

FICHA DA UNIDADE CURRICULAR

1. Unidade curricular (nome oficial da unidade curricular em português)
Métodos Numéricos
Course unit title (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Numerical Methods
#1 Unidade curricular já existente? <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
#2 Em caso de resposta afirmativa: Código da Unidade Curricular em Nónio:
2. Sigla da área científica em que se insere (sigla da área científica que consta no plano de estudos)
M
3. Duração (Indicação da duração que consta do plano de estudos - semestral, anual...)
Semestral
4. Horas de trabalho (n.º de horas totais de trabalho que consta do plano de estudos)
162 h
5. Horas de contacto (n.º de horas de contacto que consta do plano de estudos: T- Ensino Teórico; TP- Ensino Teórico Prático; PL - Ensino Prático e Laboratorial; TC- Trabalho de Campo; S- Seminário; E- Estágio; OT- Orientação tutorial; O - Outra) Devem ser consideradas, preferencialmente, 14 semanas de contacto coletivo por semestre.
T-42,0 h; TP-21,0 h
6. ECTS (n.º de ECTS que a unidade tem, de acordo com o definido no plano de estudos)
6
7. Observações
Observations
8. Curso(s) Ciclo(s) de estudos a que está associada
Licenciatura em Engenharia Civil
9. Ano curricular Curricular unit *
2º
10. Tipo de unidade curricular Course unit type
Normal
11. Semestre Semester (Deve ser indicado o semestre (1º ou 2º) a que a unidade curricular deve ser associada, de acordo com o definido no plano de estudos)
2º
12. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular Responsible academic staff member (Para além do nome do docente responsável, deve ser também indicado o número de horas que assume na disciplina)
José Manuel de Eça Guimarães de Abreu (T= 42 h; TP= 21h*1Turma = 21 h)
13. E-mail institucional do Docente responsável
jabreu@dec.uc.pt
14. Nível Level
1º ciclo de estudos / 1st cycle studies
15. Modo de ensino Mode of delivery
Presencial / face-to-face
16. Conhecimentos de base recomendados (indicar as unidades curriculares, conhecimentos, competências técnicas ou competências linguísticas que o estudante deve ter à partida para atingir com sucesso os objetivos definidos na unidade curricular)
Análise Matemática I, Análise Matemática II, Álgebra Linear e Geometria Analítica, Informática
Recommended prerequisites (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Mathematical Analysis I, Mathematical Analysis II, Linear Algebra and Analytical Geometry, Programming and Computer Science
17. Língua(s) de ensino (indicar a(s) língua(s) em que as aulas são lecionadas)
Português
Language(s) of instruction ⁽⁵⁾ (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Portuguese
18. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular Other academic staff members involved in the curricular unit (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)
Paulo Mendes (TP= 21h*1 turmas = 21 horas) Anabela Ribeiro (TP= 21h*1 turmas = 21 horas) João Negrão (TP= 21h*1 turmas = 21 horas) Paulo Pinto (TP= 21h*1 turmas = 21 horas) Rui Simões (TP= 21h*1 turmas = 21 horas)
19. Objetivos da unidade curricular e competências a desenvolver (Descrever, de forma sucinta e clara, o que o estudante deve conhecer, compreender e ser capaz de demonstrar após completar a unidade curricular. 1000 carateres disponíveis incluindo espaços)

O objetivo principal da disciplina é desenvolver o entendimento básico de algoritmos numéricos e competências para implementar algoritmos e resolver problemas de engenharia utilizando o computador. O Matlab será o ambiente de software padrão usado para implementação e aplicação dos métodos numéricos. No final desta u.c. os alunos deverão estar aptos a:

- Compreender os processos de discretização e o seu impacto na resolução dos problemas de Engenharia.
- Compreender as potencialidades e limitações da aritmética computacional.
- Conhecer os fundamentos, funcionamento e limites de aplicação prática dos diferentes esquemas numéricos estudados.
- Selecionar e aplicar o método numérico mais apropriado para a solução de um dado problema, incluindo a correspondente análise e controlo do erro.
- Utilizar técnicas computacionais e implementar algoritmos através de programação em Matlab.
- Utilizar com capacidade crítica as diferentes rotinas numéricas Matlab já existentes.

Learning outcomes (*ver nota anterior. Introduzir texto em inglês*)

The primary objective of the course is to develop the basic understanding of the construction of numerical algorithms and skills to implement these algorithms to solve engineering problems on a computer.

