

## Cálculo Numérico

Código: 104390  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2503740 Matemática Computacional y Analítica de Datos	FB	1	2

### Contacto

Nombre: Jose Maria Mondelo Gonzalez  
Correo electrónico: josemaria.mondelo@uab.cat

### Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: Sí  
Algún grupo íntegramente en español: No

### Prerequisitos

Un primer curso de cálculo en una variable y un primer curso de álgebra lineal.

### Objetivos y contextualización

La modelización permite convertir diversos problemas de la ciencia y la ingeniería en problemas matemáticos. La complejidad del mundo real hace que los problemas matemáticos derivados de ella sean con frecuencia intratables analíticamente. O tal vez lo son, pero la complejidad del enfoque analítico no es adecuada en el contexto en el que se tiene que resolver el problema. Por ejemplo, la solución del problema podría formar parte de un contrato para el cual se dispone de tiempo limitado.

Los métodos numéricos son conjuntos de técnicas que permiten obtener algoritmos para la solución aproximada de problemas matemáticos. Muchas veces, especialmente en los casos en que se busca una aproximación muy precisa, estos algoritmos involucran una gran cantidad de cálculos. El uso de un ordenador es entonces indispensable. La manera en que los ordenadores calculan más rápido es utilizando aritmética de precisión finita (o sea, calculando con un número finito de dígitos). Esto implica que cada vez que se realiza una operación se comete error, llamado error de redondeo. Esto no es grave, ya que no se buscan soluciones exactas. Sin embargo, es necesario saber cómo evitar situaciones en las que una propagación descontrolada del error de redondeo podría desvirtuar completamente las (supuestas) aproximaciones que obtenemos.

Esta asignatura está dedicada al análisis de métodos numéricos básicos, relacionados con la solución del tipo de problemas que se estudian en las asignaturas de matemáticas de primer curso. Este análisis tiene como objetivo poder predecir tanto la precisión de las aproximaciones que se obtendrán como el esfuerzo computacional que supondrá obtenerlas. Esta asignatura es también una introducción a la computación científica, es decir, al conjunto de técnicas y destrezas necesarias para poder implementar efectivamente en un ordenador la resolución numérica de un problema.

Los métodos numéricos que se estudian en esta asignatura constituyen una base sobre la que se construyen métodos para resolver problemas más sofisticados, tratados en cursos posteriores, como ecuaciones diferenciales ordinarias o ecuaciones en derivadas parciales.

### Competencias

- Aplicar el espíritu crítico y el rigor para validar o refutar argumentos tanto propios como de otros.

- Calcular y reproducir determinadas rutinas y procesos matemáticos con agilidad.
- Demostrar una elevada capacidad de abstracción y de traducción de fenómenos y comportamientos a formulaciones matemáticas.
- Evaluar de manera crítica y con criterios de calidad el trabajo realizado.
- Formular hipótesis e imaginar estrategias para confirmarlas o refutarlas.
- 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.
- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- 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.
- Relacionar objetos matemáticos nuevos con otros conocidos y deducir sus propiedades.
- Trabajar cooperativamente en un contexto multidisciplinar asumiendo y respetando el rol de los diferentes miembros del equipo.
- Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar y resolver problemas.
- Utilizar eficazmente bibliografía y recursos electrónicos para obtener información.

## Resultados de aprendizaje

1. Aplicar el espíritu crítico y el rigor para validar o refutar argumentos tanto propios como de otros.
2. Calcular integrales de funciones de una variable.
3. Calcular y estudiar extremos de funciones.
4. Clasificar matrices y aplicaciones lineales según diversos criterios (rango, formas diagonal y de Jordan).
5. Comprender y trabajar intuitiva, geométrica y formalmente con las nociones de límite, derivada e integral.
6. Contrastar, si es posible, el uso del cálculo con el uso de la abstracción para resolver un problema.
7. Desarrollar estrategias autónomas para la resolución de problemas propios del curso, discriminar los problemas rutinarios de los no rutinarios y diseñar y evaluar una estrategia para resolver un problema.
8. Describir los conceptos y objetos matemáticos propios de la asignatura.
9. Evaluar de manera crítica y con criterios de calidad el trabajo realizado.
10. Evaluar las ventajas e inconvenientes del uso del cálculo y de la abstracción.
11. Explicar ideas y conceptos matemáticos propios del curso, así como comunicar a terceros razonamientos propios.
12. Identificar las ideas esenciales de las demostraciones de algunos teoremas básicos y saberlas adaptar para obtener otros resultados.
13. Leer y comprender un texto de matemáticas del nivel del curso.
14. 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.
15. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
16. 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.
17. Redactar, de manera ordenada y con precisión, pequeños textos matemáticos (ejercicios, resolución de cuestiones de teoría, etc.).
18. Resolver problemas que impliquen el planteamiento de integrales (longitudes, áreas, volúmenes, etc.).
19. Trabajar cooperativamente en un contexto multidisciplinar asumiendo y respetando el rol de los diferentes miembros del equipo.
20. Utilizar eficazmente bibliografía y recursos electrónicos para obtener información.

