



- 1. Código:** 14498      **Nombre:** Programación para Ciencia y Tecnología
- 2. Créditos:** 6,00      **--Teoría:** 3,00      **--Prácticas:** 3,00      **Carácter:** Obligatorio
- Titulación:** 205-Grado en Ingeniería Física
- Módulo:** 2-Especialización      **Materia:** 7-Ampliación de Matemáticas e Informática
- Centro:** E.T.S.I. DE TELECOMUNICACIÓN

- 3. Coordinador:** Alonso Ábalos, José Miguel
- Departamento:** SISTEMAS INFORMÁTICOS Y COMPUTACIÓN

#### 4. Bibliografía

Análisis numérico	Burden, Richard L.
Análisis numérico : las matemáticas del cálculo científico	Kincaid, David R.
Métodos numéricos para ingenieros	Chapra, Steven C.
Métodos numéricos para la física y la ingeniería	Vázquez, Luis (Vázquez Martínez)   Vázquez, Luis   Jiménez Burillo, Salvador   Jiménez Burillo, Salvador   Aguirre Maeso, Carlos   Aguirre Maeso, Carlos   Pascual Broncano, Pedro J.   Pascual Broncano, Pedro J.
	Zienkiewicz, Olgierd Cecil
El método de los elementos finitos. Volumen 1, Las bases	Chandrupatla, Tirupathi R.
Introducción al estudio del elemento finito en ingeniería	Kiusalaas, Jaan
Numerical methods in engineering with Python 3 / [electronic resource]	Johansson, Robert
Numerical Python : scientific computing and data science applications with Numpy, SciPy and Matplotlib	
Numerical methods for computer science, engineering and mathematics	Mathews, John H.
Numerical analysis : A practical approach	Maron, M.J.
A first course in numerical methods	Ascher, Uri M.

#### 5. Descripción general de la asignatura

##### Objetivos de la asignatura

La Computación Científica es una amplia disciplina focalizada en usar los computadores como herramientas de simulación y resolución de problemas en infinidad de campos de la ciencia y de la ingeniería, lo que ha permitido aumentar en gran medida el tamaño y la complejidad de los problemas abordables.

En esta asignatura se estudian los principales métodos numéricos que, tras ser implementados en un ordenador, permiten abordar los modelos matemáticos y resolver numéricamente los problemas computacionales que de ellos derivan en el ámbito de la Ingeniería Física. Dichos métodos numéricos abordan la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, la aproximación de funciones por mínimos cuadrados, la interpolación numérica, el cálculo de raíces de funciones y la resolución de sistemas de ecuaciones no lineales, la integración numérica, la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y la resolución de ecuaciones en derivadas parciales.

Los conocimientos impartidos en esta asignatura tienen una aplicación práctica y directa en numerosas áreas de la Ingeniería Física, entre las cuales podemos destacar la mecánica de fluidos, la termodinámica, la mecánica cuántica, la mecánica de sólidos, la física estadística, la fotónica, la biofísica y el tratamiento de señales y datos, entre otras.

##### Contextualización de la asignatura

El desarrollo de aplicaciones informáticas basadas en la Computación Científica es una realidad que afrontará el futuro ingeniero físico en su etapa académica y profesional, el cual debe conocer diferentes técnicas de programación numérica que le permitan resolver eficientemente los problemas de física computacional a los que se enfrentará. El futuro ingeniero deberá por tanto extraer el máximo rendimiento de un ordenador y de la aplicación que allí se ejecutará, implementando los algoritmos correspondientes a los métodos numéricos más apropiados que le permitan resolver el problema y reducir en gran medida los tiempos de simulación y el coste en recursos.

#### 6. Conocimientos recomendados

- (14481) Álgebra
- (14482) Métodos Matemáticos I
- (14488) Informática y Programación
- (14496) Métodos Matemáticos II





## 7. Resultados

### Resultados fundamentales

CB1(GE) Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CB2(GE) Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3(GE) Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4(GE) Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CG8(GE) Conocer y manejar las señales, los sistemas, los datos, el equipamiento y el software que se precisa en la resolución de problemas de Ingeniería Física.

CE1(ES) Comprender los conceptos y métodos matemáticos en el ámbito de la física e ingeniería: álgebra lineal, geometría analítica y diferencial, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, variable compleja y análisis funcional, para su aplicación en la resolución de problemas propios de la Ingeniería Física.

CE4(ES) Comprender y manejar las herramientas software específicas para la resolución de problemas del ámbito de la Ingeniería Física, tanto a partir del desarrollo de código propio como mediante software comercial.

CG4(GE) Saber resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Graduado o Graduada en Ingeniería Física.

CG5(GE) Saber reunir y manejar cualquier fuente de información relacionada con la Ingeniería Física y emitir juicios razonados sobre la misma, así como aplicar mecanismos de vigilancia científica y tecnológica.

CB5(GE) Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

### Competencias transversales

#### (5) Responsabilidad y toma de decisiones

- Actividades desarrolladas relacionadas con la adquisición de la competencia

La docencia de la asignatura consta de lecciones magistrales, resolución de problemas de aula y prácticas informáticas. En la lección magistral, se exponen los aspectos clave y los conceptos teóricos de cada unidad didáctica, junto con los métodos numéricos pertinentes. Para motivar al alumno, se muestran ejemplos reales de aplicación de los métodos numéricos descritos a los que tendrá que enfrentarse en su etapa profesional.

