

NCE/19/1901010 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade Do Porto

1.1.a. Outra(s) Instituição(ões) de Ensino Superior (proposta em associação):

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):

Faculdade De Engenharia (UP)

1.2.a. Outra(s) unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.) (proposta em associação):

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Engenharia Mecânica

1.3. Study programme:

Mechanical Engineering

1.4. Grau:

Licenciado

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Engenharia Mecânica

1.5. Main scientific area of the study programme:

Mechanical Engineering

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):

521

1.6.2 Classificação CNAEF – segunda área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:

<sem resposta>

1.6.3 Classificação CNAEF – terceira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos), se aplicável:

<sem resposta>

1.7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:

180

1.8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto):

6 semestres

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 65/2018, of August 16th):

6 semesters

1.9. Número máximo de admissões:

315

1.10. Condições específicas de ingresso.

Para acesso ao LiEM, através do Concurso Nacional de Acesso, é necessário:

- Ser titular de um curso de ensino secundário ou de habilitação legalmente equivalente;
- Ter realizado os exames nacionais correspondentes às provas de ingresso exigidas para o ciclo de estudos (CE), definidas pela FEUP, de acordo com a legislação em vigor. Mais concretamente, as provas atualmente exigidas são o exame de Matemática A e o exame Física e Química;
- Ter obtido em cada uma das provas de ingresso a classificação mínima fixada;
- Ter obtido, na nota de candidatura, a classificação mínima fixada.

Para além do regime acima referido podem verificar-se ainda ingressos através dos seguintes concursos: Regimes Especiais, Concurso Especial de Acesso e Ingresso para Estudantes Internacionais, Reingresso, Mudança de Par Instituição/Curso, Concursos Especiais (Maiores de 23, CET-Cursos de Especialização Tecnológica, Titulares de Outros Cursos Superiores, Titulares de Diploma de Curso Técnico Superior Profissional).

1.10. Specific entry requirements.

To access the Degree in Mechanical Engineering (LiEM) through the National Access Competition, it is necessary:

- To hold a secondary education course or some legally equivalent qualification;
- To have carried out the national exams required for the cycle of studies (CE), defined by FEUP, according to the national legislation. More specifically, currently, the Mathematics A and the Physics and Chemistry exams are required;
- To have obtained the minimum classification required for each exam;
- To have obtained the minimum classification required for the application.

In addition to the aforementioned regime, the following competitions may also exist to access the LiEM: Special Regimes, Special Access and Admission Competition for International Students, Re-entry, Change of Institution / Course Pair, Special Competitions (Over 23, CET-Courses of Technological Specialization, Holders of Other Higher Education Courses, Holders of Higher Professional Technical Course Diploma).

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

1.11.1. If other, specify:

<no answer>

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Faculty of Engineering, University of Porto

1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):

[1.13._Regulamento_no_42_2019.pdf](#)

1.14. Observações:

O 1º ciclo de estudos em Engenharia Mecânica (LiEM) é assumidamente de banda larga e não profissionalizante, conciliando: uma formação cuidada nas ciências básicas e uma formação abrangente nas grandes áreas científicas da Engenharia Mecânica; uma componente laboratorial/experimental e computacional elevada; o desenvolvimento de competências transversais; a realização de projetos em ambiente académico, de investigação ou empresarial, nomeadamente um Projeto Integrador.

1.14. Observations:

The 1st cycle of studies in Mechanical Engineering (LiEM) is a broadband and non-professionalizing degree, combining: thorough training in the basic sciences and comprehensive training in the major scientific areas of Mechanical Engineering; significant laboratory / experimental and computational components; development of transversal skills; projects in academic, research or industrial environment, namely an Integrative Project.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho Científico da FEUP

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FEUP

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Ofício_Criação_CC_LiEM.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da FEUP

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FEUP

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Oficio_Criação CP LiEM.pdf](#)

Mapa I - Reitor da Universidade do Porto

2.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade do Porto

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):

[2.1.2._Aprovacao Reitoral LiEM.pdf](#)

3. Âmbito e objetivos do ciclo de estudos. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da instituição

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O 1º ciclo de estudos em Engenharia Mecânica (LiEM) é um ciclo de estudo de banda larga, de assumidamente não profissionalizante, conciliando:

- *Uma formação cuidada nas ciências básicas, nomeadamente na Matemática, Física e Desenho técnico;*
- *Uma formação abrangente nas grandes áreas científicas da Engenharia Mecânica, com ênfase especial nas áreas da Mecânica dos Sólidos e das Estruturas, da Mecânica dos Fluidos, da Termodinâmica e da Transferência de Calor, da Eletricidade e da Automação, dos Materiais e Processos Tecnológicos, e da Gestão da Produção;*
- *Uma componente laboratorial e computacional elevada;*
- *O desenvolvimento de competências transversais;*
- *Realização de projetos em ambiente académico, de investigação ou empresarial.*

3.1. The study programme's generic objectives:

The 1st cycle of studies in Mechanical Engineering (LiEM) is a broadband, non-professionalizing degree, combining:

- *Careful training in the basic sciences, namely in mathematics, physics and technical drawing;*
- *Comprehensive training in the major scientific areas of Mechanical Engineering, with particular emphasis on Solid and Structural Mechanics, Fluid Mechanics, Thermodynamics and Heat Transfer, Electricity and Automation, Materials and Technological Processes, and Production Management;*
- *Significant laboratory and computational components;*
- *Development of transversal skills;*
- *Realization of projects in academic, research or industrial environment.*

