



Universidad  
de Alcalá

# GUÍA DOCENTE

## Ecuaciones diferenciales

**Grado en**  
Ingeniería en Tecnologías Industriales

**Universidad de Alcalá**

---

**Curso Académico 2023/2024**

2º Curso - 1<sup>er</sup> Cuatrimestre

# GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	<b>Ecuaciones diferenciales</b>
Código:	<b>610012</b>
Titulación en la que se imparte:	<b>Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales</b>
Departamento y Área de Conocimiento:	<b>Física y Matemáticas Matemática aplicada</b>
Carácter:	<b>Básica</b>
Créditos ECTS:	<b>6.0</b>
Curso y cuatrimestre:	<b>2º Curso, 1<sup>er</sup> Cuatrimestre</b>
Profesorado:	Rafael Bravo de la Parra
Horario de Tutoría:	Consultar al comienzo de la asignatura
Idioma en el que se imparte:	Español

## 1a. PRESENTACIÓN

Esta asignatura representa un primer curso de ecuaciones diferenciales ordinarias junto con una introducción a las ecuaciones en derivadas parciales incluyendo la transformada de Laplace y las series de Fourier como herramientas en su estudio.

Las ecuaciones diferenciales surgen de forma natural como modelos en numerosas áreas de ciencia, ingeniería, economía y muchos otros temas. Los sistemas físicos, biológicos o económicos están representados por el cambio y las ecuaciones diferenciales son los modelos matemáticos que describen como cambian estos sistemas en el mundo real. Esto hace que los conocimientos básicos de la teoría de las ecuaciones diferenciales, así como de algunas de sus aplicaciones sean de adquisición obligatoria en la formación de un ingeniero.

La asignatura presentará los conceptos básicos y los resultados teóricos fundamentales acompañados de aplicaciones que tengan su interpretación en sistemas reales. En la resolución y estudio de sistemas se utilizarán esencialmente técnicas analíticas con apoyo informático donde sea necesario. Las correspondientes técnicas numéricas forman parte de los contenidos de la asignatura del segundo cuatrimestre *Métodos matemáticos aplicados a la ingeniería industrial*.

### Prerrequisitos y Recomendaciones

Los conocimientos previos básicos para cursar esta asignatura están cubiertos completamente por los contenidos de las asignaturas de Cálculo I, Álgebra y Cálculo II del primer curso este mismo grado.

## 1b. COURSE SUMMARY

This course represents the first course in ordinary differential equations together with an introduction to partial differential equations including the Laplace transform and the Fourier series as tools in their study.

Differential equations arise naturally as models in many areas of science, engineering, economics, and many other subjects. Physical, biological, or economic systems are represented by the change and the differential equations are the mathematical models that describe how these systems change in the real world. This makes the basic knowledge of the theory of differential equations, as well as of some of its applications, is mandatory acquisition in the training of an engineer.

The course will present the basic concepts and the fundamental theoretical results accompanied by applications that have their interpretation in real systems. In the resolution and study of systems will be used essentially analytical techniques with computer support where needed. The corresponding numerical techniques are part of the contents of the second-semester subject *Mathematical methods applied to industrial engineering*.

### Prerequisites and Recommendations

Basic prior knowledge to take this subject is covered completely by the contents of the subjects of *Calculus I*, *Algebra*, and *Calculus II* of the first year of this same grade.

## 2. COMPETENCIAS

### Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales:

**CG2** - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

**CG3** - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el ámbito de la Ingeniería Industrial.

**CG4** - Conocimientos y capacidad para aplicar herramientas computacionales y experimentales para la resolución de problemas en el ámbito de la Ingeniería Industrial.

**CG9** - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

**TRU1** - Capacidad de análisis y síntesis.

**TRU2** - Comunicación oral y escrita.

**TRU3** - Capacidad de gestión de la información.

**TRU4** - Capacidad de aprendizaje autónomo.

**TRU5** - Capacidad para trabajar en equipo.

### Competencias Específicas

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) específicas:

**CFB1** - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

### Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura/enseñanza, los estudiantes serán capaces de:

**RAM1.** Aplicar los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas matemáticos.

**RAM3.** Distinguir entre demostraciones rigurosas y argumentos plausibles y desarrollar ambos.

**RAM5.** Relacionar métodos matemáticos analíticos y numéricos y usarlos adecuadamente.

**RAM13.** Reconocer la utilidad de las transformadas integrales, aplicarlas y comprender su base teórica.

**RAM21.** Estudiar las soluciones de una ecuación o de un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias mediante métodos gráficos, analíticos y cualitativos.

