



## Teaching Guide

Identifying Data					2021/22
Subject (*)	Numerical Methods		Code	730G04054	
Study programme	Grao en Enxeñaría en Tecnoloxías Industriais				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
Graduate	1st four-month period	Fourth	Obligatory	6	
Language	Spanish				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Matemáticas				
Coordinador	Cardenal Carro, Jesús	E-mail	jesus.cardenal@udc.es		
Lecturers	Cardenal Carro, Jesús Deibe Díaz, Álvaro	E-mail	jesus.cardenal@udc.es alvaro.deibe@udc.es		
Web					
General description	Estudo das técnicas de resolución de problemas mediante procedementos numéricos.				
Contingency plan	<p>1. Modifications to the contents</p> <p>2. Methodologies</p> <p>*Teaching methodologies that are maintained</p> <p>*Teaching methodologies that are modified</p> <p>3. Mechanisms for personalized attention to students</p> <p>4. Modifications in the evaluation</p> <p>*Evaluation observations:</p> <p>5. Modifications to the bibliography or webgraphy</p>				

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
B2	CB2 Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo
B5	CB5 Que os estudantes desenvolvan aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprenderen estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B6	B3 Ser capaz de concibir, deseñar ou poñer en práctica e adoptar un proceso substancial de investigación con rigor científico para resolver calquera problema formulado, así como de comunicar as súas conclusións ?e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan? a un público tanto especializados como leigo dun xeito claro e sen ambigüidades
B7	B5 Ser capaz de realizar unha análise crítica, avaliación e síntese de ideas novas e complexas
C1	C3 Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.
C4	C6 Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.
C6	C8 Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.

## Learning outcomes



Learning outcomes	Study programme competences / results	
Coñecer a teoría e a práctica das técnicas numéricas básicas para a resolución de problemas en enxeñaría	B2 B5 B6 B7	C1 C4 C6

Contents	
Topic	Sub-topic
Erros no cálculo numérico.	<p>Definición de Métodos Numéricos. Evolución histórica da resolución de problemas en Enxeñaría. Fundamentos Matemáticos.</p> <p>Modelos Matemáticos. Fórmulas de Recorrecia e Aproximacións Sucesivas. Etapas no proceso de resolución dun problema. Algoritmos Numéricos. Estabilidade e Converxencia dun Método Numérico. Cifras significativas. Exactitude e precisión.</p> <p>Definición de erro. Fontes de erro. Erros inherentes. Erros de redondeo. Tratamento dos números no computador: representación binaria. Erros de truncamiento.</p> <p>Condición numérica. Erro numérico total. Propagación de erro. Estabilidade e converxencia.</p> <p>introdución a MATLAB.</p>
Ecuacións e sistemas de ecuacións alxebraicos.	<p>Métodos Cerrados: Métodos Gráficos. Método da Bisección. Método da Falsa Posición. Determinación do punto inicial e do incremento na búsqueda. Métodos Abertos: Método da Iteración de Punto Fixo. Método de Newton-Raphson. Estudio da Converxencia. Método da Secante. Análisis do error e razón de converxencia: ecuación da catenaria. Aceleración da converxencia: método Delta2 de Aitken, método de Steffensen. Ceros de polinomios: método de Honer para a avaliación dun polinomio, método de Müller. Sistemas de Ecuacións non lineais: Iteración de Punto Fixo. Iteración de Seidel. Método de Newton. Método de Broyden. Aplicacións.</p>
Sistemas de ecuacións lineais	<p>Fundamentos de Álgebra sobre a existencia de solución dun sistema de Ecuacións Lineais. Normas de vectores. Propiedades. Normas de matrices. Propiedades.</p> <p>Norma natural infinito dunha matriz. Métodos para baixo número de ecuacións.</p> <p>Triangularización de Gauss. Reconto de operacións. Inconvenientes dos métodos de eliminación. Técnicas para mellorar a solución: Escalado, Pivotamento Parcial e Total.</p> <p>Inversión de matrices. O algoritmo da triangularización de Gauss con e sen pivotamento. Descomposición LU xeral. Triangularización de Gauss e descomposición LU. Factorización de Crout. Factorización de Cholesky. Métodos Iterativos: Método de Jacobi. Método de Gauss-Seidel. Errores en sistemas de ecuacións: condición numérica.</p>
Valores e vectores propios	<p>Nocións xerais: o problema de valores e vectores propios ordinario e xeneralizado.</p> <p>Método da iteración directa para o cálculo do maior valor propio dunha matriz.</p> <p>Iteración inversa: cálculo do menor valor propio. Iteración inversa con desplazamiento. Cálculo de todos os valores propios dunha matriz: cálculo dos coeficientes do polinomio característico dunha matriz: métodos de Krylov e Le Verrier.</p> <p>Cálculo dos valores propios dunha matriz simétrica: método de Jacobi, tridiagonalización de Givens y Householder, descomposición QR. Tratamento de matrices non simétricas: métodos de Lanczos e tipo Jacobi. Aplicacións.</p>



