instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Introdução à Análise Numérica
Licenciatura em Matemática Aplicada à Tecnologia e à Empresa

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[4006] Introdução à Análise Numérica / Introduction to Numerical Analysis

2. Sigla da área científica em que se insere	MAT
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	162h 00m
5. Horas de contacto	Total: 95h 00m das quais TP: 90h 00m | O: 5h 00m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	6
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[1443] Tiago Gorjão Clara Charters D'Azevedo | Horas Previstas: N/D
9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular	Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

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

1. Entender as 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 em diferentes domínios de aplicação.

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

1. Understand the approximation techniques; explain how, why and when they should work.

2. Identify typical problems where these technics can be applied.

3. Understand how do the roundoff errors propagate.

4. Implement computer programs for each one of the numerical methods.

5. Demonstrate analytical and perceptive capabilities in the resolution of problems arising from different fields of application.

11. Conteúdos programáticos

1. Aritmética computacional e erros: Virgula flutuante, erros e algarismos significativos. Propagação dos erros.

2. Sistemas de equações lineares: Condicionamento. Métodos diretos: Gauss, factorização de Cholesky e Crout. Métodos iterativos: Jacobi e Gauss-Seidel.

3. Aproximação de valores próprios: Métodos da potência, Householder e QR.

4. Interpolação polinomial: Existência e unicidade do polinómio interpolador. Polinómio interpolador de Hermite. Interpolação inversa. Splines lineares, cúbicos.

5. Método dos mínimos quadrados: Caso discreto (linear e não-linear). Caso contínuo.

6. Diferenciação e integração numérica: Diferenciação numérica. Regras de quadratura: 3/8's (simples e compostas). Regras de Gauss.

7. Sistemas de equações não lineares: Método do ponto fixo e de Newton. Aplicação ao cálculo computacional de multiplicadores de Lagrange.

8. Métodos do gradiente. Aplicação ao cálculo de extremos e resolução de equações e sistemas de equações.

11. Syllabus

1. Computer arithmetic and errors: Floating point arithmetic and roundoff errors. Error propagation.

2. Linear system of equations: Conditioning. Direct methods: Gauss, Cholesky and Crout factorizations. Iterative methods: Jacobi e Gauss-Seidel.

3. Eigenvalues approximation: Power, Householder and QR methods.

4. Polynomial interpolation: Existence and uniqueness. Hermite formula, inverse interpolation and linear and cubic splines.

5. Least square approximation: Discrete case: linear and non-linear. Continuous case.

6. Numerical differentiation and integration: Numerical Differentiation. Quadrature rule: 3/8's rule (simple and composite). Gaussian quadrature.

7. Nonlinear systems of equations: Fixed point method and Newton method. Applications to critical point computation using Lagrange multipliers.

8. Gradient methods. Applications: computation of extreme values and solving equations and systems of equations.

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

Os objetivos são cumpridos nos conteúdos programáticos dos capítulos do programa, nos quais são ainda amplamente desenvolvidas as capacidades de análise, cálculo e raciocínio dedutivo e modelação computacional.

Para além das aplicações estudadas, o recurso sistemático a problemas aplicados, computacionais e contextualizados traduz-se numa maior motivação e eficácia na aprendizagem, uma vez que permitem:

- transmitir o facto de os métodos numéricos serem uma ferramenta indispensável no estudo de problemas derivados de vários domínios do conhecimento;

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

- identificar os métodos e as técnicas a usar, não só no seguimento do seu percurso académico, mas também no decurso da sua atividade profissional.

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

The objectives are met within the program contents of the chapters, along with the development of analysis, calculus, deductive reasoning and computational modelling skills.

In addition to the applications studied, the systematic use of applied, computational and contextual problems translates into greater motivation, effectiveness and the learning spectrum, by enabling:

- transmitting numerical methods that are an essential tool in the study of engineering;

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

- identify the methods and technics to use, not only during their academic career, but also in the course of their professional activity.

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 complementares. O trabalho individual do aluno é orientado através de exercícios, teóricos e computacionais, para um eficaz acompanhamento e consolidação dos conhecimentos apresentados.

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

Lectures based on application examples with theoretical, practical and computational exercises and problem solving. Special emphasis is given to problems connected with the tools and concepts developed in complementary syllabus. Lecture notes and exercises are also available are for the effective monitoring and strengthen of the knowledge presented.

14. Avaliação

A avaliação é distribuída com exame final e compreende a realização de dois trabalhos pedagogicamente fundamentais com discussão oral, cada um com classificação mínima de 8.00 valores, com classificação mínima média (NT) de 9.50 valores, e exame escrito (NE), com classificação mínima de 9.50 valores. A nota final (NF) será calculada por: NF = 0.4*NT + 0.6*NE.

14. Assessment

The assessment is distributed with a final exam and comprises the completion of two pedagogically fundamental assignments with oral discussion, each with a minimum rating of 8.00 values, with a minimum average rating (NT) of 9.50 values, and a written exam (NE), with a minimum rating of 9.50 values. The final grade (NF) will be calculated by: NF = 0.4*NT + 0.6*NE.

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

As aulas teórico-práticas asseguram uma rigorosa e completa cobertura de todos os pontos do programa, enquanto que as aulas práticas servem o propósito de ilustrar e consolidar as matérias estudadas, bem como o de proporcionar ao aluno uma efetiva utilização dos métodos estudados. A realização de trabalho prático ao longo do semestre vem de encontro tanto aos objetivos da unidade curricular como à natureza dos assuntos estudados.

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

Lectures are central to a thorough and careful coverage of the program in full, while practical classes meet the aim of illustrating and cementing the topics studied as well as giving students the opportunity to effectively work with the methods studied. Both the goals of the course and the nature of its contents are best achieved via computational work carried out throughout the semester.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. Atkinson, K.E., ?An Introduction to Numerical Analysis?, John Wiley & Sons, 2nd edition, 1989.

2. Burden, R. L., Faires, J. D., ?Numerical Analysis?, Brooks/Cole, 2010.

3. Isaacson, E., ?Analysis of Numerical Methods?, Dover Publications, Inc, New York, 1994.

4. Quarteroni, A., Saleri, F., ?Cálculo Científico Com MATLAB E Octave, Springer Texts in Computational Science and Engineering, 2007.

5. Stoer, J. e Bulirsch, R. ?Introduction to Numerical Analysis?, Springer, 3rd edition, 2002.

6. Gautschi, W. ?Numerical Analysis: An Introduction?, Birkhauser, 1997.

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2025-07-30

Data de aprovação em CP: 2025-07-29