



## Guía docente

# 200151 - ALN - Álgebra Lineal Numérica

Última modificación: 29/05/2025

**Unidad responsable:** Facultad de Matemáticas y Estadística

**Unidad que imparte:** 749 - MAT - Departamento de Matemáticas.

**Titulación:** GRADO EN MATEMÁTICAS (Plan 2009). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2025      **Créditos ECTS:** 7.5      **Idiomas:** Catalán

## PROFESORADO

**Profesorado responsable:**

**Otros:**

## CAPACIDADES PREVIAS

El estudiante deberá haber alcanzado los objetivos que se detallan en la guía docente de la asignatura de Álgebra Lineal (código AL-200002) que se imparte en el primer cuatrimestre del Grado de Matemáticas.

## REQUISITOS

Haber seguido al menos un curso de Álgebra Lineal con contenidos parecidos al curso de Álgebra Lineal de primero del Grado de Matemáticas. Consulte la Guía docente, código AL-200002.

## COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

### Específicas:

1. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
2. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
3. CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.



**Genéricas:**

4. CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas construidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
5. CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.
6. CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
7. CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático.
8. CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
9. CG-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.
10. CG-4. Saber trasladar al lenguaje matemático problemas de otros ámbitos y utilizar esta traslación para resolverlos.
12. CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

**Transversales:**

11. APRENDIZAJE AUTÓNOMO: Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

## **METODOLOGÍAS DOCENTES**

---

Las 5 horas de clase semanales se dividen en 3 horas en aula convencional y 2 horas en aula de ordenadores. Generalmente, los conceptos teóricos se presentan y desarrollan en el aula convencional. En el aula de ordenadores se realizan mayoritariamente problemas, ejemplos de implementación y uso de los métodos numéricos, así como ejemplos de aplicación en ciencias e ingeniería. También se realiza el seguimiento de la evolución de los ejercicios prácticos propuestos.

Toda la información referente a la organización y seguimiento de la asignatura, y todo el material docente se publica en la intranet docente.



## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

La asignatura tiene dos objetivos principales: (1) dar una idea global del papel de los métodos numéricos en la resolución de problemas habituales en las matemáticas, la física y la ingeniería, y (2) proporcionar un sólida base en la resolución numérica de los problemas de álgebra lineal.

El alumno debe adquirir capacidades para:

- Conocer y entender las posibilidades y limitaciones de los métodos numéricos para la resolución de problemas de la matemática y de otras disciplinas
- Conocer y entender las técnicas numéricas básicas para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales y problemas de autovalores.
- Seleccionar y utilizar un método numérico apropiado para la resolución de un problema concreto, identificando sus ventajas e inconvenientes.
- Adquirir competencia y agilidad a la hora de expresar los métodos numéricos estudiados en forma de algoritmos para, finalmente, codificarlos de forma eficiente en el lenguaje de programación Python.
- Analizar críticamente los resultados obtenidos (precisión en el resultado de interés, adecuación del método numérico y modelo matemático, interpretación de los resultados).
- Presentar los resultados de forma clara y escueta.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas actividades dirigidas	7,5	4.00
Horas aprendizaje autónomo	105,0	56.00
Horas grupo grande	45,0	24.00
Horas grupo pequeño	30,0	16.00

**Dedicación total:** 187.5 h

## CONTENIDOS

### Introducción a los métodos numéricos

#### Descripción:

- Introducción: Iteraciones, recurrencias, diferencias finitas, etc.
- El lenguaje de programación Python. Librerías numpy, sympy y matplotlib.

#### Competencias relacionadas:

GM-CE3. CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.

**Dedicación:** 17h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 13h 30m



## Aritmética finita i precisió

### Descripción:

- Representación binaria de números en coma flotante. El estándar IEEE-754 de la aritmética de coma flotante.
- Errores en las operaciones numéricas. Propagación de los errores. Análisis progresivo y regresivo de propagación de errores.
- Estabilidad e inestabilidad numéricas. Ejemplos. Acondicionamiento de algoritmos numéricos.

### Competencias relacionadas:

GM-CE2. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

### Dedicación:

20h

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 12h

## Sistemes de ecuacions lineals. Mètodes directes

### Descripción:

- Conceptos básicos. Tipología de matrices. Ortogonalidad. Normas vectoriales y matriciales, y equivalencia.
- Eliminación gaussiana. Pivotajes parcial y total, factorizaciones LU, Cholesky, Doolittle y Crout.
- Factorización QR. Ortogonalización de Gram-Schmidt y variantes estables. Proyectores ortogonales de Givens y Householder.
- Sistemas sobredeterminados y aproximaciones por mínimos cuadrados.
- Número de condición de una matriz y errores en la solución de sistemas lineales. Refinamiento iterativo.
- Matrices banda, matrices por bloques y dispersas. Factorización LU de matrices banda y dispersas, e fill-in. Factorización LU incompleta, criterios. Uso como precondicionadores.
- Factorización de matrices particionadas. Subestructuración y complemento de Schur.

