puntos de un intervalo (puede ser no acotado) satisface dicha ecuación. Cuando la función que se trata de encontrar depende de varias variables independientes, entonces tenemos una ecuación en derivadas parciales que es el objeto de otra asignatura en el Plan de Estudios.



A grandes rasgos, a lo largo del curso presentaremos los métodos tradicionales de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias, con numerosas aplicaciones, y desarrollaremos su teoría general de existencia y unicidad de soluciones.

### 3. Condiciones de acceso a la asignatura

#### 3.1 Incompatibilidades

#### 3.2 Recomendaciones

Los que se adquieren tras cursar las asignaturas: Funciones de una variable real I y II, Funciones de varias variables reales I y II y Algebra lineal

### 4. Competencias

#### 4.1 Competencias Transversales

- Ser capaz de expresarse correctamente en español en su ámbito disciplinar. [Transversal1]
- Ser capaz de gestionar la información y el conocimiento en su ámbito disciplinar, incluyendo saber utilizar como usuario las herramientas básicas en TIC. [Transversal3]
- Considerar la ética y la integridad intelectual como valores esenciales de la práctica profesional. [Transversal4]
- Ser capaz de proyectar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos para promover una sociedad basada en los valores de la libertad, la justicia, la igualdad y el pluralismo. [Transversal5]
- Ser capaz de trabajar en equipo y para relacionarse con otras personas del mismo o distinto ámbito profesional. [Transversal6]
- Desarrollar habilidades de iniciación a la investigación. [Transversal7]

#### 4.2 Competencias de la asignatura y su relación con las competencias de la titulación

**Competencia 1. Conocer el significado geométrico de las edo y distinguir entre varios tipos**

- CGM-3: Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

**Competencia 2. Distinguir entre las distintas aproximaciones al estudio y resolución de las edo: resolución explícita, estudio cualitativo y resolución numérica**

- CGM-1: Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- CGM-2: Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- CGM-4: Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.
- CGM-5: Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas.

**Competencia 3. Conocer y manejar ejemplos de aplicación de las edo a modelos de las ciencias experimentales, sociales, económicas e ingenierías**

- CGM-5: Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas.
- CGM-6: Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otras técnicas, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
- CGM-7: Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.



**Competencia 4. Aprender métodos que permitan resolver por cuadraturas diversas familias de edo**

- CGM-6: Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otras técnicas, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

**Competencia 5. Conocer los resultados más relevantes sobre existencia y unicidad de edo**

- CGM-1: Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- CGM-2: Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- CGM-3: Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- CGM-4: Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.

**Competencia 6. Reconocer y resolver sistemas lineales de edo con coeficientes constantes (homogéneos y completos) y ecuaciones escalares lineales con coeficientes constantes y orden superior al primero.**

- CGM-6: Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otras técnicas, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
- CGM-10: Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.

**Competencia 7. Aprender a realizar análisis de edo que aparecen en circuitos eléctricos serie y paralelo y con corrientes alterna y continua, dinámica de muelles y comprender los fenómenos de la resonancia.**

- CGM-6: Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otras técnicas, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
- CGM-9: Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
- CGM-10: Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.

**Competencia 8. Conocimiento y manejo de edo lineales de segundo orden con coeficientes variables. En particular aprender su resolución por desarrollos en serie.**

- CGM-2: Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- CGM-6: Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otras técnicas, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

**Competencia 9. Análisis de las soluciones de edo en cuanto se refiere a la prolongabilidad, prolongabilidad máxima, dependencia de parámetros y de condiciones iniciales.**

- CGM-3: Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- CGM-5: Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas.
- CGM-9: Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

## 5. Contenidos

### TEMA 1 Introducción

Diferentes tipos de ecuaciones en Matemáticas. Primeras definiciones. Solución de una ecuación, órbita y trayectoria de un punto. Campos de direcciones. Método de las isoclinas. Problema de Cauchy para las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO). Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias (SEDO). Breve análisis histórico sobre las (EDO) y los (SEDO).

### TEMA 2 Métodos de resolución de EDO

Variables separables. Ecuaciones homogéneas y reducibles a homogéneas. Ecuaciones lineales de primer orden. Ecuaciones de Bernoulli y de Riccati. Ecuaciones exactas y factores integrantes. Cambios de variable en EDO. Ecuaciones de primer orden dadas en forma implícita.