Tras esto, el profesor propone la resolución de problemas numéricos y de programación con los que los alumnos deben ir familiarizándose, y que les inducen a realizar razonamientos de cierta complejidad. En un primer momento, dichos ejercicios numéricos se resuelven a mano en las clases de problemas de aula. A su vez, se presentan y analizan problemas reales y de mayor entidad, que se resuelven por medio del ordenador en las sesiones de las prácticas informáticas, a partir de la programación de los métodos numéricos oportunos. Los problemas están pensados para inducir a que los alumnos adquieran esta competencia de manera adecuada y sepan adaptar y aplicar las técnicas de Computación Numérica más apropiadas a la resolución satisfactoria de los problemas computacionales a los que se enfrentarán en su vida laboral.

Adicionalmente, el alumno dispondrá del material adecuado que le ayudará a conseguir los objetivos planteados, como son saber recoger la información relevante del problema a resolver, analizarlo, aplicar las técnicas de resolución más convenientes para obtener la solución y, finalmente, analizar los resultados.

- Criterios de evaluación

El alumno debe ser capaz de resolver problemas numéricos de ingeniería, tanto con ayuda de un ordenador como sin el, aplicando los métodos numéricos explicados en la asignatura, además de analizar la coherencia de la solución obtenida. Por otra parte, el alumno debe ser capaz de escribir programas de ordenador que implementan los citados métodos numéricos, los cuales trabajan principalmente con matrices y vectores, realizando distintos cálculos con ellos. La evaluación de esta competencia se realizará mediante ejercicios de resolución numérica, con y sin ordenador, y ejercicios de programación en las tres pruebas de evaluación continua y en la prueba final de respuesta abierta, las cuales permitirán determinar si el alumno ha adquirido la competencia y la capacidad de aplicar las técnicas de programación y





## 7. Resultados

### Competencias transversales

las herramientas de Computación Numérica en la resolución de problemas de forma autónoma.  
Resultados de Aprendizaje Específicos  
RA5.1 - Identificar, formular y resolver problemas complejos, de manera autónoma, aplicando los principios de la disciplina.

## 8. Unidades didácticas

1. Introducción a la Computación Científica.
  1. La Computación Científica: definición y aplicaciones.
  2. Los métodos numéricos: definición y clasificación.
  3. Tipos de errores.
  4. Error absoluto y relativo.
  5. Dígitos significativos.
  6. Representación normalizada en coma flotante.
  7. Normas vectoriales y matriciales.
  8. Número de condición de una matriz.
  9. Estabilidad y condicionamiento.
  10. Coste computacional.
2. Sistemas de ecuaciones lineales.
  1. Introducción a los sistemas de ecuaciones lineales.
  2. Resolución de sistemas de ecuaciones triangulares.
  3. La descomposición LU con pivotación.
  4. Aplicaciones de la descomposición LU con pivotación.
  5. La descomposición de Cholesky.
  6. Aplicaciones de la descomposición de Cholesky.
  7. Errores en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales.
  8. Práctica 1. Sistemas de ecuaciones lineales.
3. Raíces de funciones y sistemas de ecuaciones no lineales.
  1. Introducción al cálculo de raíces de funciones.
  2. Método de bisección.
  3. Método de Newton.
  4. Método de la secante.
  5. Resolución de sistemas de ecuaciones no lineales. Método de Newton.
  6. Práctica 2. Raíces de funciones y sistemas de ecuaciones no lineales.
4. Aproximación de funciones por mínimos cuadrados.
  1. Introducción a la aproximación de funciones.
  2. Aproximación polinómica mediante mínimos cuadrados.
  3. Sistemas de ecuaciones sobredeterminados.
  4. La descomposición QR.
  5. Aplicaciones de la descomposición QR.
  6. Reflexiones de Householder.
5. Interpolación numérica.
  1. Introducción a la interpolación numérica.
  2. Interpolación polinómica.
  3. Interpolación segmentaria.
  4. Práctica 3. Aproximación de funciones.
6. Derivación e integración numérica.
  1. Introducción a la derivación numérica.
  2. Fórmulas progresivas, regresivas y centradas.
  3. Introducción a la integración numérica.
  4. Grado de exactitud de una fórmula de cuadratura.
  5. Fórmulas de Newton-Cotes.
  6. Fórmulas de cuadratura gaussiana.





## 8. Unidades didácticas

7. Práctica 4. Integración numérica.
7. Ecuaciones diferenciales ordinarias.
  1. Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias.
  2. Ecuaciones diferenciales de orden 1 con valores iniciales.
  3. Método de Euler.
  4. Método de Runge-Kutta.
  5. Métodos de Adams.
  6. Sistemas de ecuaciones diferenciales de orden 1 con valores iniciales.
  7. Ecuaciones diferenciales de orden n con valores iniciales.
  8. Ecuaciones diferenciales de orden 2 con valores de contorno.
  9. El método del disparo.
  10. El método de las diferencias finitas.
  11. Práctica 5. Ecuaciones diferenciales ordinarias.
8. Ecuaciones en derivadas parciales.
  1. Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales.
  2. Clasificación de las ecuaciones en derivadas parciales.
  3. Resolución mediante diferencias finitas.
  4. Resolución mediante elementos finitos.
  5. Práctica 6. Ecuaciones en derivadas parciales.

