instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Métodos Numéricos
Licenciatura em Engenharia Mecânica

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[2846] Métodos Numéricos / Numerical Methods

2. Sigla da área científica em que se insere	CB
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	121h 30m
5. Horas de contacto	Total: 45h 00m das quais T: 22h 30m | TP: 22h 30m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	4.5
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[1674] Sérgio Paulo Fino de Sousa Lopes | Horas Previstas: 90 horas
9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular	[1399] Manuel António Silva Ramos Caldas Faria | Horas Previstas: 45 horas

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).

Após aprovação na unidade curricular, o aluno deverá possuir a capacidade de:

1 - Entender técnicas de aproximação; explicar como, porquê e quando é esperado que elas funcionem.

2 - Identificar problemas tipo, que requerem o uso de técnicas numéricas na obtenção da sua solução.

3 - Observar exemplos de propagação do erro que ocorre na aplicação de técnicas numéricas.

4 - Implementar computacionalmente os métodos numéricos abordados.

5 - Desenvolver um raciocínio estruturado e demonstrar capacidade analítica e crítica na resolução de problemas no domínio da engenharia.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

Uppon approval, the student should possess the ability to:

1 - Understand approximation techniques; explain how, why and when it is expected that they succeed.

2 - Identify prototypical problems whose solution requires the use of numerical techniques.

3 - Perceive examples of numerical error propagation that may occur.

4 - Computationally implement studied numerical methods.

5- Develop structured reasoning, show analytical and critical capabilities in the resolution of engineering problems.

11. Conteúdos programáticos

Introdução

- Métodos numéricos na engenharia.

Aritmética computacional e erros

- Virgula flutuante, erros e algarismos significativos.

- Propagação dos erros.

Equações não lineares

- Raízes e zeros.

- Localização dos zeros.

- Iterações e ordem de convergência.

- Métodos da bissecção, ponto fixo, Newton (IR e IRn), falsa posição e secante.

Sistemas de equações lineares

- Condicionamento.

- Métodos Directos: Gauss.

- Métodos iterativos: Método de Jacobi, método de Gauss-Seidel.

Interpolação polinomial

- Existência e unicidade do polinómio interpolador (Vandermonde).

- Polinómio interpolador de Lagrange e Newton.

- Interpolação inversa.

Método dos mínimos quadrados

- Caso discreto (linear, não-linear).

- Caso contínuo.

Integração Numérica

- Regras dos trapézios, Simpson e 3/8's (simples e compostas).

- Regras de Gauss.

Equações diferenciais ordinárias: Problemas de valores iniciais

- Método de Euler.

- Método de Taylor.

- Métodos de Runge-Kutta.

Aplicações à Engenharia

11. Syllabus

Introduction

- Numerical methods in engineering.

Computational arithmetic and error

- Floating-point representation, errors and significant digits.

- Error propagation.

Nonlinear equations

- Roots and zeros.

- Zeros' location.

- Iterations and order of convergence.

- The bisection, fixed-point, Newton (R and Rn) , false position and secant methods.

Linear systems of equations

- Conditioning.

- Direct methods (Gauss).

- Iterative methods: the Jacobi and Gauss-Seidel methods.

Polynomial interpolation

- Existence and uniqueness of the interpolation polynomial.

- Lagrange and Newton interpolation polynomials.

- Inverse interpolation.

Least-squares method

- Discrete case (linear, nonlinear).

- Continuous case.

Numerical integration

- Trapezoidal, Simpson and 3/8's rules (simple and composite).

- Gaussian quadrature.

Ordinary differential equations: Initial value problems

- Euler's method.

- Taylor methods.

- Runge-Kutta methods.

Applications to Engineering

12. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os objectivos 1 a 5 são cumpridos nos conteúdos programáticos dos capítulos nos quais são amplamente desenvolvidas as capacidades de análise, cálculo e raciocínio dedutivo e modelação computacional. Para além das aplicações estudadas no último capítulo, o recurso sistemático a problemas aplicados, computacionais e contextualizados traduz-se numa maior motivação, eficácia e espectro da aprendizagem, uma vez que permitem:

- transmitir o facto de os métodos numéricos serem uma ferramenta indispensável no estudo da engenharia;

- praticar a formulação matemática de problemas, sua resolução e crítica;

- facilitar, a alunos ainda numa fase muito inicial dos seus estudos superiores, o reconhecimento dos conceitos e técnicas estudados quando a estes têm que recorrer no seguimento dos seus estudos.

12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

Objectives 1 to 5 are met in the syllabus of the chapters in which the skills of analysis, calculation, deductive reasoning and computational modeling are widely developed. In addition to the applications studied in the last chapter, the systematic use of applied, computational and contextualized problems translates into greater motivation, efficiency and spectrum of learning, since they make it possible to:

- convey the fact that numerical methods are an indispensable tool in the study of engineering;

- practice the mathematical formulation of problems, their resolution and criticism;

- make it easier for students still at a very early stage in their higher education studies to recognize the concepts and techniques they have studied when they have to use them later in their studies.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

Aulas teórico-práticas tendo por base exemplos de aplicação nas quais são resolvidos exercícios teórico-práticos, práticos e computacionais. É dado especial ênfase a problemas que interligam as ferramentas desenvolvidas com conceitos estudados em unidades curriculares da especialidade e são disponibilizadas listas de exercícios para um eficaz acompanhamento e cimentar dos conhecimentos apresentados.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

Theoretical-Practical lectures with an undercurrent of applied examples in which theoretical-practical, practical and computational exercises are addressed. Special emphasis is placed on problems linking the developed tools with engineering curricular units and exercise sheets are made available for an effective monitoring and consolidation of the imparted knowledge.

14. Avaliação

A avaliação na unidade curricular baseia-se em **avaliação por exame final** .

Exame Final: Realização de um exame escrito (**Ex**).

Classificação Final: NF = Ex; mínimo de 9,5 valores para aprovação.

14. Assessment

The assessment in the curricular unit is based on **assessment by final exam** .

Final Exam: Single written exam (**Ex**).

Final Grade: NF = Ex; minimum of 9.5 values for approval

15. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Ao serem confrontados com problemas menos directos, os alunos vêm-se obrigados a questionar e aprofundar os seus conhecimentos, ao mesmo tempo que adquirem capacidades de trabalho e de independência. Este tipo de problemas é também o mais adequado ao desenvolvimento das capacidades de análise, reflexão e crítica. As listas de exercícios disponibilizadas, pela sua organização, conteúdo e diversidade do grau de dificuldade, permitem ao aluno acompanhar minuciosamente todos os tópicos da matéria e são o principal instrumento do estudo individual. Os exercícios que as constituem são os adequados ao desenvolvimento das capacidades de cálculo e raciocínio dedutivo.

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

When confronted with less direct problems, the students have to question and deepen their knowledge, while at the same time they acquire work discipline and autonomy. This kind of problems are also more adequate to enhance analysis, thought and criticism of developed work. The exercise sheets made available, by their organization, content and diversity, grant the student the opportunity to keep up with all the topics in the syllabus and they are the main individual study instrument. The exercises that constitute them are the suitable ones to sharpen calculation and deductive reasoning skills.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1 - S.C. Chapra, R.C. Canale, Métodos Numéricos para Engenharia, McGraw-Hill, 2006

2 - R.L. Burden, J.D. Faires, Numerical Analysis, Thomson, 2005.

3 - H. Pina, Métodos Numéricos, McGraw-Hill, 1995

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2025-10-17

Data de aprovação em CP: 2025-10-17