3.2. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes:

- *Aquisição de conhecimentos em ciências básicas, nomeadamente na Matemática, Física e Desenho técnico;*
- *Aquisição de conhecimentos nas grandes áreas científicas da Engenharia Mecânica, nomeadamente na Mecânica dos Sólidos e das Estruturas, Mecânica dos Fluidos, Termodinâmica e Transferência de Calor, Eletricidade e da Automação, Materiais e Processos Tecnológicos, e Gestão da Produção;*
- *Aquisição de competências e experiência na utilização de meios informáticos e de programação para aplicação nas diferentes áreas da Engenharia Mecânica;*
- *Aquisição de competências para comunicação e interação com diferentes audiências;*
- *Desenvolvimento de capacidades de trabalho em equipas multidisciplinares, com integridade pessoal e ética profissional;*
- *Aquisição de competências necessárias para enveredar por estudos de segundo ciclo oferecidos em termos nacionais e internacionais;*
- *Desenvolvimento de competências pessoais.*

3.2. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be developed by the students:

- *Acquisition of knowledge in basic sciences, namely in Mathematics, Physics and Technical Design;*
- *Acquisition of knowledge in the major scientific areas of Mechanical Engineering, namely Solid and Structural Mechanics, Fluid Mechanics, Thermodynamics and Heat Transfer, Electricity and Automation, Materials and Technological Processes, and Production Management;*
- *Acquisition of skills and experience in the use of computer and programming resources for application in different areas of Mechanical Engineering;*
- *Acquisition of skills for communication and interaction with different audiences;*
- *Development of working skills in multidisciplinary teams, with personal integrity and professional ethics;*
- *Acquisition of the required skills to pursue second cycle studies offered at both national and international levels;*
- *Development of personal skills;*

3.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa, face à missão institucional e,

designadamente, ao projeto educativo, científico e cultural da instituição:

A missão da FEUP desenvolve-se essencialmente nas áreas da engenharia e afins, tendo como dimensões principais a formação académica, as atividades de investigação, de desenvolvimento e de inovação, em estreita ligação com as formações de segundo e principalmente de terceiro ciclo e, ainda, as atividades da terceira missão da Universidade, que incluem a transferência de conhecimento e tecnologia, a prestação de serviços, a oferta de formação contínua, a participação na discussão de políticas nacionais e o envolvimento na vida económica, cultural e social da região e do país.

Deve ver-se como parte integral dessas dimensões, na sua complementaridade, a formação cultural, cívica e humanista da Comunidade FEUP, a valorização da envolvente e do património e a preservação da memória da instituição.

O 1º ciclo de estudos em Engenharia Mecânica (LiEM) revê-se completamente nesta missão, ao formar licenciados de banda larga, com elevados conhecimentos em ciências básicas e formação abrangente nas grandes áreas científicas da Engenharia Mecânica, capazes de enveredar por estudos de segundo ciclo oferecidos em termos nacionais e internacionais. Para isso, confere aos seus estudantes competências variadas, técnicas e pessoais.

Seguem-se alguns dos objetivos da FEUP e comentários de enquadramento da LiEM.

- Assumir liderança nacional e internacional em políticas de educação em engenharia:

A LiEM promove a excelência da qualificação dos seus graduados.

- Promover a melhoria dos resultados de avaliação das Unidades de I&D sediadas na FEUP:

A LiEM beneficia de excelente qualidade científica do corpo docente do DEMec e do DEGI.

- Promover sinergias e cooperação em áreas estratégicas:

A LiEM mantém relações com empresas e institutos nacionais de I&D em vários aspetos, nomeadamente ao nível da colaboração dos seus docentes e de projetos desenvolvidos por estudantes no contexto de UC's, assim como em trabalhos extracurriculares.

- Manter a organização de eventos e iniciativas nacionais e internacionais de divulgação nacional da atividade da FEUP e de fomento da cooperação internacional em temas de empregabilidade, mobilidade, empreendedorismo e inovação:

A LiEM tem uma postura ativa de divulgação ao grande público, com ênfase no ensino secundário, com os eventos "Semana Profissão Engenheiro", "Mostra da UP", receção de visitantes com visitas/demonstrações laboratoriais, visitas a escolas secundárias, etc.

3.3. Insertion of the study programme in the institutional educational offer strategy, in light of the mission of the institution and its educational, scientific and cultural project:

FEUP's main mission involves engineering and its related areas, having the academic education, the research, development and innovation activities as its main goals. This is in close connection with the second and, mainly, third cycles of studies, not disregarding the activities of the University's third mission, which include knowledge and technology transfer, provision of services and continuing education, participation in the discussion of national policies and involvement in the economic, cultural and social life of its region and neighbor regions.

As an integral part of these dimensions, complementarity should be seen in the cultural, civic and humanistic education of the FEUP Community, the enhancement of its surroundings and heritage, and the preservation of the institution's memory.

The 1st cycle of studies in Mechanical Engineering (LiEM) is in accordance with this mission, by graduating broadband students with high knowledge in basic sciences and comprehensive training in the major scientific areas of Mechanical Engineering, able to pursue second cycle studies offered both nationally and internationally. To do so, it provides its students with a wide and varied technical and personal skills.

Listed below are some of FEUP's objectives and context comments for LiEM.