At the end of the course, the students should be able to:

- Understand discretization processes and their impact on solving engineering problems.
- Understand the capabilities and the limitations of computer arithmetic.
- Know basic numerical techniques, emphasizing practical application and limits of their appropriate use.
- Identify and classify the numerical problem to be solved and choose the most appropriate numerical method for its solution
- Have a solid base of computational skills and be able to write their own codes using Matlab.
- Utilizing with critical capacity more sophisticated numerical methods provided as built-in Matlab functions.

20. Conteúdos programáticos (*1000 carateres disponíveis incluindo espaços*)

Cap. 1 - Introdução e erros em análise numérica. Fórmula de Taylor e séries de Taylor.

Cap. 2 - Álgebra linear numérica. Sistemas de equações métodos diretos (factorização de Cholesky e QR) e métodos iterativos (estacionários: Jacobi, Gauss-Seidel e SOR; não estacionários: descida mais rápida).

Valores e vetores próprios (métodos das potências diretas e inversas).

Cap. 3 - Resolução de equações não-lineares. Métodos de Newton e do ponto fixo. Sistemas de equações não-lineares.

Cap. 4 - Interpolação polinomial (Lagrange e Hermite). "Splines" cúbicos.

Cap. 5 - Aproximação: Modelos lineares e não lineares de dois parâmetros. Linearização. Modelos lineares de n parâmetros.

Cap. 6 - Integração numérica. Fórmulas de Newton-Cotes e quadratura de Gauss. Integrais múltiplos.

Cap. 7 - Equações diferenciais ordinárias (EDOs). Problemas de valor inicial (métodos de Taylor e Runge-Kutta; métodos de passo múltiplo).

Syllabus (*ver nota anterior. Introduzir texto em inglês*)

Chapter 1 – Introduction and errors in numerical analysis. Taylor's formula and Taylor series.

Chapter 2 - Numerical linear algebra. Systems of linear equations: direct methods (Cholesky and QR factorization) and iterative methods (stationary: Jacobi, Gauss-Seidel and SOR; non-stationary: steepest descent method). Eigenvalues and eigenvectors (power and inverse power methods).

Chapter 3 - Root finding of non-linear equations. Newton's and fixed point method. Systems of non-linear equations

Chapter 4 - Interpolation: Polynomial interpolation (Lagrange and Hermite). Cubic splines.

Chapter 5 - Curve fitting: Two parameter linear and non-linear models. Linearization. Linear models of n parameters.

Chapter 6 - Numerical integration. Newton-Cotes and Gaussian Quadrature Formulas. Multiple integrals.

Chapter 7 - Ordinary Differential Equations (ODEs). Initial value problems (Taylor Series methods, Runge-Kutta methods; Multistep methods).

21. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
(*1000 carateres disponíveis incluindo espaços*)

Como primeira disciplina de análise numérica, esta unidade introduz os métodos básicos utilizados na solução numérica de problemas científicos. Mostra a forma como os mesmos são obtidos, analisa as suas principais características e utiliza-os para converter conceitos matemáticos em algoritmos, que possam ser implementados em computador, através da utilização do Matlab. Em paralelo comparam-se os vários métodos e avaliam-se os respetivos erros.

São tratados os principais problemas que o engenheiro necessita resolver, começando com o simples caso dos sistemas lineares, aproximação de funções até, gradualmente, alcançar as equações diferenciais ordinárias.

Neste processo, os alunos ficarão familiarizados com a aritmética computacional, processos de discretização e, em geral, com a terminologia utilizada na análise numérica. Desta forma fornecem-se as ferramentas para que o aluno possa compreender e modelar problemas de engenharia no âmbito de disciplinas mais avançadas do curso.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives (*ver nota anterior. Introduzir texto em inglês*)

As a first course in numerical analysis, this curricular unit introduces basic numerical methods used for the numerical solution of scientific problems and shows how to develop, analyze, and use them in order to

translate mathematical concepts into algorithms, that can be implemented on a computer. At the same time, methods are compared and errors are analyzed. It will be covered many of the commonly encountered problems that engineers need to solve, starting with simple systems of linear equations, curve fitting, and gradually building up to the numerical solution of ordinary differential equations. In the process, the students will become familiar with computer arithmetic, discretization processes and, generally, with the terminology used in numerical analysis. The end objective of this course is to provide tools and techniques in order for the student to understand and model engineering problems in other course curriculum units.

22. Métodos de ensino (600 caracteres disponíveis incluindo espaços)

Aulas teóricas baseadas na apresentação e explicação de conceitos e métodos (recorrendo a meios audiovisuais) complementadas com a resolução de alguns problemas ilustrativos das folhas de exercícios.

As aulas teórico-práticas têm três componentes:

- Resolução de exemplos importantes para melhorar a compreensão dos conteúdos das aulas teóricas;
- Discussão dos problemas propostos nas folhas de exercícios, sendo os alunos estimulados a resolvê-los individualmente ou em grupo, sob a orientação do professor;
- Utilização do MatLab e implementação exemplificativa de alguns programas de cálculo.