## Contenido

Propagación del error

Álgebra lineal numérica

Solución numérica de ecuaciones no lineales

Interpolación, diferenciación, integración

## Metodología

Las sesiones teóricas estarán dedicadas a la exposición por parte del profesor de los diversos métodos y su análisis. La exposición de los métodos estará acompañada de ejemplos de su comportamiento, llevados a cabo con ordenador, que estarán orientados tanto a facilitar la comprensión del método como a motivar su análisis.

En las sesiones de problemas se resolverán problemas de tipo teórico y de cálculo. En el segundo caso, habrá problemas que requerirán el uso de calculadora y problemas que requerirán el uso de ordenador. En este último caso, los problemas no serán computacionalmente intensivos, de manera que los algoritmos necesarios se podrán implementar rápidamente en un lenguaje numérico interpretado de tipo Octave. Se combinará la resolución de problemas por parte del profesor con la resolución por parte de un estudiante para toda la clase o por parte de todos los estudiantes, individualmente o en grupo, y con la ayuda del profesor.

Las sesiones prácticas con ordenador constituyen la parte de la asignatura dedicada a introducir la computación científica. Estas sesiones estarán dedicadas a la solución de problemas computacionalmente más intensivos, que se implementarán en un lenguaje compilado. A lo largo de la solución de estos problemas, los estudiantes irán construyendo su biblioteca personal de rutinas que implementan métodos numéricos básicos.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Sesiones de problemas	15	0,6	1, 9, 10, 3, 2, 5, 6, 8, 7, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20
Sesiones de teoría	30	1,2	1, 9, 10, 3, 2, 5, 6, 8, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20
Tipo: Supervisadas			
Sesiones de prácticas con ordenador	8	0,32	1, 9, 10, 3, 2, 5, 6, 8, 7, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
Tipo: Autónomas			
Estudio personal	76	3,04	1, 9, 10, 3, 2, 4, 5, 6, 8, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20
Realización de prácticas de ordenador	16	0,64	1, 10, 6, 8, 7, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20

## Evaluación

La evaluación del curso se llevará a cabo a partir de tres actividades:

- Examen parcial (EP): examen de parte de la asignatura, con preguntas teóricas y problemas.
- Examen final (EF): examen de toda la asignatura, con preguntas teóricas y problemas.
- Prácticas con ordenador (PR): entrega de código y un informe.

Además, los estudiantes se podrán presentar a un examen de recuperación ER con las mismas características que el examen EF. Las prácticas no serán recuperables.

Es requisito para superar la asignatura que  $\max(0.35*EP+0.65*EF, EF, ER) \geq 3.5$  y que  $PR \geq 3.5$ .

La nota final de la asignatura será

$$0.6*\max(0.35*EP+0.65*EF, EF, ER)+0.4*PR$$

Las matrículas de honor se otorgarán en la primera evaluación completa de la asignatura. No serán retiradas en caso de que otro estudiante obtenga una calificación mayor después de considerar el examen ER.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Entrega de prácticas de ordenador	0.4	0	0	1, 9, 10, 6, 8, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20
Examen final	0.39	3	0,12	1, 9, 10, 3, 2, 4, 5, 6, 8, 7, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18
Examen parcial	0.21	2	0,08	1, 9, 10, 2, 6, 8, 7, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18

## Bibliografía

Bibliografía básica:

- A. Aubanell, A. Benseny, A. Delshams. Eines bàsiques de càlcul numèric. Manuals de la UAB 7, Publ. UAB, 1991.
- M. Grau, M. Noguera. Càlcul numèric. Edicions UPC, 1993.
- J.D. Faires, R. Burden. Métodos numéricos, 3a ed. Thomson, 2004.
- R. Burden, J.D. Faires. Numerical analysis, 6a ed. Brooks/Cole, 1997. En castellano: Análisis numérico, 6a ed., International Thomson, 1998.
- G. Hämmerlin, K.-H. Hoffmann. Numerical mathematics. Springer, 1991.

Bibliografía avanzada:

- E. Isaacson, H.B. Keller. Analysis of numerical methods. Wiley, 1966.
- J. Stoer, R. Bulirsch. Introduction to numerical analysis, 3a ed. Springer, 2002.
- G. Dahlquist, A. Björk. Numerical methods. Prentice Hall, 1964.
- A. Ralston and P. Rabinowitz. A first course in numerical analysis. McGraw-Hill, 1988.
- A. Quarteroni, R. Sacco and F. Saleri. Numerical Mathematics. Springer, 2000.

## Software

- Preferably a Linux environment
- code-oriented text editor (e.g. Kate)
- GNU C compiler
- gnuplot
- image manipulation tools (e.g. imagemagick)
- GNU Octave