



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Métodos Numéricos
Código	DMA-IMAT-224
Título	<a href="#">Grado en Ingeniería Matemática e Inteligencia Artificial</a>
Impartido en	Grado en Ingeniería Matemática e Inteligencia Artificial [Segundo Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Matemática Aplicada
Responsable	Manuel Villanueva Pesqueira

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Manuel Villanueva Pesqueira
Departamento / Área	Departamento de Matemática Aplicada
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-210] Ext.: 2360
Correo electrónico	mvillanueva@icai.comillas.edu
<b>Profesores de laboratorio</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Emanuel Gastón Mompó Pavesi
Departamento / Área	Departamento de Matemática Aplicada
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-417]
Correo electrónico	egmomp@icai.comillas.edu

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
<p>El análisis numérico es la rama de las matemáticas que se encarga del diseño y el análisis de técnicas para dar soluciones aproximadas pero precisas a problemas complejos donde los procedimientos analíticos no son capaces de dar una respuesta. Por tanto, la asignatura Métodos Numéricos proporcionará una formación interdisciplinar donde se combinarán de una manera natural los tres pilares básicos sobre los que se sustenta la titulación: Matemáticas, Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. De hecho, se reforzarán conocimientos, destrezas y habilidades vistas en asignaturas tanto de matemáticas (Álgebra y geometría y Análisis matemático y Cálculo vectorial) como de computación (Programación y Algoritmos y estructuras).</p>



La finalidad del curso es que el alumnado conozca los fundamentos de diversos métodos numéricos que le permitan resolver problemas aplicados. El alumno será capaz de obtener un modelo matemático a partir de un problema o fenómeno del mundo real, analizar el tipo de errores que se pueden introducir, saber elegir y aplicar el método más apropiado para resolver el problema, desarrollar códigos optimizados de los métodos e interpretar los resultados obtenidos.

## Prerequisitos

Se presuponen los conocimientos adquiridos previamente en las siguientes asignaturas: Álgebra y Geometría, Análisis Matemático y Cálculo vectorial, Programación y Algoritmos (de primer curso), y Ecuaciones Diferenciales (del primer cuatrimestre de segundo curso).

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### GENERALES

<b>CG01</b>	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos generales que puedan plantearse en la ingeniería.
<b>CG02</b>	Capacidad de razonamiento abstracto y sentido crítico, así como de cálculo, modelado, simulación, optimización y predicción, para dar respuesta a los problemas planteados por la ciencia, la tecnología y la sociedad en general.

#### ESPECÍFICAS

<b>CE01</b>	Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería, aplicando con aptitud los conocimientos sobre: álgebra lineal y multilineal, geometría, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales, métodos numéricos, estadística y optimización.
<b>CE03</b>	Capacidad para saber aplicar las técnicas matemáticas más adecuadas en la resolución de los diferentes problemas, técnicos y tecnológicos, planteados en el ámbito de la ingeniería y la inteligencia artificial. Aptitud para conocer el rango de aplicabilidad y limitaciones en la resolución de problemas de las diferentes herramientas matemáticas.
<b>CE04</b>	Capacidad para utilizar con habilidad y soltura software matemático, así como para implementar algoritmos y desarrollar programas informáticos que permitan resolver los problemas matemáticos planteados en el ámbito de la ingeniería y de la inteligencia artificial.
<b>CE07</b>	Aptitud para modelar y resolver sistemas físicos en el ámbito de la ingeniería, mediante técnicas de cálculo numérico, álgebra numérica, ecuaciones en diferencias, ecuaciones diferenciales o técnicas propias de la matemática discreta.

### Resultados de Aprendizaje

<b>RA1</b>	Capacidad para interpretar los resultados obtenidos al aplicar un método numérico. Identificación de los distintos tipos de errores que se pueden cometer
<b>RA2</b>	Conocimiento de conceptos básicos del análisis numérico tales como coste computacional, condicionamiento, sensibilidad, precisión y estabilidad numérica
<b>RA3</b>	Saber obtener aproximaciones polinómicas de funciones y datos numéricos utilizando diversas técnicas de interpolación
<b>RA4</b>	Conocer algoritmos que permitan obtener de forma aproximada la derivada y la integral definida de una función