Teaching methods (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)

Theoretical classes will be based on the presentation and explanation of concepts and methods (using media) complemented with the resolution of some illustrative problems of the exercises sheets.

The practical classes have three components:

- Resolution of important examples to improve the understanding of the theoretical lectures;
- Discussion of problems proposed at the exercises sheets, being the students stimulated to solve them individually or in group, under the supervision of the professor;
- Implement and test numerical methods using Matlab.

23. Adequação das metodologias de ensino e das didáticas aos objetivos de aprendizagem da unidade curricular (1000 caracteres disponíveis incluindo espaços)

A abordagem metodológica adotada procura estabelecer estratégias que promovam um equilíbrio entre as componentes teórica e prática, combinando as várias atividades de forma a mobilizar as competências desejadas tentando envolver e motivar o aluno. Pretende-se que além do domínio dos conhecimentos, o aluno não dependa constantemente das orientações dos professores, e demonstre maleabilidade para aplicar os mesmos a novas situações. Para o efeito:

- Na exposição teórica, os conceitos são expostos com recurso frequente a problemas de engenharia, devidamente contextualizados, permitindo um melhor enquadramento das ferramentas desenvolvidas que se traduz numa maior motivação e eficácia da aprendizagem.
- Nas aulas teórico-práticas é promovida a discussão dos problemas propostos, sendo os alunos estimulados a resolvê-los individualmente ou em grupo.
- Momentos de avaliação intercalar e elaboração de trabalhos computacionais para que o aluno siga continuamente o desenrolar da matéria.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes (1000 caracteres disponíveis incluindo espaços)

The methodological approach seeks to establish strategies that promote a balance between the theoretical and practical components, combining the various activities in order to mobilize the desired skills trying to engage and motivate the student. It is intended that beyond the knowledge domain, the student does not constantly depend on the guidance of teachers, and demonstrates flexibility to apply knowledge to new situations.

For this purpose:

- The theoretical exposition, whenever possible, is supported by practical engineering problems, properly contextualized, allowing a better framing of the developed tools which translates into greater motivation and learning effectiveness
- In practical classes, the discussion of problems proposed at the exercise sheets is promoted and the students are stimulated to solve those problems individually or in group
- Existence of mid-term evaluation and computational works so that the student can follow continuously the progress of taught subjects.

24. Métodos de avaliação | Assessment method (assinalar, em percentagem, os métodos de avaliação utilizados, devendo a respetiva soma dar 100%; 400 caracteres disponíveis incluindo espaços)

Exame | Exam:

Frequência | Midterm exam: 50%

Mini Testes | Test: 25%

Projeto | Project:

Relatório de seminário ou visita de estudo | Seminar or study visit report:

Resolução de problemas | Problem resolving report: 25%

Trabalho de Investigação | Research work:

Trabalho de síntese | Synthesis work:

Trabalho laboratorial ou de campo | Fieldwork or laboratory work:

Outra | Other: A avaliação pode ser feita por exame final em alternativa às frequências | Course assessment can also be made by exam as an alternative to the midterm exams assessment

25. Bibliografia de consulta/existência obrigatória | Bibliography *(1000 carateres disponíveis incluindo espaços)*

- [1] Abreu, J.M., Carmo, J.S.A. (2015) - Métodos Numéricos em Engenharia, DEC-FCTUC.
- [2] Chapra, S.C. (2017) - Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists. McGraw-Hill, 4th Ed.
- [3] Chapra, S.C., Canale, R.P. (2015) - Numerical methods for engineers. McGraw-Hill, 7th Ed.
- [4] Conte, S.D., de Boor, C. (1981) - Elementary Numerical Analysis: An Algorithmic Approach. McGraw-Hill, 3rd Ed.
- [5] Correia, A.A. (2018) - Informática. Volume II - Introdução à programação em MatLab. DEC-FCTUC.
- [6] Heath, M.T. (2018) - Scientific Computing. An Introductory Survey. Siam, 2nd Ed.
- [7] Khoury, R., Harder, D.W. (2016) - Numerical Methods and Modelling for Engineering. Springer.
- [8] Lindfield, G.R., Penny J.E.T. (2012) - Numerical Methods, Using MATLAB, Elsevier, 3rd Ed.
- [9] Moler, C.B. (2008) - Numerical Computing with MATLAB. Siam.
- [10] Pina, H.L.G. (1995) - Métodos numéricos. McGraw-Hill.
- [11] Quarteroni, A., Saleri, F. (2007) - Cálculo Científico Com MATLAB e Octave. Springer