

Ficha de Unidade Curricular – (Versão A3ES 2018-2023)

1. Caracterização da Unidade Curricular.

- 1.1. **Designação da unidade curricular (1.000 carateres).**
Introdução à Análise Numérica / Introduction to Numerical Analysis
- 1.2. **Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).**
MAT
- 1.3. **Duração¹ (100 carateres).**
Semestral
- 1.4. **Horas de trabalho² (100 carateres).**
162
- 1.5. **Horas de contacto³ (100 carateres).**
90 – TP, 5 - OT
- 1.6. **ECTS (100 carateres).**
6
- 1.7. **Observações⁴ (1.000 carateres).**
Obrigatória
- 1.7. **Remarks (1.000 carateres).**
Mandatory

2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (*preencher o nome completo*) (1.000 carateres). Nuno David de Jesus Lopes (90h)

3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular (1.000 carateres).

4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). (1.000 carateres).

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.

4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students). (1.000 characters).

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.

5. Conteúdos programáticos (1.000 carateres).

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.

5. Syllabus (1.000 characters).

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.

6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (1.000 carateres).

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.

6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1.000 characters).

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.

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) (1.000 carateres).

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.

A avaliação da disciplina compreende a realização de trabalhos obrigatórios, com classificação mínima média (NT) de 9.5 valores, e exame global (NE), com classificação mínima de 8.0 valores. A nota final (NF) será calculada por:

$$NF = 0.4*NT + 0.6*NE.$$

7. Teaching methodologies (including assessment) (1.000 characters).

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 for the effective monitoring and strengthen of the knowledge presented.

Evaluation consists of mandatory computational work, which counts 40% of the course grade and must comply a minimal average grade of 9.5 (NP), and a final exam counting 60% of the final grade (NE), with minimal grade of 8.0. The final grade is given by:

$$NF = 0.4*NP + 0.6*NE.$$

8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (3.000 caracteres).

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.

8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (3.000 characters).

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.

9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória (1.000 caracteres).

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.

¹ Anual, semestral, trimestral, ...

² Número total de horas de trabalho.

³ Discriminadas por tipo de metodologia adotado (T - Ensino teórico; TP - Ensino teórico-prático; PL - Ensino prático e laboratorial; TC - Trabalho de campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação tutorial; O - Outro).

⁴ Assinalar sempre que a unidade curricular seja optativa.