### **TEMA 3 Aplicaciones de las EDO de primer orden**

Ley de desintegración radiactiva. Ley de enfriamiento de Newton. Reacciones químicas. Crecimiento de poblaciones. Trayectorias de vuelo. Caída libre con resistencia de medio. La braquistócrona. La catenaria. Aplicaciones geométricas de las EDO de primer orden.

### **TEMA 4 Ecuaciones y sistemas diferenciales lineales**

Introducción. Teoremas de existencia y unicidad. Estructura y naturaleza de las soluciones. Matrices fundamentales. Sistemas lineales no homogéneos. Variación de las constantes. Ecuaciones diferenciales lineales de orden  $n$ . Teoría general. El caso no homogéneo. Sistemas de ecuaciones lineales con coeficientes constantes. El caso no homogéneo. Exponencial de una matriz. El método de los coeficientes indeterminados. Resolución de sistemas por el método de eliminación.

### **TEMA 5 Aplicaciones de las ecuaciones y los sistemas diferenciales lineales**

Leyes de Kepler, vibraciones en sistemas mecánicos, vibraciones en sistemas eléctricos. Resonancia.

### **TEMA 6 Teoría de existencia y unicidad. Prolongación. Dependencia de parámetros y de valores iniciales**

Existencia y unicidad de soluciones. Equivalencia entre ecuaciones diferenciales y ecuaciones integrales. Teorema de Picard-Lindelöf local para funciones lipschitzianas. Aproximaciones de Picard. Teorema de Peano local y consecuencias. Teoremas global de Picard sobre existencia y unicidad de soluciones. Teorema global de Peano sobre existencia. Prolongación de soluciones. Comportamiento en los extremos de las soluciones no prolongables. Dependencia de las soluciones con relación a valores iniciales y a parámetros. Equivalencia. Lema de Gronwall. Lema de Hadamard.

### **TEMA 7 Soluciones obtenidas por series de potencias**

Búsqueda directa de soluciones de ecuaciones por desarrollo en serie. Funciones analíticas de varias variables reales y propiedades. El teorema de Cauchy de existencia y unicidad de soluciones en el caso analítico real. Demostración del teorema en dos dimensiones.



## TEMA 8 La transformada de Laplace

Ecuaciones lineales de segundo orden completas cuyo segundo miembro son funciones discontinuas, deltas de Dirac o combinación de las mismas. La transformada de Laplace, propiedades. La inversa de la transformada de Laplace. La transformada de Laplace y la convolución de funciones. Aplicación de la transformada de Laplace a la resolución de sistema lineales de ecuaciones diferenciales de coeficientes constantes.

## 6. Metodología Docente

Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
Lección Magistral	Presentación en el aula de los contenidos y el formalismo propios de la materia, a través de exposición de lecciones en pizarra y mediante medios audiovisuales.	40	40	80
Resolución de problemas	Resolución y discusión en el aula de los ejercicios de las hojas de problemas y de los entregables. Exposición de trabajos.	14	22	36
Trabajo en grupo e individuales	Presentación por escrito de diferentes cuestiones y actividades propuestas a lo largo del curso.		20	20
Evaluación	Examen final, escrito	4	8	12
Tutorías	Tutorías de seguimiento de la asignatura y del nivel alcanzado por los alumnos.	2		2
	Total	60	90	150

## 7. Horario de la asignatura

<http://www.um.es/web/matematicas/contenido/estudios/grados/matematicas/2014-15#horarios>

<http://www.um.es/web/vic-estudios/contenido/grados/dobles/pes/matematicas->

[informatica/2014-15#horarios](http://www.um.es/web/vic-estudios/contenido/grados/dobles/pes/matematicas-informatica/2014-15#horarios)



## 8. Sistema de Evaluación

<b>Competencia Evaluada</b>	<b>Métodos / Instrumentos</b>	Talleres de Problemas
	<b>Criterios de Valoración</b>	Resolución de problemas en grupo, participación y asimilación de contenidos.
	<b>Ponderación</b>	0.1
<b>Competencia Evaluada</b>	<b>Métodos / Instrumentos</b>	Exposición oral y entregables
	<b>Criterios de Valoración</b>	Claridad en la exposición, evaluando tanto la asimilación de contenidos, el formalismo y su presentación, como la honestidad en el desarrollo del trabajo.
	<b>Ponderación</b>	0.1
<b>Competencia Evaluada</b>	<b>Métodos / Instrumentos</b>	Examen Final
	<b>Criterios de Valoración</b>	Resolución de cuestiones teóricas y prácticas
	<b>Ponderación</b>	0.9