RA5	Conocer y saber implementar distintos métodos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales, tanto directos como iterativos
RA6	Ser capaz de obtener estimaciones de los autovalores y vectores propios de una matriz utilizando diferentes métodos numéricos
RA7	Aplicar correctamente diversos métodos numéricos de resolución de ecuaciones no lineales, valorando y utilizando los métodos más adecuados dependiendo del problema a resolver
RA8	Aplicar correctamente diversos métodos numéricos de resolución de ecuaciones no lineales, valorando y utilizando los métodos más adecuados dependiendo del problema a resolver
RA9	Desarrollo de la capacidad de implementar los diferentes algoritmos trabajados en el aula utilizando un lenguaje de programación, y de aplicarlos a casos concretos y problemas reales

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos
<b>Métodos Numéricos</b>
Tema 1: Introducción a los problemas del Análisis Numérico.
Introducción a la teoría de errores. Operaciones en coma flotante. Condicionamiento, sensibilidad, precisión y estabilidad.
Tema 2: Interpolación y aproximación de funciones
Interpolación. Polinomio interpolador de Lagrange y fórmula de Newton para el polinomio interpolador. Interpolación lineal a trozos. Interpolación de Hermite. Splines.
Tema 3: Derivación e integración numérica
Derivación numérica. Integración numérica: método del trapecio y regla de Simpson. Cuadratura Gaussiana.
Tema 4: Resolución numérica de sistemas de ecuaciones lineales
Normas matriciales. Método de Gauss. Métodos de factorización: LU y Cholesky. Métodos iterativos: Jacobi, Gauss-Seidel y Relajación.
Tema 5: Aproximación numérica de autovalores y autovectores
Método de la potencia, de la potencia inversa y de la potencia desplazada. Método de deflacción.
Tema 6: Resolución numérica de ecuaciones no lineales
Método de la bisección, método de Newton, método de la secante y método del punto fijo. Método de Newton para la resolución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales.
Tema 7: Resolución numérica de ecuaciones diferenciales
Métodos explícitos e implícitos.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Las técnicas didácticas activas tendrán gran importancia en el desarrollo de esta asignatura. La docencia se centrará en el alumno y las actividades que éste realiza para alcanzar un aprendizaje significativo. Con el objeto de potenciar los procesos cognitivos de los alumnos y fomentar un aprendizaje transversal, se plantea la estructuración de la asignatura a partir de una estrategia didáctica donde los problemas aplicados son el eje en torno del cual se articulan las actividades teórico-prácticas desarrolladas.

### Metodología Presencial: Actividades

**Clase magistral expositiva y participativa** (20 horas): El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema mediante una exposición dialogada en la que apoyándose en un buen material presenta de forma clara y organizada los aspectos teóricos básicos de la asignatura e introduce los principales métodos numéricos. Con el fin de que los estudiantes sean los protagonistas en el proceso de enseñanza- aprendizaje se presentarán ejemplos prácticos, problemas tipo y aplicaciones. Se fomentará el diálogo a través de formulación de preguntas diversas dirigidas a la comprensión de la información, así como preguntas retadoras orientadas a identificar los saberes previos de los estudiantes. Se promoverá que los estudiantes tengan que, una vez comprendida la teoría, analizar distintas posibilidades de solución a partir de la utilización de diferentes métodos numéricos.

CG01, CG02, CE01, CE03,  
CE07

**Ejercicios prácticos y resolución de problemas** (16 horas): En estas sesiones se explicarán, corregirán y analizarán problemas de cada tema análogos a los resueltos en las lecciones expositivas y también otros de mayor complejidad, previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno. Se hará hincapié en el proceso de modelización y simplificación de un problema planteado y en las técnicas de resolución de problemas analizando errores, precisión, etc. Se favorecerá la participación del alumno y la interacción alumno-profesor y alumno-alumno como vía para fomentar el aprendizaje colaborativo y la capacidad de autoaprendizaje. Además, de forma parcial se utilizará la metodología FLipped Classroom (clase inversa), se propondrá el aprendizaje de ciertos contenidos de la asignatura fuera del aula y así liberar tiempo para que se pueda facilitar la participación de los estudiantes en el aprendizaje activo a través de preguntas.