**RAM22.** Utilizar la transformada de Laplace en la resolución de problemas lineales de valor inicial.

**RAM23.** Identificar las ecuaciones y sistemas lineales y conocer la estructura de sus soluciones.

**RAM24.** Estudiar sistemas reales mediante modelos en forma de ecuaciones diferenciales.

**RAM25.** Manejar la aproximación funcional mediante series de Fourier.

**RAM26.** Conocer los problemas asociados a las ecuaciones en derivadas parciales de orden dos más importantes en la física y la ingeniería y resolverlos mediante el método de separación de variables.

## 3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
<p><b>Tema1. Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden:</b></p> <p>Soluciones. Problemas de valor inicial. Teorema de existencia y unicidad. Campos de pendientes. Método de Euler. Teoría cualitativa de las ecuaciones autónomas. Ecuaciones separables. Ecuaciones lineales. Modelos de un compartimento. Cambios de variable.</p>	14 horas
<p><b>Tema 2. Ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden:</b></p> <p>Soluciones. Problemas de valor inicial. Teorema de existencia y unicidad. Ecuaciones lineales: Teorema de estructura. Ecuaciones lineales con coeficientes constantes: método de los coeficientes indeterminados y comportamiento a largo plazo. Ecuaciones lineales con coeficientes variables.</p>	7 horas
<p><b>Tema 3. Transformada de Laplace:</b></p> <p>Propiedades. Transformada inversa. Función salto. Delta de Dirac. Producto de convolución. Aplicación a la solución de problemas de valor inicial.</p>	7 horas
<p><b>Tema4. Sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden:</b></p> <p>Soluciones. Problemas de valor inicial. Teorema de existencia y unicidad. Sistemas autónomos planos: planos de fase, campos de direcciones. Método de Euler.</p>	4 horas
<p><b>Tema5. Sistemas lineales de ecuaciones diferenciales ordinarias:</b></p> <p>Sistemas planos homogéneos con coeficientes constantes. Teorema de estructura para sistemas lineales generales: matriz fundamental. Sistemas homogéneos con coeficientes constantes y método de los coeficientes indeterminados. Exponencial de una matriz como matriz fundamental.</p>	10 horas
<p><b>Tema6. Estabilidad de equilibrios de sistemas autónomos:</b></p> <p>Comportamiento asintótico en los sistemas lineales con coeficientes constantes: Criterio de Routh-Hurwitz. Linealización en un equilibrio de sistemas no lineales.</p>	4 horas

**Tema7. Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales:**

Soluciones. Problemas de valores en la frontera. Separación de variables. Series de Fourier. Ecuación del calor. Ecuación de ondas. Ecuación de Laplace. Problemas no homogéneos.

10 horas

## 4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

### 4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	58 horas (56 horas de clase presencial +2 horas de evaluación)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 (Incluye horas de estudio, elaboración de actividades, preparación de exámenes)
Total horas	150

### 4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

Clases magistrales y expositivas, en combinación con prácticas en el laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases magistrales/expositivas desarrollando la teoría con ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Clases de resolución de problemas para asimilar adecuadamente la teoría y sus aplicaciones.</li> </ul>
Trabajo autónomo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio personal.</li> <li>• Realización de ejercicios y problemas.</li> <li>• Participación en el aula virtual.</li> </ul>
Tutorías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personales.</li> <li>• Grupales.</li> </ul>
Materiales y recursos didácticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma de aula virtual.</li> <li>• Software libre Maxima, MatLab y Excel.</li> </ul>

## 5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

## 5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la [Normativa de Evaluación de los Aprendizajes](#) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

### Convocatoria ordinaria

#### Evaluación continua:

Las herramientas de evaluación serán de dos tipos:

1. **Pruebas de Evaluación (PE).** Pruebas escritas que abarcan los aspectos tanto prácticos como teóricos de los dos bloques en los que se dividirá la asignatura.
2. **Pruebas de Prácticas (PP).** Pruebas breves consistentes, para cada práctica, en la resolución de alguno de los ejercicios básicos propuestos, o en la respuesta a un pequeño cuestionario sobre los contenidos básicos implicados. Se podrán realizar en cada sesión de prácticas.

#### Evaluación mediante examen final:

Consistirá en una **Prueba de Evaluación (PE)**: prueba escrita abarcando los aspectos tanto prácticos como teóricos de la asignatura completa.

### Convocatoria extraordinaria

El procedimiento será el mismo que el descrito para la evaluación mediante examen final en la convocatoria ordinaria.

## 5.2. EVALUACIÓN

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se utilizarán los siguientes criterios para la evaluación de la asignatura, relacionados con los resultados del aprendizaje:

**CE1.** Uso adecuado del lenguaje y el razonamiento matemáticos junto con el conocimiento de los conceptos y resultados básicos de la asignatura.

