

## FICHA DA UNIDADE CURRICULAR

<b>1. Unidade curricular</b> (nome oficial da unidade curricular em português)
Modelação Matemática
<b>Course unit title</b> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Mathematical Modelling
#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:
<b>2. Sigla da área científica em que se insere</b> (sigla da área científica que consta no plano de estudos)
M
<b>3. Duração</b> (Indicação da duração que consta do plano de estudos - semestral, anual...)
Semestral
<b>4. Horas de trabalho</b> (n.º de horas totais de trabalho que consta do plano de estudos)
162 h
<b>5. Horas de contacto</b> (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.
TP-63 h
<b>6. ECTS</b> (n.º de ECTS que a unidade tem, de acordo com o definido no plano de estudos)
6
<b>7. Observações</b>
Observations
<b>8. Curso(s)   Ciclo(s) de estudos a que está associada</b>
Licenciatura em Engenharia Civil
<b>9. Ano curricular   Curricular unit *</b>
3º
<b>10. Tipo de unidade curricular   Course unit type</b>
Normal
<b>11. Semestre   Semester</b> (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)
1º
<b>12. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular   Responsible academic staff member</b> (Para além do nome do docente responsável, deve ser também indicado o número de horas que assume na disciplina)
Luis M. Cortesão Godinho (TP: 10,5 h*5Turmas )
<b>13. E-mail institucional do Docente responsável</b>
lgodinho@dec.uc.pt
<b>14. Nível   Level</b>
1º ciclo de estudos / 1st cycle studies
<b>15. Modo de ensino   Mode of delivery</b>
Presencial / face-to-face
<b>16. Conhecimentos de base recomendados</b> (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 e II, Álgebra Linear e Geometria Analítica, Métodos Numéricos
<b>Recommended prerequisites</b> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Mathematical Analysis I and II, Linear Algebra and Analytical Geometry, Continuum Mechanics, Numerical Methods
<b>17. Língua(s) de ensino</b> (indicar a(s) língua(s) em que as aulas são lecionadas)
Português
<b>Language(s) of instruction</b> <sup>(6)</sup> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Portuguese
<b>18. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular   Other academic staff members involved in the curricular unit</b> (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)
Fernando Pedro D. Simão (TP: 10,5 h*5Turmas ) Paulo da Venda Oliveira (TP: 10,5 h*5Turmas ) Maria Rita Fernandes de Carvalho (TP: 10,5 h*5Turmas ) Ricardo Joel T. Costa (TP: 10,5 h*5Turmas ) Anabela Ribeiro (TP: 10,5 h*5Turmas )
<b>19. Objetivos da unidade curricular e competências a desenvolver</b> (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)

Pretende-se que esta unidade curricular permita o desenvolvimento e aplicação de conceitos de modelação numérica focalizada em temáticas de Engenharia. Introduce-se, nesta u.c. a modelação matemática de problemas complexos de Engenharia, tipicamente formulados com base em equações às derivadas parciais e abordados através de métodos numéricos avançados. Lecionam-se os princípios matemáticos dos principais métodos numéricos de uso geral em engenharia, designadamente Diferenças Finitas, Volumes Finitos e Elementos Finitos. Pretende-se possibilitar não só a compreensão da sua formulação como também a sua aplicação, pelo que se pretende que esta u.c. proporcione a utilização de ferramentas computacionais de modelação. Será utilizado como ferramenta base o software Matlab, que os estudantes usam já em outras unidades curriculares.

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

It is intended that this course allows the development and application of numerical modeling concepts focused on engineering problems. It is introduced in this unit the mathematical modeling of complex engineering problems, typically formulated based on partial differential equations and solved using advanced numerical methods. The mathematical principles of the most common methods used in engineering, namely Finite Differences, Finite Volumes and Finite Elements, are lectured. It is intended to provide students with knowledge on the the methods' formulation but also on its application, and so computational modeling tools are used. The software Matlab will be used, which students already learn and use in other courses.

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

1. Introdução à unidade curricular
  - Importância e relevância dos métodos numéricos em Engenharia
  - Exemplos gerais para motivação
2. Tipos de EDPs
  - EDPs elípticas, parabólicas e hiperbólicas, e relação com fenómenos físicos.
  - Condições iniciais e de fronteira.
3. Problemas 1D
  - FDM e FVM
    - Formulação
    - Exemplo simples de aplicação
  - FEM
    - Formulação
    - Exemplo simples de aplicação
4. Resolução numérica de EDPs não dependentes do tempo no plano e espaço
  - Métodos das diferenças finitas e volumes finitos aplicados à resolução numérica de EDPs.
    - Formulação.
    - Aplicação à resolução de problemas práticos - simulação computacional.
  - Método dos elementos finitos aplicado à resolução numérica de EDPs.
    - Formulação, introdução ao cálculo de variações e Método dos Resíduos Pesados.
    - Formulação de elementos.
    - Aplicação à resolução de problemas práticos - simulação computacional.
5. Problemas dependentes do tempo
  - Esquemas explícitos e implícitos.
  - Aplicação prática.