CG01, CG02, CE01, CE03,  
CE07

**Sesiones prácticas con uso de software** (20 horas): Estas sesiones se basan en el aprendizaje colaborativo. Se realizarán en grupos. De esta forma se fomenta la colaboración entre iguales, la participación activa en debates y, en definitiva, se impulsa que el alumno diseñe su propio aprendizaje. Dado que el aula está adaptada para el aprendizaje colaborativo, se formarán grupos de 5 estudiantes y se seguirán los siguientes pasos:

a) Implementación de los métodos numéricos: El profesor dirige a los estudiantes para que cada uno de los grupos implemente de la forma que crea más adecuada los métodos numéricos correspondientes al tema visto en teoría. El desarrollo de los códigos se hará en Matlab.

b) Aprendizaje entre iguales: A cada miembro del grupo se le asociará un método numérico por consenso y será nombrado "experto" de dicho método. Todos los especialistas de un mismo método se reunirán para discutir, comparar y aclarar cuestiones que necesiten un aprendizaje profundo. En este punto de la actividad, los profesores se convertirán en un participante más en los debates de cada grupo de "expertos". Si es necesario, el profesor formulará preguntas para hacer reflexionar o explicará algún concepto que no esté claro, pero en ningún caso resolverá directamente los problemas y cuestiones que puedan surgir.

CE01, CE03, CE04, CE07

c) Aplicación de la experiencia adquirida: Cada "experto" vuelve a su grupo original para enseñar al resto de



compañeros lo que ha aprendido interactuando con los otros grupos. De esta forma el grupo ya está preparado para resolver el problema propuesto. Cada grupo tendrá que entregar un informe sobre la práctica realizada.

Esta actividad contribuirá a la formación integral del alumnado pues, por su propia naturaleza, se hace imprescindible la colaboración y participación de todos los miembros del grupo y la comunicación tanto dentro del grupo como con el resto de grupos. Cabe destacar que con este diseño de la actividad todos los alumnos se hacen imprescindibles en el buen funcionamiento del grupo.

En la segunda mitad del cuatrimestre se realizará una prueba de 1 hora sobre las prácticas con Matlab

**Trabajos. Casos prácticos** (2 horas): Dado que esta asignatura es interdisciplinar y relaciona la matemática aplicada con diversas áreas del conocimiento, se realizará un proyecto transversal titulado Proyecto Integrador de Conocimientos. El proyecto se realizará en los mismos grupos de prácticas. El profesor se pondrá en contacto con cada uno de los grupos para plantearles un problema aplicado que pueden encontrar en su práctica profesional y donde entren en juego conocimientos de varias disciplinas.

De esta manera los estudiantes deben analizar distintas posibilidades de respuesta al problema planteado a partir de la modelización, la utilización de los métodos numéricos y el desarrollo de herramientas propias de software. La última semana del cuatrimestre se entregará una memoria que debe recoger:

- 1) Planteamiento del problema.
- 2) Modelización.
- 3) Adopción de estrategias y resolución.
- 4) Análisis de resultados.

La aplicación e integración de los conocimientos adquiridos a partir de la resolución del problema propuesto promueve en los estudiantes las capacidades de comprensión, modelización, creatividad, resolución de problemas y análisis crítico.

Durante el curso el profesor hará un seguimiento del desarrollo actual del Proyecto por parte de cada grupo. Preguntará a los alumnos, les apoyará, resolverá sus dudas y, si lo estima necesario, les proporcionará una guía de resolución.

**Actividades de evaluación continua del rendimiento** (2 horas): A lo largo de todo el periodo lectivo se realizarán varias pruebas para poder valorar todo el proceso de aprendizaje del alumnado y mejorarlo, a medida que transcurre el curso. En concreto, se efectuará una prueba intermedia de 30 minutos, a realizar después del primer mes de clase y un examen intersemestral de carácter teórico-práctico de 1h y 30 min, a realizar hacia la mitad del cuatrimestre.

CG01, CG02, CE01, CE03,  
CE04, CE07

CG01, CG02, CE01, CE03,  
CE04, CE07

## Metodología No presencial: Actividades

**Estudio personal sobre contenidos teóricos por parte del alumno** (21 horas): El alumno debe realizar un trabajo autónomo para comprender e interiorizar los fundamentos teóricos de la asignatura. Este trabajo de asimilación se realizará después de las clases magistrales y previamente a las sesiones donde se utilice el modelo de Clase Invertida.

CG01, CG02, CE01, CE03

**Ejercicios prácticos y resolución de problemas** (24 horas): Es de vital importancia para la formación integral del alumnado que los estudiantes sean capaces de aplicar los conocimientos asimilados para resolver



diferentes tipos de problemas. Para lograr este objetivo se aconseja la resolución de las hojas de problemas propuestas pues ayudarán a la asimilación, la reflexión y la interiorización del conocimiento adquirido. Pasado un cierto tiempo desde su planteamiento, los alumnos dispondrán de la solución de dichos problemas, pudiendo pedir tutorías con el profesor (individuales o en grupo) para aclaración de dudas.