- Take national and international leadership in engineering education policies:

LiEM promotes excellence in the qualification of its graduates.

- Promote the improvement of evaluation results of R&D units based at FEUP:

LiEM benefits from the excellent scientific quality of DEMec and DEGI teachers.

- Promote synergies and cooperation in strategic areas:

LiEM maintains relationships with companies and national R&D institutes in various aspects, namely in terms of collaboration of its teachers and projects developed by students in the context of courses, as well as in extracurricular work.

- Maintain the organization of national and international events and initiatives for national dissemination of FEUP's activity and for fostering international cooperation on employability, mobility, entrepreneurship and innovation:

LiEM has an active posture of dissemination to the general public, with emphasis on secondary education, with the events "Week Profession Engineer", "UP Show", reception of visitors with visits / laboratory demonstrations, visits to secondary schools, etc.

4. Desenvolvimento curricular**4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)**

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation (if applicable)

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o Branches, options, profiles, major/minor or other

ciclo de estudos se estrutura:

N/A

forms of organisation:

N/A

4.2. Estrutura curricular (a repetir para cada um dos percursos alternativos)

Mapa II - N/A

4.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

N/A

4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

N/A

4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Matemática / Mathematics	M	24	0	
Desenho, Conceção e Fabrico / Drawing, Design and Manufacture	DCF	28.5	0	
Fluidos e Energia / Fluids and Energy	FEN	30	0	
Mecânica Aplicada / Applied Mechanics	MECAP	30	0	
Materiais / Materials	Mat	16.5	0	
Automação / Automation	AUT	18	0	
Gestão / Management	G	9	0	
Métodos Computacionais / Computational Methods	MTDCOM	12	0	
Desenvolvimento Pessoal / Personal Development	DP	3	0	
Desenvolvimento pessoal/Competências Transversais/Transferíveis/Qq área científica UP/Personal Development/Transferable Skills/Any scientific area UP	DP/CTT/QACUP	0	3	
Qualquer área científica LEM / Any scientific área of LEM	QACLEM	6	0	
(11 Items)		177	3	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - - - 1º Semestre / 1st semester

4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):

-

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º Semestre / 1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Organização e Gestão de Empresas / General Management	G	Semestral	121.5	TP - 39	4.5	
Ciência dos Materiais / Materials Science	Mat	Semestral	162	TP - 26 PL - 19,5	6	
Desenho Técnico / Technical Drawing	DCF	Semestral	162	TP - 13 PL - 39	6	
Álgebra Linear e Geometria Analítica / Linear Algebra and Analytical Geometry	M	Semestral	162	TP - 65	6	
Análise Matemática I / Mathematical Analysis I	M	Semestral	162	TP - 58,5	6	
Projeto FEUP/Project FEUP	DP	Semestral	40.5	T: 3 TP - 10	1.5	

(6 Items)

Mapa III - - - 2º semestre / 2nd semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

-

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*2º semestre / 2nd semester***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica I / Mechanics I	MECAP	Semestral	162	TP – 52	6	
Termodinâmica I / Thermodynamics I	FEN	Semestral	162	TP – 52	6	
Desenho de Construção Mecânica / Mechanical Engineering Drawing	DCF	Semestral	121.5	TP – 13 PL – 39	4.5	
Programação de Computadores I / Computer Programming I	MTDCOM	Semestral	162	T – 13 PL – 39	6	
Análise Matemática II / Mathematical Analysis II	M	Semestral	162	TP – 58,5	6	
Introdução à Engenharia Mecânica / Introduction to Mechanical Engineering	DP	Semestral	40.5	T – 13	1.5	

(6 Items)

Mapa III - - - 3º semestre / 3rd semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

-

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*3º semestre / 3rd semester***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica II / Mechanics II	MECAP	Semestral	162	TP – 52	6	
Termodinâmica II / Thermodynamics II	FEN	Semestral	162	TP – 52	6	
Materiais Metálicos / Metallic Materials	Mat	Semestral	162	T – 26 PL – 26	6	
Análise Numérica / Numerical Analysis	MTDCOM	Semestral	162	TP – 26 PL – 19,5	6	
Análise Matemática III / Mathematical Analysis III	M	Semestral	162	TP – 58,5	6	

(5 Items)

Mapa III - - - 4º semestre / 4th semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

-

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*4º semestre / 4th semester***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica dos Sólidos / Solid Mechanics	MECAP	Semestral	162	TP – 52	6	
Mecânica dos Fluidos I / Fluid Mechanics I	FEN	Semestral	162	TP – 52	6	
Materiais Não-Metálicos / Non Metallic Materials	Mat	Semestral	121.5	T - 26 PL - 26	4.5	
Eletricidade / Electricity	AUT	Semestral	162	TP – 39 PL – 19,5	6	
Conceção e Fabrico Assistidos por Computador / Computer Aided Design and Manufacturing	DCF	Semestral	162	TP – 19,5 PL – 26	6	
Competências Transversais / Transferable Skills	DP/CTT/QACUP	Semestral	40.5	depende da UC selecionada	1.5	Optativa Para efeitos de cálculo, estimamos 13 horas de contacto

(6 Items)**Mapa III - - - 5º semestre / 5th semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