### Fechas de exámenes

<http://www.um.es/web/matematicas/contenido/estudios/grados/matematicas/2014-15#exámenes>  
<http://www.um.es/web/vic-estudios/contenido/grados/dobles/pes/matematicas-informatica/2014-15#exámenes>

## 9. Bibliografía (básica y complementaria)

-  [B] Boiarchuk, A.K., Golovach, G.P. *Problemas resueltos de ecuaciones diferenciales. Volúmenes 8,9,10.* Editorial URSS (2002)
-  [B] Jiménez López V. *Ecuaciones Diferenciales: Cómo aprenderlas, cómo enseñarlas.* Sección de Publicaciones de la Universidad de Murcia (2000)
-  [B] Linero A., *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias: Apuntes de clase.*
-  [B] López Rodríguez, M. *Problemas resueltos de Ecuaciones Diferenciales,* Editorial Thomson (2007)
-  [B] Simmons, G.F. *Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones y Notas Históricas.* Mc.Graw Hill (1993)



[C] Braun, M. *Differential Equations and their Applications*. Springer-Verlag (1993)



[C] Coddington E., Levinson N. *Theory of Ordinary Differential Equations*. Mc Graw Hill (1955)



[C] de Guzmán, M. *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Teoría de la Estabilidad y del Control*. Alhambra (1975)



[C] Elsgoltz, L. *Ecuaciones diferenciales y cálculo variacional*. Editorial Urss Moscú (1994)



[C] Kiseliov A., Krasnov M., Makarenko G. *Problemas de Ecuaciones Diferenciales*. Editorial Mir (1979)



[C] Pita, C. *Ecuaciones Diferenciales. Una introducción con aplicaciones*. Ed. Limusa, México (1989)



[C] Zill, D.G. *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*. Editorial Thomson (2007)

## 10. Observaciones y recomendaciones

### OBSERVACIONES DE METODOLOGÍA

La parte teórica se desarrollará mediante presentación y discusión por parte del profesor en clases magistrales de aquellos aspectos de la teoría que requieran especial dedicación.

SE recomienda que el alumno estudie con antelación los contenidos teóricos por cubrir en dichas sesiones.

La parte práctica se distribuirá en sesiones de problemas de dos tipos:

-Clases magistrales donde se enseñarán diferentes estrategias para abordar problemas característicos de la asignatura. Los alumnos deberán estudiar con antelación los problemas propuestos y podrán participar en la resolución de dichos problemas.

-Talleres de problemas donde los alumnos harán ejercicios y resolverán problemas bajo las indicaciones y supervisión del profesor.

Se propondrá a los alumnos la entrega y exposición de trabajos teórico-prácticos de forma individual o en grupo. En grupos reducidos se corregirán y supervisarán los trabajos realizados.

### OBSERVACIONES DE EVALUACIÓN

Para aprobar la asignatura, el alumno deberá obtener una calificación final de al menos 5 puntos.



Dicha calificación será la suma de las puntuaciones obtenidas con la resolución de problemas en los talleres y en pizarr,

con la entrega y exposición de trabajos y con el examen global.

Como condición para llevar a cabo la suma, el alumno deberá haber obtenido al menos 3 puntos en el examen final. Este examen final es relativo a los contenidos teórico-prácticos de toda la asignatura.

En la convocatoria final de julio o posteriores, la evaluación sólo tendrá en cuenta el examen global teórico-práctico relativo a todos los contenidos de la asignatura, y para aprobar se requiere una calificación igual o superior a 5 puntos.

En todas las actividades evaluadoras, y en especial en las de los trabajos individuales y en grupo, se tendrá en cuenta la honestidad, la ética y la integridad intelectual con la que se llevan a cabo (comparación de trabajos, cita de fuente, etc).

También se valorará la capacidad de expresarse correctamente en español.