**Resolución de problemas con ordenador (60 horas).** Una vez realizadas las prácticas presenciales cada alumno debe reunirse con su grupo para realizar un informe a partir de un guion previamente facilitado por el profesor. Por tanto, de cada tema de teoría, cada grupo debe entregar el informe correspondiente y el código elaborado en Matlab para realizar la totalidad de la práctica. Si no ha sido posible finalizar la implementación de los métodos numéricos en las sesiones presenciales cada grupo debe finalizarla antes de comenzar a realizar el informe.

Cabe destacar que con la metodología propuesta los alumnos son más responsables de su aprendizaje y, necesariamente, deben colaborar con sus compañeros para realizar correctamente la actividad.

**Trabajos. Casos prácticos (8 horas):** Además de las 2 horas presenciales, se estima que los alumnos necesitarán 8 horas para realizar el Proyecto Integrador de Conocimientos (PIC). Se pretende que mediante el aprendizaje por proyectos, el alumno se haga consciente de que los métodos numéricos que se le introducen en la asignatura podrían ser utilizados en casi todas las asignaturas a cursar por el alumno en su titulación y serle útiles para la realización del Trabajo Fin de Grado y en su futuro profesional. De esta manera, a través del Proyecto (PIC) los alumnos profundizarán en la asignatura. Mediante el problema planteado integrarán coherentemente contenidos y actividades. Además, tejerán una red externa que creará lazos horizontales y verticales con asignaturas del plan de estudios.

**Actividades de evaluación continua del rendimiento (2 horas):** El alumno deberá realizar un repaso de los conceptos fundamentales de la asignatura para afrontar con éxito tanto la prueba intermedia, como la prueba de prácticas con Matlab.

CG01, CG02, CE01, CE03

CG01, CE01, CE03, CE04, CE07

CG01, CG02, CE01, CE03, CE04, CE07

CG01, CG02, CE01, CE03, CE04, CE07

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES					
Clases magistrales expositivas y participativas	Sesiones prácticas con uso de software	Ejercicios prácticos y resolución de problemas	Actividades de evaluación continua del rendimiento	Trabajos	Tutorías para resolución de dudas
20.00	20.00	16.00	2.00	2.00	5.00
HORAS NO PRESENCIALES					
Estudio personal	Ejercicios prácticos y resolución de problemas	Sesiones prácticas con uso de software	Actividades de evaluación continua del rendimiento	Trabajos	
21.00	24.00	60.00	2.00	8.00	
<b>CRÉDITOS ECTS: 6,0 (180,00 horas)</b>					

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso



<p><b>Pruebas de teoría y problemas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pruebas corta de seguimiento (<b>PC</b>) (10%)</li><li>• Prueba intercuatrimestral (<b>I</b>) (25%)</li><li>• Examen final (<b>E</b>) (65%)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Prueba corta de seguimiento:</b> Se realizará una prueba corta en horario de clase, que abarcará el temario especificado por el profesor de la asignatura. En lo sucesivo denotaremos por PC a las calificación (sobre 10 puntos) obtenida por el alumno en tal prueba.</li><li>• <b>Prueba Intersemestral (I):</b> A mitad del cuatrimestre se realizará una prueba intercuatrimestral, que abarcará todo el temario del cuatrimestre impartido hasta el momento. En lo sucesivo denotaremos por I a la nota (sobre 10 puntos) obtenida por el alumno en tal prueba.</li><li>• <b>Examen Final (F):</b> Al final del cuatrimestre se realizará un examen que abarcará toda la materia del curso, En lo sucesivo denotaremos por F a la nota (sobre 10 puntos) obtenida por el alumno en tal prueba.</li></ul>	<p>75 %</p>
<p>Informes de prácticas (<b>IP</b>) (10%)</p> <p>Examen de prácticas (<b>EP</b>) (5%)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Informes de prácticas (IP):</b> Al finalizar las sesiones prácticas de cada tema, cada grupo de prácticas debe entregar un informe siguiendo un guión previamente elaborado por el profesor. En lo sucesivo denotaremos por IP a la nota (sobre 10 puntos) obtenida por cada grupo en esta actividad.</li><li>• <b>Examen de prácticas (EP):</b> Al final del cuatrimestre se realizará un examen presencial de prácticas con Matlab, en la que el alumno obtendrá una nota (sobre 10 puntos) que denotaremos por EP.</li></ul>	<p>15 %</p>
<p><b>Proyecto Integrador de Conocimientos (PIC) (10%)</b></p>	<p>A lo largo del cuatrimestre los alumnos resolverán en grupo (mismos grupos de prácticas) un problema práctico planteado por el profesor. La última semana del cuatrimestre cada grupo entregará una memoria donde debe explicar las diferentes etapas del proceso de resolución: modelización, estudio de diferentes estrategias, desarrollo de software y análisis de resultados. En lo sucesivo denotaremos por PIC a la nota (sobre 10 puntos) obtenida por cada grupo en esta actividad.</p>	<p>10 %</p>