**CE2.** Capacidad de utilización de los contenidos teóricos de la asignatura tanto en la resolución de problemas teóricos como en la de problemas surgidos de aplicaciones incluidas en cualquiera de los campos relacionados con este grado.

**CE3.** Asistencia y colaboración activa en las clases prácticas.

## INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Esta sección resume los instrumentos de calificación que serán aplicados a cada uno de los criterios de Evaluación.

- **Pruebas de Evaluación (PE).** Pruebas escritas que abarcan los aspectos tanto prácticos como teóricos de los dos bloques en los que se dividirá la asignatura. Existe la opción de recuperar la primera prueba junto con la realización de la segunda.
- **Pruebas de Prácticas (PP).** Pruebas breves consistentes, para cada práctica, en la resolución de alguno de los ejercicios básicos propuestos, o en la respuesta a un pequeño cuestionario sobre los contenidos básicos implicados.. Se podrán realizar en cada sesión de prácticas.
- **Prueba de Evaluación Final:** Una única prueba con las mismas características que las PE, pero que sólo deberán realizar aquellos alumnos que opten por la evaluación final.

## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN (Ejemplo de tabla, modifíquela según sus necesidades)

En la convocatoria **ordinaria–evaluación continua** la relación entre las competencias, resultados del aprendizaje, criterios e instrumentos de evaluación, es la siguiente.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
Todas	RAM1, RAM3, RAM5, RAM13, RAM21, RAM22	CE1, CE2	PE	40%
Todas	RAM1, RAM3, RAM5, RAM13, RAM21, RAM22, RAM23, RAM24, RAM25, RAM26	CE1, CE2, CE3	PP	20%
Todas	RAM1, RAM3, RAM5, RAM21, RAM22, RAM23, RAM24, RAM25, RAM26	CE1, CE2	PE	40%

Se otorgará la calificación de "No presentado" al alumno que habiendo optado por el procedimiento de evaluación continua, no se presente a la segunda prueba de evaluación parcial.

En la convocatoria **ordinaria–evaluación final** la relación entre las competencias, resultados del aprendizaje, criterios e instrumentos de evaluación, es la siguiente.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
Todas	RAM1, RAM3, RAM5, RAM13, RAM21, RAM22, RAM23, RAM24, RAM25, RAM26	CE1, CE2, CE3	PE	100%

### Convocatoria extraordinaria

En el caso de la convocatoria extraordinaria se mantendrán los mismos porcentajes que se han establecido en el caso de la evaluación mediante examen final.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

### 6.1. Bibliografía básica

- *Differential Equations, Including Linear Algebra Topics and Computer-Aided Problem-Solving Using Maxima or SageMath*, C. Bergeron, J. Leblet *al.*, Open-source publication, version 6.0, 2019. Descargar pdf <https://drive.google.com/file/d/0BxEy2jYoNru3cl9BWVhMUlJYeFk/view?usp=sharing>
- *Differential Equations: A Modelling Perspective*, R.L. Borrelli y C.S. Coleman, John Wiley & Sons, Inc., 2ª ed. 2004.
- *Ecuaciones diferenciales y problemas de valores en la frontera*, W.E. Boyce y R.C. DiPrima, Limusa Wiley, 5ª ed. 2010.
- *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera: cómputo y modelado*, C.H. Edwards y D.E. Penney, Pearson Education, 4ª ed. 2009.
- *Notes on Diffy Qs: Differential Equations for Engineers*, J. Lebl Open-source publication, version 6.0, 2019.  
Libro online <https://www.jirka.org/diffyqs/html/diffyqs.html>  
Descargar pdf <https://www.jirka.org/diffyqs/diffyqs.pdf>
- *Elementary Differential Equations with Boundary Value Problems*, William F. Trench, Books and Monographs. Book 9. 2013.  
Descargar pdf <https://digitalcommons.trinity.edu/mono/9/>
- *Ecuaciones diferenciales con problemas con valores en la frontera*, D.G. Zill y M.R. Cullen, Cengage Learning Editores, 8ª ed. 2015.

## 6.2. Bibliografía complementaria

## **NOTA INFORMATIVA**

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación han de seguirse las pautas marcadas en el Reglamento por el que se establecen las Normas de Convivencia de la Universidad de Alcalá, así como las posibles implicaciones de las irregularidades cometidas durante dichas pruebas, incluyendo las consecuencias por cometer fraude académico según el Reglamento de Régimen Disciplinario del Estudiantado de la Universidad de Alcalá.