



Teaching Guide

| Identifying Data | | | | | 2022/23 |
|--------------------------|---|--------|-----------|---------|---------|
| Subject (*) | Métodos Numéricos II | Code | 614455211 | | |
| Study programme | Mestrado Universitario en Enxeñaría Matemática | | | | |
| Descriptors | | | | | |
| Cycle | Period | Year | Type | Credits | |
| Official Master's Degree | 1st four-month period | First | Optional | 3 | |
| Language | Spanish | | | | |
| Teaching method | Face-to-face | | | | |
| Prerequisites | | | | | |
| Department | Matemáticas | | | | |
| Coordinador | | E-mail | | | |
| Lecturers | | E-mail | | | |
| Web | https://campusvirtual.udc.es/moodle/ | | | | |
| General description | En esta asignatura se presentan métodos numéricos para resolver grandes sistemas de ecuaciones lineales y no lineales, y para calcular los autovalores de grandes sistemas. | | | | |

Study programme competences / results

| Code | Study programme competences / results |
|------|---|
| A3 | Ser capaz de seleccionar el conjunto de técnicas numéricas más adecuadas para resolver un modelo matemático. |
| A4 | Conocer los lenguajes y herramientas informáticas para implementar los métodos numéricos. |
| A5 | Conocer y manejar las herramientas de software profesional más utilizadas en la industria y en la empresa para la simulación de procesos. |
| B1 | Adquirir habilidades de aprendizaje que les permitan integrarse en equipos de I+D+i del mundo empresarial. |
| B2 | Adquirir habilidades de inicio a la investigación para seguir con éxito los estudios de doctorado. |
| B3 | Ser capaz de realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas. |
| B4 | Saber comunicarse con sus colegas, con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general en el ámbito de la Matemática Aplicada. |
| B5 | Ser capaz de fomentar en contextos académicos y profesionales el avance tecnológico. |

Learning outcomes

| Learning outcomes | Study programme competences / results | | |
|--|---------------------------------------|---------------------------------|--|
| 1. Conocer los formatos de almacenamiento de matrices huecas en el ordenador, sus ventajas e inconvenientes. Ser capaz de utilizarlos correctamente y de escoger el más adecuado según el método numérico que se emplee. | AC3 | BJ1 BR1 BC1 BC2 BC3 | |
| 2. Dado un sistema de ecuaciones lineales de gran tamaño, ser capaz de determinar el método iterativo más apropiado para su resolución. | AC3 | BJ1 BR1 BC1 BC2 BC3 | |
| 3. Ser capaz de utilizar una técnica de preconditionamiento con un método iterativo para resolver un sistema de ecuaciones lineales. | AC3 | BJ1 BR1 BC1 BC2 BC3 | |



| | | |
|--|------------|---------------------------------|
| 4. Conocer métodos numéricos eficientes para resolver sistemas de ecuaciones no lineales de gran tamaño, y para calcular los autovalores y autovectores de una matriz. | AC3 | BJ1 BR1 BC1 BC2 BC3 |
| 5. Ser capaz de utilizar el paquete de cálculo MatLab de forma eficiente para resolver los problemas que se estudian en la asignatura. | AC4 AC5 | BJ1 BR1 BC1 BC2 BC3 |
| 6. Tener una buena disposición para la resolución de problemas. | | BR1 BC1 BC3 |
| 7. Ser capaz de valorar la dificultad de un problema. | AC3 | BJ1 BR1 BC1 BC3 |
| 8. Ser capaz de buscar en la bibliografía, leer y comprender la información necesaria para resolver un problema dado. | AC3 AC4 | BJ1 BR1 BC1 BC2 BC3 |

| Contents | |
|--|---|
| Topic | Sub-topic |
| 1. Formatos de almacenamiento de matrices huecas en el ordenador | Almacenamientos perfil, CSR, CSC y aleatorio. Elección del formato. |
| 2. Resolución numérica de grandes sistemas de ecuaciones lineales | Métodos de descenso: el método de gradiente conjugado (CG). Los métodos CGNR y CGNE. Métodos de Krylov. Técnicas de preconditionamiento. |
| 3. Resolución numérica de grandes sistemas de ecuaciones no lineales | Revisión del método de Newton. Estrategias para la convergencia global. Métodos de Newton-Krylov. Método de Broyden. |
| 4. Aproximación numérica de autovalores y autovectores | Localización de autovalores. Condicionamiento de un problema de autovalores. Métodos de la potencia. Iteración del cociente de Rayleigh. El método QR. |

| Planning | | | | |
|--------------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| Methodologies / tests | Competencies / Results | Teaching hours (in-person & virtual) | Student?s personal work hours | Total hours |
| Laboratory practice | | 7 | 10.5 | 17.5 |
| Oral presentation | | 2 | 1 | 3 |
| Objective test | | 3 | 0 | 3 |
| Summary | | 0 | 2 | 2 |
| Guest lecture / keynote speech | | 12 | 18 | 30 |
| Problem solving | | 0 | 12 | 12 |
| Supervised projects | | 0 | 5 | 5 |
| Personalized attention | | 2.5 | 0 | 2.5 |