Interpolación e aproximación de funcións	Tipos de problemas y aplicacións. Interpolación: polinomio de Lagrange. Existencia e unicidade. Métodos para a avaliación do polinomio: cálculo directo dos coeficientes, método dos polinomios básicos e método das diferenzas divididas. Estimación do erro na interpolación. Osculación: polinomio de Hermite. Ajuste de mínimos cuadrados: determinación da ecuación dunha recta, un polinomio de orden $m$ e dunha función calquera. Splines cúbicos.
Diferenciación e integración numérica	<p>Introdución: conceptos básicos. Fórmulas de integración de Newton-Cotes: regra do trapecio, regra de Simpson 1/3 e regra de Simpson 3/8. Integración de funcións: integración de Romberg, extrapolación de Richardson e fórmulas de Gauss-Legendre. Diferenciación numérica: aproximacións de primeiro orden e órdenes superiores. Extrapolación de Richardson.</p> <p>Integración de ecuacións diferenciais ordinarias. Problema de valor inicial: Métodos dunha etapa: Euler Adiante, Euler Atrás, Heun, fórmulas de Runge- Kutta. Métodos de etapas múltiples: Adams- Bashforth e Adams- Moulton. Estudo da estabilidade no caso <math>e = \exp(x)</math>. Estimación do erro e métodos adaptativos. Aplicacións.</p> <p>Métodos de diferenzas para a integración numérica de ecuacións diferenciais parciais: Problemas físicos que responden a un modelo definido por ecuacións diferenciais en derivadas parciais. Ecuacións diferenciais parciais elípticas. Ecuacións diferenciais parciais parabólicas. Ecuacións diferenciais parciais hiperbólicas.</p> <p>Solución de casos prácticos con MATLAB.</p>

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student's personal work hours	Total hours
Mixed objective/subjective test	B2 B6 B7	3	6	9
Problem solving	B2 B5 B6 B7 C1 C4 C6	15	30	45
Guest lecture / keynote speech	B7 C1 C4 C6	38	38	76
Supervised projects	B7 C1 C4	4	15	19
Personalized attention		1	0	1

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

Methodologies	
Methodologies	Description
Mixed objective/subjective test	Exame final da materia. Consta de dúas partes: unha teórica e outra práctica.
Problem solving	Propostas de solución dos problemas que xurdan nas clases de teoría. Tamén se inclúen en este apartado os controles que se hagan para verificar a preparación de las clases. As entregas das solucións realizaranse a través da plataforma Moodle.
Guest lecture / keynote speech	Clases de teoría de análise numérica. Ten que estar precedidas pola lectura atenta dos contidos que indique o profesor.
Supervised projects	Solución de varios problemas relacionados co numérico, presentación e defensa individual ou por grupos.