## Calificaciones

### Calificación de evaluación continua (C)



Se establecerá una **calificación de evaluación continua (C)**, a partir de las pruebas escritas realizadas durante el cuatrimestre. La calificación de evaluación continua será

$$C = \max((0.1 \times PC + 0.25 \times I + 0.65 \times E), 0.9 \times E)$$

## Calificación en la convocatoria ordinaria

La nota final en la convocatoria ordinaria será **NF**, obtenida de la siguiente forma:

- Si la nota en el examen final (**E**) es menor que 4 (**E < 4**) la nota final en la convocatoria ordinaria será: **NF = E**.
- Si **E ≥ 4**, la nota final **NF** se computará como:

$$NF = 0.75 \times C + (0.1 \times IP + 0.05 \times EP) + 0.1 \times PIC$$

La asignatura se aprueba en esta convocatoria si **NF ≥ 5**.

## Calificación en la convocatoria extraordinaria

El alumno realizará un examen final extraordinario, cuya nota (sobre 10 puntos) denotaremos por **EJ**, que abarcará toda la materia desarrollada en el curso. La nota final del alumno en esta convocatoria será **NE**, obtenida de la siguiente forma:

- Si **EJ < 4**, entonces **NE = EJ**.
- Si **EJ ≥ 4**, entonces

$$NE = 0.75 \times \max(EJ, CJ) + (0.1 \times IP + 0.05 \times EP) + 0.1 \times PIC$$

donde

$$CJ = (0.1 \times PC + 0.25 \times I + 0.65 \times EJ)$$

La asignatura se aprueba en esta convocatoria si **NE ≥ 5**.

## Normas de la asignatura

- En el examen intercuatrimestral de la asignatura no se liberará materia.
- La falta de asistencia a lo largo de todo el curso a más de un 15% de las horas lectivas de la asignatura (9 faltas de asistencia), podrá implicar para el alumno la pérdida del derecho a examinarse de la asignatura en la convocatoria ordinaria de dicho curso académico (cf. Artículo 93º. Escolaridad, del Reglamento General de la Universidad, Normas Académicas ETSI-ICAI).
- El alumno que cometa alguna irregularidad en la realización de cualquier prueba evaluable será calificado con Suspenso (0) en dicha prueba y se le iniciará un proceso sancionador de acuerdo con el Artículo 168º. Infracciones y sanciones del alumnado, del Reglamento General de la Universidad.
- En ningún examen de la asignatura se permitirá el uso de libros, ni de apuntes de clase. En el examen intercuatrimestral y final, el alumno podrá disponer de una hoja resumen, escrita por ambas caras, confeccionada por él, tamaño DIN A4 y de color no blanco, en la que podrá incluir cualquier resultado teórico de la asignatura (teoremas, fórmulas, esquemas, procedimientos, etc.) pero nunca podrá contener problemas resueltos, ni ejemplos prácticos.

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica





# COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2022 - 2023

- R.L.Burden and J.D.Faires. Análisis Numérico, Ed. International Thomson. 2002.
- A. Gilat and V. Subramaniam. Numerical Methods for Engineers and Scientists: An Introduction with Applications Using MATLAB. Wiley & Sons, Incorporated, John, 2007
- J.H. Mathews and KD Fink. Métodos Numéricos con Matlab. Prentice Hall. Madrid 2000.

## Bibliografía Complementaria

- S.C. Chapra and R.P. Canale. Métodos numéricos para ingenieros. McGraw-Hill, 2007. Quinta edición.
- [Curtis F. Gerald](#), [Patrick O. Wheatley](#), [Hugo Villagómez Velázquez](#) y [Juan Carlos del Valle Sotelo](#). Análisis Numérico con Aplicaciones. Prentice, 2000.
- [Juan Antonio Infante del Río](#) y [José María Rey Cabezas](#). Métodos numéricos: Teoría, problemas y prácticas con MATLAB (**Ciencia y Técnica**). (2018).

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos [que ha aceptado en su matrícula](#) entrando en esta web y pulsando "descargar"

<https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792>