-

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*5º semestre / 5th semester***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica das Estruturas / Structural Mechanics	MECAP	Semestral	162	TP – 52	6	
Mecânica dos Fluidos II / Fluid Mechanics II	FEN	Semestral	162	TP – 52	6	
Processos de Fabrico I / Manufacturing Processes I	DCF	Semestral	162	T – 26 PL – 26	6	
Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos / Fluid Power Systems	AUT	Semestral	162	TP – 39 PL – 19,5	6	
Estatística / Statistics	G	Semestral	121.5	TP – 39 PL – 6,5	4.5	
Competências Transversais / Transferable Skills	DP/CTT/QACUP	Semestral	40.5	depende da UC selecionada	1.5	Optativa Para efeitos de cálculo, estimamos 13 horas de contacto

(6 Items)**Mapa III - - - 6º semestre / 6th semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

-

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):

-

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:*6º semestre / 6th semester***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Órgãos de Máquinas / Machine Elements	MECAP	Semestral	162	TP – 58,5	6	
Transferência de Calor / Heat Transfer	FEN	Semestral	162	TP – 58,5	6	
Processos de Fabrico II / Manufacturing Processes II	DCF	Semestral	162	T – 19,5 PL – 32,5	6	
Automação Industrial / Industrial Automation	AUT	Semestral	162	TP – 39 PL – 19,5	6	
Projeto Experimental & Computacional / Experimental & Computational Project (5 Items)	QACLEM	Semestral	162	PL – 13	6	

4.4. Unidades Curriculares**Mapa IV - ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA ANALÍTICA****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA ANALÍTICA***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Linear Algebra and Analytical Geometry***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***M (Matemática)***4.4.1.3. Duração:***Semestral (13 semanas)***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***5 TP***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Trigonometria, funções reais a uma variável real, geometria analítica plana, sistemas de equações lineares e lógica.***4.4.1.7. Observations:***The student must be acquainted with basic notions on trigonometry, real functions, plane analytic geometry, systems of linear equations and logic operations.***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José Augusto Trigo Barbosa, 130 horas TP (4 turmas) e Cristina M.C. F.F. M. Guedes, 65 horas TP(4 t)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Docentes a contratar, 65 horas TP (4 turmas).***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final do período letivo os estudantes devem ser capazes de:**a) Conhecer as operações com vetores;*

- b) Definir espaço linear, subespaço linear, espaço euclidiano, combinação linear e (in)dependência linear de vetores;
- c) Obter uma base e a dimensão de um espaço linear;
- d) Definir reta e plano e conhecer as suas propriedades;
- e) Conhecer as operações com matrizes e suas propriedades; definir característica de uma matriz;
- f) Definir matriz não singular e conhecer as suas propriedades;
- g) Definir o determinante de uma matriz e conhecer as suas propriedades;
- h) Analisar e resolver sistemas de equações lineares (método de Gauss);
- i) Definir transformação linear e conhecer as suas propriedades;
- j) Operar com transformações lineares recorrendo à álgebra matricial;
- k) Definir matriz mudança de base e aplicá-la a problemas de mudanças de base;
- l) Definir matrizes semelhantes e conhecer as suas propriedades;
- m) Obter valores/vetores próprios de transformações lineares e conhecer as suas propriedades.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

At the end of this, students should be capable of:

- a) Knowing vector algebraic operations;
- b) Define vector space, vector subspace, euclidian subspace, linear combination and linear independence of vectors;
- c) Define a basis and dimension of vector space;
- d) Define line and plane and knowing properties;
- e) Knowing matrix operations, properties and operations; define the rank of a matrix;
- f) Define nonsingular matrix and knowing properties;
- g) Define determinant of a matrix, properties and calculate it;
- h) Analyse and solve linear systems of equations;
- i) Define linear transformations and knowing properties;
- j) Define change-of-basis matrix and apply it to vector spaces and linear transformations;
- k) Define similar matrices and knowing properties;
- l) Calculate eigenvalues and eigenvectors of linear transformations and knowing properties.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Operações algébricas com vetores.

Definição de espaço linear; subespaços lineares. Independência e dependência linear. Bases e dimensão.

Produto interno. Espaços euclidianos.

Produto vetorial e produto misto. Estudo da reta e do plano em R^n . Vetores normais a planos e aplicações geométricas em R^3 .

Espaço linear de matrizes. Produto de matrizes. Matriz inversa de uma matriz. Característica de uma matriz.

Matrizes semelhantes. Matrizes de mudança de base.

Estudo dos determinantes. Método de condensação e Teorema de Laplace. Inversão de matrizes usando o determinante.

Estudo dos sistemas de equações lineares. Método de eliminação de Gauss. Regra de Cramer.

Transformações lineares. Operações algébricas com transformações lineares. Transformações lineares injetivas.

Representação matricial. Isomorfismo entre transformações lineares e matrizes.

Valores próprios e vetores próprios de transformações lineares. Diagonalização da representação matricial de uma transformação linear.

4.4.5. Syllabus:

The vector space of n -uples of real numbers. The dot product.

The linear span of a finite set of vectors. Linear (in)dependence. Bases and dimension in vector spaces.

The cross product. The scalar triple product. Lines and planes in n -space; properties. Normal vectors to planes.

Geometric applications to three-dimensional space.

Matrices; algebraic operations. Square matrices: definitions and special properties. Rank of a matrix. Inverse of a square matrix.

Determinants; definition and properties. Computation of determinants.

Systems of linear equations; Gauss method. Cramer's rule.

Inner products. Euclidean spaces.

Linear transformations; definition. Algebraic operations. Inverses. One-to-one linear transformations. Matrix representation of linear transformations.