Personalized attention	
Methodologies	Description



Problem solving Supervised projects	Tanto nas sesións de "solución de problemas" coma nas de "traballos tutelados" dedicarase un tempo á atención personalizada individual ou dos grupos que se compoñan.  Os alumnos con dispensa académica que desexen participar a través de la facultade virtual nestas actividades, poderán contrastar os resultados obtidos en sesións de tutoría.
--	--

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Problem solving	B2 B5 B6 B7 C1 C4 C6	A metodoloxía de dinámica de grupos aplicada a esta parte da materia permitirá a avaliación de traballo de preparación da sesión por parte do alumno, así como que se derive da súa participación nos debates que se susciten na resolución do caso. Para os alumnos con Dispensa Académica esta parte da cualificación agregárase á proba mixta.	10
Mixed objective/subjective test	B2 B6 B7	Representa o 60% da nota e esta, á súa vez componse dun 40% do exame de teoría e un 60% pola parte de práctica.  No caso dos alumnos que non fosen avaliados nos outros apartados por ter Dispensa Académica, o exame final representa o 100% da nota, repartida en 40% teoría, 60% práctica.	60
Supervised projects	B7 C1 C4	Evaluarase a corrección da solución proposta para os traballos en termos de adecuación, eficiencia no cálculo, organización da información e presentación final. Para los alumnos con dispensa académica esta parte da nota agregárase á proba mixta.	30

Assessment comments
<p>Tal como se di nos apartados correspondentes, os alumnos con dispensa académica serán avaliados exclusivamente mediante o exame final da materia na convocatoria ordinaria e, de ser o caso, na segunda oportunidade. En ambos casos a nota do exame representa o 100% da nota final da materia.</p> <p>Na convocatoria de segunda oportunidade, soamente se poderá realizar a proba obxectiva que computa como o 60% da nota final. Non son recuperables os traballos do curso.</p> <p>Os alumnos que concorran á convocatoria adiantada serán cualificados mediante unha proba mixta que constará de unha parte de teoría cun peso do 40% e outra de práctica cun peso do 60%.</p>

Sources of information	
Basic	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Burden, R.L. y Faires, J.D. (2002). Análisis Numérico. Thomson Learning</li> <li>- Kincaid, D. y Cheney, W. (1994). Análisis Numérico. Las Matemáticas del Cálculo Científico. Addison-Wesley Iberoamericana</li> <li>- Sigmon, K. (1994). MATLAB Primer. 4th Edition.. CRC Press</li> <li>- Chapra, S.C. y Canale, R. P. (2007). Métodos Numéricos para Ingenieros. McGraw-Hill Interamericana</li> <li>- García de Jalón, J, Rodríguez, J.I. y Brazález, A. (2001). Aprenda MATLAB 6.1 como si estuviera en primero. <a href="http://mat21.etsii.upm.es/ayudainf/aprendainf/Matlab61/matlab61pro.pdf">http://mat21.etsii.upm.es/ayudainf/aprendainf/Matlab61/matlab61pro.pdf</a></li> </ul>