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

1. Introduction to the curricular unit
  - Importance and relevance of numerical methods in Engineering
  - General examples for motivation
2. Types of PDEs
  - Elliptical, parabolic and hyperbolic PDEs, and relation to physical phenomena.
  - Initial and boundary conditions.
3. 1D Problems
  - FDM and FVM
    - Formulation
    - Simple application example
  - FEM
    - Formulation
    - Simple application example
4. Numerical solution of time-independent PDEs in 2D and 3D
  - Finite difference and finite volume methods applied to numerical resolution of PDEs.
    - Formulation.
    - Application to practical problem solving - computer simulation.
  - Finite element method applied to numerical resolution of EDPs.
    - Formulation, Introduction to variational principles and weighted residues.
    - Formulation of elements.
    - Application to practical problem solving - computer simulation.
5. Time dependent problems
  - Explicit and implicit schemes.
  - Practical application.

<p><b>21. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular</b> (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)</p>
<p>Como se verifica da observação dos conteúdos programáticos, a transmissão de conhecimentos incide fundamentalmente nas áreas definidas como prioritárias para esta unidade curricular, designadamente a formulação e utilização de métodos numéricos para a análise computacional de problemas físicos de engenharia. A transmissão de conhecimentos nestas áreas e a sua aplicação em trabalhos práticos permitirá aos alunos a aquisição das competências e conhecimentos propostos.</p>
<p><b>Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives</b> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)</p>
<p>As can be seen from the observation of the syllabus, the transmission of knowledge focuses mainly on the areas defined as priorities for this course, namely the formulation and use of numerical methods for the computational analysis of physical engineering problems. The transmission of knowledge in these areas and its application in practical work will allow students to acquire the skills and knowledge proposed.</p>
<p><b>22. Métodos de ensino</b> (600 carateres disponíveis incluindo espaços)</p>
<p>Na leccionação da disciplina, prevê-se a apresentação de conceitos teóricos e conhecimentos relativos aos temas definidos no programa da disciplina de forma expositiva. Para além dos conteúdos transmitidos em aulas teórico-práticas, a sua aplicação a casos práticos com o acompanhamento do docente permite uma efectiva aprendizagem orientada para os tipos de problemas propostos. Na aplicação a casos práticos serão utilizadas ferramentas computacionais.</p>
<p><b>Teaching methods</b> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)</p>
<p>In the teaching of this course, it is expected to present theoretical concepts and knowledge related to the themes defined in the course syllabus. In addition to the contents transmitted in theoretical-practical classes, its application to practical cases with the teacher's support allows an effective learning oriented to the types of problems proposed. In the application to practical cases computational tools will be used.</p>
<p><b>23. Adequação das metodologias de ensino e das didáticas aos objetivos de aprendizagem da unidade curricular</b> (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)</p>
<p>Os objetivos indicados incluem a aquisição de conhecimentos teóricos, sobretudo relacionados com métodos numéricos aplicados a problemas de engenharia, e uma componente de aplicação prática desses conceitos. Deste modo, para além de se pretender garantir a transmissão de conhecimentos através das aulas teórico-práticas, pretende dar-se oportunidade aos alunos de aplicarem esses conhecimentos a casos práticos, com auxílio do professor. A resolução de exercícios práticos de aplicação considera-se essencial como forma de síntese e aplicação dos conhecimentos transmitidos. De igual modo, a utilização de ferramentas computacionais permitirá aos alunos uma mais fácil compreensão e aplicação dos conhecimentos, num contexto de resolução de problemas de engenharia.</p>
<p><b>Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes</b> (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)</p>
<p>The indicated objectives include the acquisition of theoretical knowledge, mainly related to numerical methods applied to engineering problems, and a practical application component of these concepts. Thus, in addition to ensuring the transmission of knowledge through theoretical-practical classes, students will be given the opportunity to apply this knowledge to practical cases, with the help of the teacher. The solution of practical exercises of application is considered essential as a form of synthesis and application of the knowledge transmitted. Similarly, the use of computational tools will enable students to more easily understand and apply knowledge in a context of engineering problem solving.</p>
<p><b>24. Métodos de avaliação   Assessment method</b> (assinalar, em percentagem, os métodos de avaliação utilizados, devendo a respetiva soma dar 100%; 400 carateres disponíveis incluindo espaços)</p>
<p><b>Exame   Exam:</b> 70%</p> <p><b>Frequência   Midterm exam:</b></p> <p><b>Mini Testes   Test:</b></p> <p><b>Projeto   Project:</b></p> <p><b>Relatório de seminário ou visita de estudo   Seminar or study visit report:</b></p> <p><b>Resolução de problemas   Problem resolving report:</b> 30%</p> <p><b>Trabalho de Investigação   Research work:</b></p> <p><b>Trabalho de síntese   Synthesis work:</b></p>

**Trabalho laboratorial ou de campo | Fieldwork or laboratory work:**

**Outra | Other:**

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

Chapra, S. C., Canale, R. P., Numerical methods for engineers, 7th Ed., NY: McGraw Hill, 2015

Bathe, K.-J., Finite Element Procedures, Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall, 1996

Stoer, J, Bulirsch, R., Introduction to numerical analysis, 2nd Ed., NY: Springer, 1993

Ferziger, J. H., Peric, M., "Computational methods for fluid dynamics", Springer, 1996

F. Teixeira-Dias, J. Pinho-da-Cruz, R.A. Fontes Valente, R.J. Alves de Sousa (2010), Método dos Elementos Finitos – Técnicas de Simulação Numérica em Engenharia, ETEP.