Matrices representing the same linear transformation. Similar matrices.

Eigenvalues and eigenvectors; definition and properties. Linear transformations with similar diagonal matrix representations.

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

A unidade curricular tem dois objetivos fundamentais: por um lado, tratando-se de uma unidade curricular propedêutica tem um carácter didático/científico, promovendo o desenvolvimento do raciocínio lógico e de métodos de análise e, por outro, visa introduzir e desenvolver em termos teóricos um conjunto de conceitos que serão ferramentas essenciais para apoio às unidades curriculares mais específicas dos diferentes ramos da Engenharia lecionados no DEMec. São introduzidos conceitos fundamentais sobre Álgebra Linear, Álgebra Vetorial e Geometria Analítica, que são essenciais para a formação matemática de um estudante de Engenharia.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This course unit aims the promotion of logical reasoning, methods of analysis and the theoretical development of mathematical concepts is fundamental to support the study of the majority of course units along this programme of

studies.

This course unit aims to introduce the basic fundamental concepts of Linear Algebra, Vector Algebra and Analytic Geometry.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas são expostos os conceitos teóricos referidos nos conteúdos da unidade curricular; são apresentados exemplos de aplicação. Sugere-se aos estudantes a resolução de exercícios que constam na bibliografia obrigatória.

Carga horária semanal – 5,5h TP

Horas totais previstas – 71,5h

Estudo autónomo – 90,5h

Atendimento aos alunos (horário a definir por cada docente).

No processo de Avaliação Distribuída o estudante deve efetuar duas provas escritas. Cada prova é constituída por uma parte teórica (20% da cotação total) e por uma parte teórico-prática. A classificação final é a média das classificações obtidas nestas provas.

A obtenção de aprovação exige, para além do exposto no art. 4º do READ-FEUP, a obtenção de uma classificação não inferior a 5,5 valores em qualquer uma das provas efetuadas.

No final do semestre o estudante pode realizar uma prova de reavaliação para melhorar a classificação obtida; esta prova é restrita aos estudantes que tenham obtido frequência.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes: detailed exposition of the program of the discipline illustrated by application examples. The students must apply the theoretical concepts in the resolution of several exercises that can be found in the proposed literature.

Weekly workload – 5,5h TP

Estimated total hours – 71,5h

Autonomous study – 90,5h

Attendance to students (Schedule to be defined by each teacher).

The student must attend to two written exams. Final mark will be based on the average grade of the two exams.

According to Art. 4 of General Evaluation Rules of FEUP, a student in order to pass the course must earn a grade of five point five out of twenty or better in each of the exams.

At the end of the semester students will be able to attend a new exam in order to improve their final grade. Only students who got admission to exam can attend this exam.

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

A unidade curricular funciona no regime de quatro aulas teórico-práticas por semana: três aulas com a duração de 1,5h e uma aula com a duração de 1h. Numa das aulas com a duração de 1,5h será proposto aos estudantes a resolução de exercícios envolvendo os conteúdos teóricos ministrados. Nas restantes três aulas o docente fará a exposição teórica dos conteúdos, complementando-a, sempre que possível, com a resolução de breves exemplos de aplicação.

Durante o semestre cada docente disponibilizará um horário de atendimento semanal aos seus estudantes. Nas épocas de provas de avaliação os períodos de atendimento serão reforçados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit operates on the basis of four theoretical-practical classes per week: three classes lasting 1.5 hours and one class lasting 1 hour. In one of the classes lasting 1.5 hours, students will be asked to solve exercises involving the theoretical contents taught. In the remaining three classes, the teacher will make a theoretical presentation of the contents, complementing it, whenever possible, with the resolution of brief application examples.

During the semester each teacher will provide a weekly service Schedule to their students. During periods of evaluation tests, the attendance periods will be reinforced.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

Barbosa, José Augusto Trigo Barbosa (2012). Noções sobre álgebra linear, FEUPedições. ISBN: 978-972-752-142-5.

Barbosa, José Augusto Trigo Barbosa (2011). Noções sobre matrizes e sistemas de equações lineares, FEUPedições. ISBN: 978-972-752-137-1.

Barbosa, José Augusto Trigo Barbosa (2018). Noções sobre Geometria Analítica e Análise Matemática, Efeitos Gráficos. ISBN: 978-989-99559-7-4.

Notas da Unidade Curricular:

Barbosa, José Augusto Trigo Barbosa. Apontamentos de apoio às aulas teóricas da unidade curricular.

Guedes, Cristina Faria M.. Apontamentos da unidade curricular (Aulas Teóricas).

Bibliografia adicional:

Anton, Howard, Bivens, Irl, Davi, Stephen (2005). Elementary linear algebra, John Wiley & Sons Inc.. ISBN: 0-471-48273-0.

Apostol, Tom M. (1967). Calculus, vol. I. John Wiley & Sons Inc.. ISBN: 0-471-00005-1.

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*ANÁLISE MATEMÁTICA I***4.4.1.1. Title of curricular unit:***MATHEMATICAL ANALYSIS I***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***M***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***58,5 TP***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:**

Conhecimentos matemáticos propedêuticos exigíveis para o ensino superior. Funções e gráficos. Os conceitos de limite e de continuidade de uma função num ponto. A derivada de uma função real de variável real. Regras da derivação.