<b>Complementary</b>	<p>Butcher, J., Numerical Methods for Ordinary Differential Equations, 2nd Edition, John Wiley and Sons, 2003</p> <p>Champion, E.R. Jr., Numerical Methods for Engineering Applications, Marcel Dekker, Inc. New York, 1993</p> <p>Dautray, R. y Lions, J-L., Mathematical Analysis and Numerical Methods for Science and Technology (Vols. 1-6), Springer-Verlag, Berlin, 1991-1993.</p> <p>Dormand, J.R., Numerical Methods for Differential Equations. A computational Approach, CRC Press, 1996.</p> <p>Gander, W. y Hřebíček, J., Solving Problems in Scientific Computing Using Maple and MATLAB (2nd Edition), Springer-Verlag, Berlín, 1995.</p> <p>Ganza, V.G. y Vorozhtsov, E.V., Numerical Solution for Partial Differential Equations. Problem Solving Using Mathematica, CRC Press, 1996.</p> <p>García Merayo, F. y Nevot, A., Análisis Numérico, Paraninfo, Madrid, 1992.</p> <p>Geddes, K.O., Czapor, S.C. y Labahn, G., Algorithms for Computer Algebra, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1992.</p> <p>Gill, Ph.E., Murray, W. y Wright, M., Numerical Linear Algebra and Optimization (Vol. 1), Addison-Wesley, Redwood City (California), 1991.</p> <p>Giordano, F.R. y Weir, M.D., Differential Equations. A Modeling Approach. Addison-Wesley, Reading (Massachusetts), 1994.</p> <p>Haug, E. y Choi, K., Methods of Engineering Mathematics, Prentice Hall, Englewood Cliffs (New Jersey), 1993.</p> <p>Heck, A., Introduction to Maple, Springer-Verlag, New York, 1993.</p> <p>Johnson, E., Linear Algebra with Maple V, Brooks/Cole, Belmont (California), 1993.</p> <p>Kahaner, D., Moler, C. y Nash, S., Numerical Methods and Software, Prentice-Hall, Englewood Cliffs (New Jersey), 1989.</p> <p>Lindfield, G. y Penny, J., Numerical Methods Using MATLAB, Ellis Horwood, Hemel Hempstead (Hertfordshire, Gran Bretaña), 1995.</p> <p>Mathews, J.H., Numerical Methods for Mathematics, Science and Engineering. 2nd Ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs (New Jersey), 1992.</p> <p>Mathews, J.H. y Fink, K.D., Métodos Numéricos con MATLAB. 3ª Edición. Prentice Hall, 2000</p> <p>MATLAB Reference Guide, The Math Works, Inc., Natick (Massachusetts), 1992.</p> <p>MATLAB User's Guide, The Math Works, Inc., Natick (Massachusetts), 1992.</p> <p>Naiman, A.E., NA Slides, Ed. por el Autor, Jerusalén, 1996. Las transparencias, en formato PostScript están disponibles en <a href="http://hobbes.jct.ac.il/~naiman">http://hobbes.jct.ac.il/~naiman</a>.</p> <p>Noble, B. y Daniel, J.W., Applied Linear Algebra (3th Edition), Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, 1988.</p> <p>Ortega, J.M., Numerical Analysis. A Second Course, Academic Press, New York, 1972.</p> <p>Press, W.H., Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T. y Flannery, B.P., Numerical Recipes in C. 2nd Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 1992.</p> <p>Ralston, A. y Rabinowitz, P., A First Course in Numerical Analysis. 2nd Edition, McGraw-Hill, New York, 1978.</p> <p>Scheid, F. y Di Costanzo, R. E. Métodos Numéricos. 2ª Edición, McGraw Hill Interamericana, Mexico, 1993.</p> <p>Stewart, G.W., Afternotes on Numerical Analysis, SIAM Press, 1996.</p> <p>Stoer, J. y Bulirsch, R., Introduction to Numerical Analysis. 2nd Edition, Springer-Verlag, New York, 1993.</p> <p>Strang, G., Álgebra Lineal y sus Aplicaciones, Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1986.</p> <p>Strang, G., Introduction to Applied Mathematics, Wellesley-Cambridge Press, Wellesley (Massachusetts), 1986.</p> <p>Strang, G., Introduction to Linear Algebra, 3th Edition, Wellesley-Cambridge Press, Wellesley (Massachusetts), 2003.</p> <p>Turner, P. Numerical Analysis, The Macmillan Press Ltd., London, 1994.</p> <p>Wilson, H.B. y Turkotte, L.H., Advanced Mathematics and Mechanics Applications Using MATLAB, CRC Press, Boca Ratón (Florida), 1994.</p> <p>Young, D.M. y Gregory, R.T., A Survey of Numerical Mathematics (Vols. I and II), Addison-Wesley, Reading (Massachusetts), 1972, 1973.</p>
----------------------	---

### Recommendations

#### Subjects that it is recommended to have taken before

CÁLCULO/730G04001

INFORMÁTICA/730G04004

ÁLXEBRA/730G04006

ECUACIONES DIFERENCIAIS/730G04011

#### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

#### Subjects that continue the syllabus

#### Other comments



É necesario asistir a clase cun ordenador portátil.

Para axudar a conseguir un entorno inmediato sostible e cumprir co obxectivo da acción número 5: ?Docencia e investigación saudable e sustentable ambiental e social? do "Plan de Acción Green Campus Ferrol", a entrega dos traballos documentais que se realicen nesta materia:

Solicitaranse en formato virtual y/o soporte informático,

Realizaranse a través de Moodle, en formato digital sen necesidade de imprimilos,

No caso de ser necesario realízalos en papel:

Non se emplearán plásticos

Realizaranse impresións a dobre cara.

Emplearase papel reciclado.

Evitarase a impresión de borradores.

Debese facer un uso sostible dos recursos e deben prevenirse os impactos negativos sobre o medio natural

(\*)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.