

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

1. Caracterização da Unidade Curricular.

- 1.1. **Designação da unidade curricular** (1.000 carateres).
Aplicações com Equações às Derivadas Parciais /
Applied Partial Differential Equations
- 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).
TP - Ensino teórico-prático
67,5
- 1.6. **ECTS** (100 carateres).
6
- 1.7. **Observações⁴** (1.000 carateres).
- 1.7. **Remarks** (1.000 carateres).

2. **Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular** (preencher o nome completo) (1.000 carateres).
Tiago Gorjão Clara Charters de Azevedo - 67,5 horas

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).

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

1. modelar e formular problemas matemáticos dependentes continuamente de várias variáveis, usualmente tempo e espaço.
2. compreender quais os requisitos essenciais na formulação de um problema bem-posto, a sua unicidade, estabilidade estrutural face aos dados de *input* e a (in)previsibilidade inerente à modelação de fenómenos e situações práticas.
3. estar preparado para discutir e analisar modelos mal-postos e bem-postos formulados com equações às derivadas parciais.

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

After approval in the course unit, the student should have the ability to:

1. model and formulate mathematical problems continuously dependent on several variables, usually time and space.
2. understand the essential requirements in formulating a well-posed problem, its uniqueness, structural stability in relation to input data, and the (in)predictability inherent to the modelling of physical phenomena and practical situations.
3. be prepared to discuss and analyse well-posed and ill-posed models formulated with partial differential equations.

5. Conteúdos programáticos (1.000 carateres).

1. Equações escalares de primeira ordem (problema de Cauchy e características, equações quasi-lineares)
2. Sistemas quasi-lineares de primeira ordem (modelos, problema de Cauchy e características, hiperbolicidade, ondas de choque)
3. Introdução às equações escalares de segunda ordem (problema de Cauchy e características, formas canónicas)
4. Equações hiperbólicas (forma linear, equação de onda, equações de Maxwell)
5. Equações elípticas (modelos: gravitação, transferência de calor, acústica, etc.)
6. Equações parabólicas (modelos lineares de difusão: transferência de massa e calor, probabilidade e finança, etc.)
7. Miscelânea

5. Syllabus (1.000 characters).

1. First order scalar equations (Cauchy problem and characteristics, quasi-linear equations)
2. First order quasilinear systems (models, Cauchy problem and characteristics, hyperbolicity, shock waves)
3. Introduction to second order scalar equations (Cauchy problem and characteristics, canonical forms)
4. Hyperbolic equations (linear form, wave equation, Maxwell equations)
5. Elliptic equations (models: gravitation, heat transfer, acoustics, etc.)
6. Parabolic equations (linear models of diffusion: heat and mass transfer, probability and finance, etc.)
7. Miscellaneous

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

As equações às derivadas parciais, puras ou aplicadas, têm um papel central nas aplicações em matemática e na construção de modelos na indústria. Aparecem na formulação de problemas em modelos matemáticos que dependem continuamente de várias variáveis, usualmente tempo e espaço.

A universalidade das PDE permite construir uma Unidade Curricular baseada exclusivamente na formulação e resolução de modelos matemáticos, baseados em problemas reais que vão desde a modelação de fluidos à mecânica de sólidos, ao eletromagnetismo, à probabilidade e modelos financeiros, ou à gravitação. Essa mesma universalidade é expressa na construção e na sucessão dos tópicos dos conteúdos programáticos.

Os objectivos da unidade curricular estão fundados na aplicabilidade destes modelos a casos práticos, fundamentados pelo aumento consistente e progressivo da flexibilidade de software especializado na resolução numérica de EDPs, nomeadamente software livre, e por pedidos da indústria e serviços.

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

Partial differential equations, pure or applied, play a central role in applications in mathematics and industry modeling. They appear on the formulation of problems within mathematical models that are continuously dependent on several variables, usually time and space.

This universality allows the construction of a Curricular Unit resting exclusively on the formulation and resolution of mathematical models based on real problems, ranging from fluid modeling to solid mechanics, to electromagnetism, to probability and financial models, or to gravitation. This same universality is expressed in the construction of the topics in the syllabus.

The objectives of the Curricular Unit are based on the applicability of these models to practical cases, grounded by the consistent and progressive increase in flexibility of specialized numerical software for PDEs, namely opensource software, and by industry applications and services.

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

Nas aulas teórico-práticas é apresentada e fundamentada a teoria, acompanhada com exemplos de aplicação e resolução de exercícios. Algumas aulas são essencialmente práticas, dedicadas à resolução de problemas reais, individualmente ou em grupo.

A resolução de exercícios associados aos conteúdos é implementada computacionalmente usando o software livre mais adequado.

A avaliação de conhecimentos compreende duas vertentes: uma nota da parte prática (NP) e uma nota da parte teórica (NT).

Os alunos desenvolvem um trabalho ao longo do semestre, com apresentação e discussão, da qual resultará a NP, com ponderação de 50% para a nota final (NF). Realizam ainda um exame cujo resultado será a NT, com os restantes 50% da NF da unidade curricular. Para ser aprovado, o aluno deve obter nota mínima de 9.5 valores (NP,NT e NF).

A NF será então obtida através da fórmula

$$NF=0.5NT+0.5NP.$$

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

In theoretical-practical classes the theory is presented and substantiated, supplied with examples of application and resolution of exercises. Some classes are essentially practical, dedicated to solving real problems, individually or in groups.

The resolution of exercises associated with the contents is implemented computationally using the most appropriate free software.

The assessment of knowledge comprises two strands: a note of the practical part (NP) and a note of the theoretical part (NT).

The students perform an assignment during the semester, with presentation and discussion, which will result in NP, with a 50% weighting for the final grade (NF). They also carry out an examination whose result will be NT, the remaining 50% of NF. To be approved, the student must obtain a minimum grade of 9.5 points (NP, NT and NF).

NF will then be obtained by the formula

$$NF = 0.5NT + 0.5NP.$$

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

A universalidade das PDE permite construir uma Unidade Curricular baseada exclusivamente na formulação e resolução de modelos matemáticos baseados em problemas reais que vão desde a modelação de fluidos à mecânica de sólidos, ao eletromagnetismo, à probabilidade e modelos financeiros, ou à gravitação. Essa mesma universalidade é expressa na construção e na sucessão dos tópicos dos conteúdos programáticos assim como na metodologia de ensino proposta.

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

The universality of PDEs allows the construction of a Curricular Unit based exclusively on the formulation and resolution of mathematical models based on real problems ranging from fluid modeling to solids mechanics, to electromagnetism, to probability and financial models, or to gravitation. This same universality is expressed in

the construction and succession of the topics of the syllabus as well as in the proposed teaching methodology.

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

1. John Ockendon, Sam Howison, Andrew Lacey, Alexander Movchan, *Applied Partial Differential Equations*, Oxford Texts in Applied and Engineering Mathematics, Oxford University Press; Revised edition (August 7, 2003)
2. Sam Howison, *Practical Applied Mathematics: Modelling, Analysis, Approximation*, Cambridge Texts in Applied Mathematics, Cambridge University Press (2005)

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.