4.4.1.7. Observations:

Mathematical knowledge required for higher education. Functions and graphs. The concepts of limit and continuity of a function at a point. The derivative of a real function of a real variable. Rules for calculation of derivatives.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Carlos Alberto da Conceição António, 78 horas TP (4 turmas)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

*Luísa Maria Pimenta Abreu Costa Sousa, 78 horas TP (4 turmas)
Catarina Rosa Santos Ferreira de Castro, 58,5 horas TP (4 turmas)
Sónia Isabel Silva Pinto, 19,5 horas TP (4 turmas)*

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Os estudantes devem adquirir conhecimentos do cálculo diferencial e integral de funções reais de variável real e suas aplicações,

- 1. Saber as regras da derivação e calcular diferenciais de funções de uma variável.*
- 2. Obter a aproximação polinomial de funções reais de variável real pelos Polinómios de Taylor c/ noção do erro cometido.*
- 3. Construir as séries de Taylor a partir do polinómio respetivo.*
- 4. Analisar a convergência de séries numéricas.*
- 5. Usar os Teoremas Fundamentais do Cálculo como elo entre integral definido, integral indefinido e primitiva.*
- 6. Calcular integrais por substituição e por partes.*
- 7. Calcular áreas em coordenadas cartesianas e polares.*
- 8. Calcular volumes por integração.*
- 9. Calcular primitivas de frações racionais algébricas e expressões racionais trigonométricas.*
- 10. Calcular primitivas de expressões irracionais por substituição trigonométrica.*
- 11. Calcular integrais impróprios.*
- 12. Resolver equações diferenciais de primeira ordem.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Students should be acquire knowledge on the differential and integral calculus of real functions of real variable and on some of its applications,

- 1. Know the rules of derivatives and differentials of functions of a variable.*
- 2. Obtain the polynomial approximation of real functions with a variable by Taylor Polynomials with the notion of the error.*
- 3. Construct the Taylor series from the respective polynomial.*
- 4. Analyze the convergence of the numerical series.*
- 5. Use the Fundamental Theorems of Calculus as the link between definite integral, indefinite integral and primitive.*

6. Calculate integrals by substitution and by parts.
7. Calculate areas in Cartesian and polar coordinates.
8. Calculate volumes by integration.
9. Calculate primitives of rational algebraic fractions and rational trigonometric expressions.
10. Calculate primitives of irrational expressions by trigonometric substitution.
11. Calculate improper integrals.
12. Solve the first order differential equations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A. Cálculo diferencial em R: Definição de derivada, regras de derivação da função composta e da função inversa. Aplicações. Teorema dos Acréscimos Finitos (Lagrange). Diferenciais de funções de uma variável. Regras de cálculo. Aproximação Polinomial. Polinómios de Taylor e fórmula de Taylor com resto; aplicações. Série de Taylor como limite dos polinómios de Taylor. Séries numéricas: propriedades das séries, critérios de convergência, séries alternadas. Breve referência às séries de funções. Intervalo de convergência.

B. Integral de Riemann em R, sua definição para funções reais de variável real e propriedades. Teoremas do valor médio para integrais. Teoremas Fundamentais do Cálculo. Conceito de Primitiva. Primitivação por substituição e por partes. Aplicações do integral ao cálculo de áreas em coordenadas cartesianas e polares e ao cálculo de volumes. Primitivação de frações racionais algébricas. Primitivação de expressões racionais trigonométricas.

4.4.5. Syllabus:

A. Differential Calculus in R: Definition of derivatives, chain rule and derivative of inverse function. Review of fundamentals of differentiation. The mean-value theorem for derivatives. Polynomial approximations to functions: Taylor's polynomials and Taylor's formula with remainder. The Taylor series. Numerical series: properties, convergence criteria, alternating series. Reference of functional series and convergence interval.

B. Integral Calculus in R: Riemann sums and the integral: Definition and properties. Mean-value theorem for integrals. Fundamental theorems of calculus. Primitive functions and integration by substitution and by parts. Areas of plane regions by integrals calculation. Polar coordinates and area calculation. Volume calculations by the method of cross sections. Integration by rational partial fractions. Rational trigonometric integrals.

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

O objetivo essencial desta UC é fornecer aos estudantes os conceitos e técnicas de cálculo e análise de funções de uma variável.

Assim os conteúdos programáticos definidos em A permitem atingir os objetivos de aprendizagem mencionados anteriormente de 1 a 4, enquanto que o programa descrito em B permite atingir os objetivos 5 a 10. Finalmente, o conteúdo programático definido em C satisfazem os objetivos 11 e 12.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The essential objective of this UC is to provide students with the concepts and techniques of calculation and analysis of functions of a variable.

Thus, the program contents defined in A allow to achieve the learning objectives mentioned above from 1 to 4, while the program described in B allows to reach objectives 5 to 10. Finally, the program content defined in C satisfies objectives 11 and 12.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

PT Aulas apoiadas em diapositivos do conteúdo. Exemplos por tópico. Nas TPs os estudantes resolvem exercícios propostos. Carga semanal:4,5h TP; Horas totais:58,5h; Estudo:65 h; Preparação p/ exame:38,5h. Atendimento: horário a indicar. Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída (AD) sem exame final; Condições de Frequência: 1. Cumprir o Regulamento específico avaliação FEUP, artigo 7º assiduidade, 2. Realizar pelo menos 1 de 2 provas da AD c/ classificação ≥ 6 val.