(*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

| Methodologies | |
|--------------------------------|---|
| Methodologies | Description |
| Laboratory practice | En las prácticas de laboratorio se muestra cómo resolver con Matlab los problemas estudiados en las sesiones magistrales. |
| Oral presentation | Los alumnos deberán presentar oralmente las conclusiones del trabajo tutelado que hayan realizado. La presentación se tendrá en cuenta en la evaluación. |
| Objective test | Se trata del examen final de la asignatura y consta de dos partes. En la primera, se propone la realización de una serie de ejercicios y se plantean cuestiones de índole teórica. En la segunda parte, los alumnos deberán resolver un caso práctico haciendo uso de los comandos y programas de que dispongan en Matlab o bien, implementando los algoritmos necesarios. |
| Summary | En algún tema de la asignatura, se requerirá la realización de una tabla resumen de los métodos estudiados. Este resumen se tendrá en cuenta en la evaluación. |
| Guest lecture / keynote speech | En las sesiones magistrales el profesor presenta los contenidos teóricos de la asignatura, ayudándose de ejemplos ilustrativos con el fin motivar a los alumnos y de ayudar a la comprensión y asimilación de los contenidos. El profesor se apoyará en presentaciones dinámicas que los alumnos se podrán descargar con antelación del entorno virtual de la asignatura (en su defecto, se les hará llegar por e-mail). |
| Problem solving | A lo largo del curso, los alumnos deben resolver varias hojas de problemas que entregarán al profesor. Estos problemas se tienen en cuenta en la evaluación. |
| Supervised projects | Los alumnos deberán realizar un trabajo en el que utilizarán los conocimientos adquiridos en la asignatura para resolver un problema aplicado. Este trabajo se tiene en cuenta en la evaluación. |

| Personalized attention | |
|---|--|
| Methodologies | Description |
| Laboratory practice Problem solving Supervised projects | Los alumnos pueden consultar con los profesores de la materia las dudas que les surjan en la solución de problemas y realización de prácticas de laboratorio y trabajos tutelados. |

| Assessment | | | |
|---------------------|------------------------|--|---------------|
| Methodologies | Competencies / Results | Description | Qualification |
| Laboratory practice | | Se valorará la capacidad por parte del alumnado de poner en práctica mediante software matemáticos los conceptos desarrollados en la teoría | 10 |
| Oral presentation | | Se valorará la claridad con que se expongan las ideas y conclusiones del trabajo realizado. | 10 |
| Objective test | | Prueba en la que se evalúan los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por el alumno. | 50 |
| Summary | | Se valorará la capacidad de síntesis del alumno. | 5 |
| Problem solving | | Se valorará la corrección y claridad de las soluciones presentadas. | 10 |
| Supervised projects | | Se valorará la capacidad del alumno para aplicar los conceptos y métodos estudiados en la asignatura así como su capacidad de aprendizaje autónomo y de razonamiento crítico, su creatividad y la originalidad del trabajo presentado. | 15 |

| Assessment comments |
|---------------------|
| |



Sources of information

| | |
|----------------------|--|
| Basic | <ul style="list-style-type: none"> - Saad, Y. (2003). Iterative Methods for Sparse Linear Systems. SIAM - Kelley, C.T: (2003). Solving Nonlinear Equations with Newton's Method. SIAM - Barrett, R., Berry, M., Chan, T.F., Demmel, J., Donato, J., Dongarra, J., Eijkhout, V., Pozo, R., Ro (1994). Templates for the solution of linear systems: building blocks for iterative methods. SIAM - Trefethen, L., Bau, D. (1997). Numerical Linear Algebra. SIAM <p>El Templates está disponible en la página web www.netlib.org/templates/templates.pdf</p> |
| Complementary | <ul style="list-style-type: none"> - Lascaux, P. y Théodor, R. (2000). Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur, 1- Méthodes directes. Dunod - Epperson, J.F. (2007). An introduction to numerical methods and analysis. John Wiley & Sons - Demmel, J.W. (1997). Applied Numerical Linear Algebra. SIAM - van der Vorst, H.A. (2003). Iterative Krylov Methods for Large Linear Systems. Cambridge University Press - Golub, G.H. y van Loan, C.F. (1996). Matrix Computations. John Hopkins University Press - Saad, Y. (1992). Numerical Methods for Large Eigenvalue Problems. Manchester University Press - Dennis Jr., J.E. y Schnabel, R.B. (1996). Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations. SIAM |

Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

Elementos Finitos I/614455102
 Elementos Finitos II/614455208
 Cálculo Paralelo/614455202

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Métodos Numéricos I/614455106

Subjects that continue the syllabus

Other comments

Se recomienda estudiar los contenidos presentados en la asignatura a medida que éstos se vayan explicando, realizar los ejercicios y trabajos prácticos propuestos, aprovechar las tutorías y consultar la bibliografía.

(*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.