## 9. Método de enseñanza-aprendizaje

UD	TA	SE	PA	PL	PC	PI	EVA	TP	TNP	TOTAL HORAS
1	3,50	--	0,50	--	--	0,00	0,30	4,30	6,50	10,80
2	3,50	--	2,00	--	--	2,00	0,75	8,25	13,00	21,25
3	3,00	--	2,50	--	--	2,00	1,00	8,50	13,50	22,00
4	3,00	--	1,50	--	--	1,00	0,75	6,25	10,00	16,25
5	3,00	--	1,50	--	--	1,00	0,75	6,25	10,00	16,25
6	4,00	--	2,50	--	--	2,00	1,00	9,50	15,00	24,50
7	5,00	--	3,50	--	--	2,00	1,20	11,70	17,50	29,20
8	5,00	--	4,00	--	--	2,00	1,50	12,50	19,00	31,50
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>30,00</b>	<b>--</b>	<b>18,00</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>12,00</b>	<b>7,25</b>	<b>67,25</b>	<b>104,50</b>	<b>171,75</b>

UD: Unidad Didáctica. TA: Teoría de Aula. SE: Seminario. PA: Práctica de Aula. PL: Práctica de Laboratorio. PC: Práctica de Campo. PI: Práctica de Informática. EVA: Actividades de Evaluación. TP: Trabajo Presencial. TNP: Trabajo No Presencial.

## 10. Evaluación

### Descripción

- (15) Prueba práctica de laboratorio/campo/informática/aula  
(14) Prueba escrita

Nº Actos	Peso (%)
6	20
4	80

A lo largo del cuatrimestre, se realizarán 3 pruebas escritas de evaluación continua donde se evaluarán los conocimientos adquiridos sobre los métodos numéricos explicados en clase. Cada prueba estará compuesta por preguntas teóricas de tipo test y por la resolución numérica de ejercicios sin ordenador. El peso conjunto de estas tres pruebas será de un 40%.

Al finalizar cada una de las seis prácticas informáticas, los alumnos completarán varias preguntas de test o de respuesta numérica desde PoliformaT donde se evaluarán del trabajo desarrollado en dicha sesión. Estas pruebas se realizarán de forma presencial y en la propia aula en la que se ha desarrollado la sesión práctica. La nota obtenida en estas pruebas representará el 20% de la nota global de la asignatura.

Adicionalmente, al finalizar las clases, los alumnos se enfrentarán a una prueba escrita de respuesta abierta donde se evaluarán los conocimientos de programación y de los métodos numéricos adquiridos a lo largo de todo el curso. La prueba estará compuesta por ejercicios de resolución numérica con ordenador y por ejercicios de programación. El peso de esta prueba será de un 40%.

La nota final se calculará a partir de las notas de las pruebas de evaluación mencionadas, siendo necesario que dicha nota final sea mayor o igual que 5 para poder aprobar la asignatura. No se exigirá una nota mínima en ninguna de las pruebas que componen la evaluación.





## 10. Evaluación

Aquellos alumnos que no hayan aprobado la asignatura dispondrán de un examen final de recuperación compuesto por preguntas teóricas de tipo test, problemas de resolución con y sin ordenador, y preguntas de programación. Todos los alumnos que deseen presentarse a subir nota podrán hacerlo, pero perderán la nota obtenida anteriormente. Las pruebas de evaluación realizadas en las sesiones de prácticas informáticas no serán recuperables.

Los alumnos con dispensa de asistencia se evaluarán al final del curso de una prueba con un contenido similar al citado examen final de recuperación, pudiendo evidentemente presentarse al mismo en caso de que lo necesitaran. El peso de dicha prueba se les adaptará para poder conseguir la máxima calificación.

Cualquier acto fraudulento en una prueba de evaluación implicará la calificación de ésta con cero puntos, sin perjuicio de las medidas disciplinarias que puedan derivarse.

## 11. Porcentaje máximo de ausencia

<u>Actividad</u>	<u>Porcentaje</u>	<u>Observaciones</u>
Teoría Aula	100	La asistencia a clase es fundamental para conseguir un buen aprovechamiento de las prácticas informáticas y lograr el máximo rendimiento en los exámenes.
Teoría Seminario	0	
Práctica Aula	100	La asistencia a clase es fundamental para conseguir un buen aprovechamiento de las prácticas informáticas y lograr el máximo rendimiento en los exámenes.
Práctica Laboratorio	0	
Práctica Informática	100	La asistencia a clase es imprescindible para la correcta implementación de los diferentes métodos numéricos, para realizar presencialmente las pruebas de evaluación al final de cada sesión y para obtener el máximo rendimiento en los exámenes.
Práctica Campo	0	