Avaliação: 1º teste (T1), obrigatório, com peso de 50% na nota final; 2º teste (T2) exclusivo para estudantes c/ nota $T1 \geq 6$ val, só inclui a matéria posterior a T1, com peso de 50%; exame final (EF) toda a matéria, simultâneo c/ T2, obrigatório p/ estudantes c/ < 6 val. em T1, qualquer pode optar por EF. Exame recurso (ER) sobre toda a matéria, para estudantes sem 10val., T1 ou T2, ou sem média de 10 val. ou no EF. Provas de 2 h. Classificação final (CF): $CF = (T1+T2)/2$ desde que $T1 \geq 6$ e $T2 \geq 6$ ou $CF = EF$ ou $CF = ER$

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures supported by slides on the content of the course (UC). The presentation of each chapter includes examples of application. In practical classes are solved exercises.

Lessons p/ week- 4,5h TP; Scheduled total:58,5h; Study:65h; Exam preparation:38,5h; Students attendance will be indicated.

Type of evaluation: Distributed Evaluation (DE) without final examination. Terms of frequency: 1. Comply with FEUP assessment rules of students (Attendance); 2. Carry at least 1 of 2 tests of DE with rating ≥ 6 values.

Evaluation: 1st test (T1), mandatory and weighting 50% final grade and UC content; 2nd test (T2) only for students with grade $T1 \geq 6$ (20), weighting 50%;

Final Exam (FE) on whole matter, simultaneously with T2, mandatory for students to score; Recursive Exam (ER) on whole matter, for students without minimum grade in T1 or T2, or without averaging 10 values in both tests or in EF.

Tests duration: 2 h. Final standings (CF): $CF = (T1+T2)/2$ if $T1 >$ and $T2 >= 6$, or $CF = EF$ or $CF = ER$.

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

A unidade curricular funciona no regime de três aulas teórico-práticas por semana com uma duração de 1,5h cada uma. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique na parte inicial à exposição de matéria teórica, logo seguida de um exemplo prático de aplicação resolvido pelo docente. Subsequentemente, serão propostos aos estudantes a resolução de problemas envolvendo os conteúdos teóricos já ministrados. Esta tipologia de aulas apresenta a vantagem da inexistência de hiatos entre a apresentação dos conceitos teóricos e a sua aplicação na resolução de problemas práticos

O atendimento aos estudantes por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit works in the regime of three theoretical-practical classes per week with a duration of 1,5h each. This typology of classes allows the teacher to devote himself in the initial part to the presentation of theoretical material, followed by a practical example of application solved by the teacher. Subsequently, the students will be offered the solution of problems involving the theoretical contents already given. This typology of classes presents the advantage of the absence of gaps between the presentation of theoretical concepts and their application in the resolution of practical problems.

The attendance to the students by the teachers exists throughout the semester at a pre-established time. At the test times, the teachers offer more extensive periods of service on previous days.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livros de referência:

Conceição António, C.A. (2017). Análise Matemática I - Conteúdo Teórico e Aplicações (edição aumentada). (edição em português). Porto: Efeitos Gráficos Unipessoal, Lta. ISBN: 978-989-99559-6-7.

Larson, R., Hostetler, R.P., Edwards, B.H. (2006). Cálculo. (8ª Ed.). (vol. 1). McGraw-Hill Interamericana. ISBN: 85-86804-56-8.

Larson, R., Hostetler, R.P., Edwards, B.H. (2006). Cálculo. (8ª Ed.). (vol. 2). McGraw-Hill Interamericana. ISBN: 85-86804-82-7.

António, C.C., Castro, C.F., Sousa, L.C. (2019). Exercícios propostos para as aulas práticas de AM I. (Página da unidade curricular). <http://www.fe.up.pt>.

Alves de Sá, A., Louro, e B. (2008). Sucessões e Séries, Teoria e Prática. Escolar Editora, ISBN: 978-972-592-238-5,

Alves de Sá, A., Louro, e B. (2008). Sucessões e séries, Escolar Editora. ISBN: 978-972-592-222-4.

Mapa IV - ANÁLISE MATEMÁTICA II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

ANÁLISE MATEMÁTICA II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

MATHEMATICAL ANALYSIS II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

58,5 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

*Análise Matemática: Derivação e integração de funções de uma variável real.
Série de Taylor e fórmula de Taylor com resto.
Álgebra Linear e Geometria Analítica: Cálculo vetorial e matricial.*

4.4.1.7. Observations:

*Mathematical Analysis – derivative and integration of real functions of one real variable
Taylor series and Taylor formula with remainder.
Linear Algebra and Analytic Geometry – vectorial and matrix calculus*

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Carlos Alberto da Conceição António 78h TP (4 t) Maria Teresa C. Dias Arede 58,5h TP (4 t)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

*Maria Luísa Romariz Madureira – 39h TP (4 turmas)
Catarina Rosa Santos Ferreira de Castro – 58,5h TP. (4 turmas)*

