



## Teaching Guide

| Identifying Data         |   |        |           |         | 2018/19 |
|--------------------------|---|--------|-----------|---------|---------|
| 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                      | <a href="https://campusvirtual.udc.es/moodle/">https://campusvirtual.udc.es/moodle/</a>   |        |           |         |         |
| 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

| Code | Study programme competences   |
|------|---|
| 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 |                                 |  |
|--|-----------------------------|---------------------------------|--|
| 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<br>BR1<br>BC1<br>BC2<br>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<br>BR1<br>BC1<br>BC2<br>BC3 |  |
| 3. Ser capaz de utilizar una técnica de preconditionamiento con un método iterativo para resolver un sistema de ecuaciones lineales.   | AC3                         | BJ1<br>BR1<br>BC1<br>BC2<br>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<br>BR1<br>BC1<br>BC2<br>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<br>AC5 | BJ1<br>BR1<br>BC1<br>BC2<br>BC3 |
| 6. Tener una buena disposición para la resolución de problemas.  |            | BR1<br>BC1<br>BC3               |
| 7. Ser capaz de valorar la dificultad de un problema.  | AC3        | BJ1<br>BR1<br>BC1<br>BC3        |
| 8. Ser capaz de buscar en la bibliografía, leer y comprender la información necesaria para resolver un problema dado.  | AC3<br>AC4 | BJ1<br>BR1<br>BC1<br>BC2<br>BC3 |

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

| Planning                       |              |                      |                               |             |
|--------------------------------|--------------|----------------------|-------------------------------|-------------|
| Methodologies / tests          | Competencies | Ordinary class hours | 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.<br><br>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.<br><br>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.<br><br>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.<br><br>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.<br><br>Este trabajo se tiene en cuenta en la evaluación.   |

| Personalized attention  |  |
|---|--|
| Methodologies   | Description  |
| Laboratory practice<br>Problem solving<br>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 | 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

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

## 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.