### Competencias relacionadas:

GM-CE2. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

### Dedicación:

57h 30m

Grupo grande/Teoría: 15h

Grupo pequeño/Laboratorio: 8h

Aprendizaje autónomo: 34h 30m

## Sistemes lineals de ecuacions: mètodes iteratius

### Descripción:

- Mètodes estacionaris clàssics: Jacobi, Gauss-Seidel, sobre relajació (SOR).
- Mètodes per a matrius simètriques. Gradiente i gradiente conjugat.
- Precondicionadors.

### Competencias relacionadas:

GM-CE2. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

### Dedicación:

35h

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 9h

Aprendizaje autónomo: 18h



## Cálculo de valores propios y descomposición en valores singulares, DVS

### Descripción:

- Método de la potencia y derivados: Potencia inversa, desplazada e inversa desplazada.
- Método de Jacobi. Reducción a forma tridiagonal de matrices simétricas.
- Iteraciones basadas en factorizaciones QR. Reducción a forma Hessenberg.
- Descomposición en valores singulares, SVD.
- Aplicaciones.

### Competencias relacionadas:

GM-CE2. CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

**Dedicación:** 57h 30m

Grupo grande/Teoría: 15h

Grupo pequeño/Laboratorio: 8h

Aprendizaje autónomo: 34h 30m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La asignatura se evalúa mediante exámenes (E) y un conjunto de prácticas que tendrán que entregarse dentro de un plazo especificado (AC). La nota de la asignatura será la media ponderada

$$NF = 0.8E + 0.2AC$$

donde la nota E se calcula a partir de las notas de los exámenes parciales (EP), final (EF) como

$$E = \max(0.3 EP + 0.7 EF, EF)$$

En la convocatoria extraordinaria E es el mínimo entre 7 y la nota del examen extraordinario.

Aunque en cuanto a la nota de prácticas (AC) sólo se evaluarán las prácticas entregadas, es conveniente realizar todos los ejercicios propuestos, ya que algunas preguntas de los exámenes pueden estar basadas en ellos o requerir desarrollos técnicas similares.

Dado que una parte de los exámenes consistirá en la aplicación de los códigos desarrollados en las clases de prácticas, los exámenes se realizarán en las aulas de PCs.



## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Allaire, Grégoire; Trabelsi, Karim; Kaber, Sidi Mahmoud. Numerical linear algebra [en línea]. New York: Springer, cop. 2008 [Consulta: 04/06/2024]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-0-387-68918-0>. ISBN 9780387341590.
- Aubanell, Anton; Benseny, Antoni; Delshams, Amadeu. Útiles básicos de cálculo numérico. Barcelona: Labor, 1993. ISBN 8433551566.
- Björck, A. Numerical methods in matrix computations [en línea]. Cham: Springer, 2015 [Consulta: 04/06/2024]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-319-05089-8>. ISBN 3319050893.
- Bonet, Carles. Càlcul numèric [en línea]. Barcelona: Edicions UPC, 1994 [Consulta: 04/06/2024]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.3/36356>. ISBN 8476533764.
- Golub, Gene H; Van Loan, Charles F. Matrix computations. 4th ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2013. ISBN 9781421407944.
- Grau Sánchez, Miquel; Noguera Batlle, Miquel. Càlcul numèric. Barcelona: Edicions UPC, 1993. ISBN 8476532563.
- Saad, Y. Iterative methods for sparse linear systems. 2nd ed. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, SIAM, cop. 2003. ISBN 0898715342.
- Saad, Y. Numerical methods for large eigenvalue problems [en línea]. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, SIAM, 2011 [Consulta: 04/06/2024]. Disponible a: <https://www-users.cse.umn.edu/~saad/books.html>.
- Stoer, Josef; Bulirsch, Roland. Introduction to numerical analysis. 3rd ed. New York [etc.]: Springer, cop. 2002. ISBN 9781441930064.
- Wilkinson, J. H. The Algebraic eigenvalue problem. Oxford: Clarendon Press, cop. 1965. ISBN 0198534183.

### Complementaria:

- Demmel, James W. Applied numerical linear algebra. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, SIAM, cop. 1997. ISBN 0898713897.
- Goldberg, D.. "What every computer scientist should know about floating-point arithmetic". ACM Computing Surveys [en línea]. Vol. 23 , N u m . 1 , 1 9 9 1 [Consulta: 0 4 / 0 6 / 2 0 2 4 ]. Disponible a: <https://dl.acm.org.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/abs/10.1145/103162.103163>. - Higham, Nicholas J. Accuracy and stability of numerical algorithms. 2nd ed. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, cop. 2002. ISBN 0898715210.
- Kincaid, David; Cheney, E. W. Análisis numérico: las matemáticas del cálculo científico. Argentina [etc.]: Addison-Wesley Iberoamericana, cop. 1994. ISBN 0201601303.
- Press, William H. Numerical recipes in C : the art of scientific computing. 1st publ. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, cop. 1988. ISBN 052135465X.
- Quarteroni, Alfio; Saleri, Fausto; Gervasio, Paola. Scientific computing with MATLAB and Octave [en línea]. 3rd ed. Heidelberg [etc.]: Springer, 2010 [Consulta: 0 4 / 0 6 / 2 0 2 4 ]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-642-12430-3>. ISBN 9783642124297.
- Trefethen, Lloyd N; Bau, David. Numerical linear algebra. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1997. ISBN 9780898713619.