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Adquirir conhecimentos teóricos e práticos sobre o cálculo diferencial e integral de funções reais e vetoriais de uma ou várias variáveis. No fim do período letivo os estudantes devem ser capazes de Representar parametricamente curvas em R^2 e R^3 e determinar vetores tangentes, normais, comprimento de arco e curvatura. Calcular integrais de linha ao longo de curvas. Discutir limites e a continuidade de funções de n variáveis. Calcular derivadas parciais e direcionais para campos escalares e vetoriais e construir o vetor gradiente e a matriz jacobiana. Calcular derivadas de funções compostas e de funções definidas implicitamente. Determinar extremos livres de funções de duas ou três variáveis e extremos condicionados com uma ou duas restrições, pelo método dos multiplicadores de Lagrange. Calcular integrais duplos sobre regiões limitadas de R^2 , em coordenadas cartesianas e em coordenadas polares e integrais triplos sobre regiões limitadas de R^3 , em coordenadas cartesianas, cilíndricas e esféricas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

*ENG Development of the reasoning capacity of students and knowledge of essential mathematical concepts. At the end of the semester students should be able to:
Obtain parametric representation of curves in R^n , the tangent and normal vector, arc length and the curvature. Calculate line integrals. Discuss limits and continuity of several variables functions. Calculate partial and directional derivatives of scalar and vector fields, the gradient vector and the jacobian matrix. Calculate the derivatives of composite functions of scalar and vector fields, and of the implicitly defined functions. Obtain maximum and minimum of unconstrained functions of two variables and also of constrained functions, by the method of Lagrange multipliers. Calculate double integrals over limited regions of R^2 , in Cartesian and polar coordinates, and triple integrals over limited regions of R^3 in Cartesian, cylindrical and spherical coordinates.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Funções vetoriais de uma variável real. Parametrização e estudo de curvas em R^n . II. Noções topológicas do espaço R^n . Funções de R^n em R^m . Estudo de superfícies. Conceitos de limite e continuidade. III. Diferenciação de funções de R^n em R^m : derivadas parciais e direcionais; função diferenciável; gradiente e matriz jacobiana; derivação de funções compostas. Funções implícitas de uma ou mais variáveis. Fórmula de Taylor para funções reais de n variáveis. Extremos livres. Extremos condicionados: método dos multiplicadores de Lagrange. IV. Integral de linha sobre uma curva em R^n . V. Integral de Riemann sobre retângulos no plano; somas duplas de Riemann; teorema de Fubini; integrais duplos sobre regiões limitadas gerais. Integrais duplos em coordenadas polares. VI. Integral de Riemann sobre paralelepípedos em R^3 , integrais triplos sobre regiões limitadas gerais; integrais triplos em coordenadas cilíndricas e esféricas.

4.4.5. Syllabus:

Vector-valued functions of one real variable; parametric equations of a line in R^n . Applications to the geometry of curves. II. Introduction to surfaces in R^3 . General notions for real-valued and vector-valued functions of n variables. Introductory topological notions on R^n . Limits and continuity. III. Differentiation: partial and directional derivatives; gradient vector and Jacobian matrix; differentiability of functions of n variables. Differentiation of composite functions and of functions defined implicitly. Taylor's formula for scalar functions of n variables. Extrema of scalar functions of n variables; constrained extrema and Lagrange multipliers. IV. Line integrals for scalar and vector functions. V. Double integrals over a rectangle and over more general regions in R^2 . Fubini's theorem. Double integrals in polar coordinates. VI. Triple integrals over rectangular parallelepiped and more general regions in R^3 . Triple integrals in cylindrical and spherical coordinates.

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

*O objetivo essencial desta UC é fornecer aos estudantes os conceitos e técnicas de cálculo e análise de funções de várias variáveis
Assim os conteúdos programáticos de I, II e VI permitem atingir os objetivos de aprendizagem mencionados anteriormente de 1 a 5, enquanto que o programa descrito em III, IV, V e VII permite atingir os objetivos 6 e 7.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The essential objective of this UC is to provide students with the concepts and techniques of calculation and analysis of functions of a variable.

Thus, the program contents defined in I, II and VI allow to achieve the learning objectives mentioned above from 1 to 5, while the program described in III, IV, V and VII allows to reach objectives 6 and 7.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas consistem em exposições apoiadas em diapositivos sobre o conteúdo da unidade curricular (UC). São apresentados com frequência exemplos de aplicação especialmente no fim de cada tópico. Nas aulas teórico-práticas os estudantes resolvem exercícios constantes em folhas elaboradas para o efeito.

Carga horária semanal – 4,5h TP

Horas totais previstas – 58,5h

Estudo – 65 h

Preparação para exames – 38,5h

Atendimento aos estudantes (horário a indicar por cada docente).

A avaliação consiste em dois testes parcelares a realizar em abril e em junho, com um peso individual de 50% na classificação final. Cada teste avalia aproximadamente 50% do programa previsto. Em cada teste é exigida uma nota mínima de 8,0 valores. Em alternativa ao 2º teste, os estudantes que não obtiveram nota mínima no 1º teste ou que assim o desejem, poderão realizar um Exame Final com toda a matéria.

Ao exame de recurso terão acesso todos os estudantes.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lectures consist of exhibitions supported by slides on the content of the course (UC). The presentation of each chapter includes examples of application. In practical classes are solved exercises.

Lessons per week- 4,5h TP

Scheduled total hours – 58,5h

Study – 65h

Exam preparation – 38,5h

Attendance to students (time to be indicated by each teacher).

Type of evaluation: Distributed evaluation without final examination

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

A unidade curricular funciona no regime de três aulas teórico-práticas por semana com uma duração de 1,5h cada uma. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique na parte inicial à exposição de matéria teórica, logo seguida de um exemplo prático de aplicação resolvido pelo docente. Subsequentemente, serão propostos aos estudantes a resolução de problemas envolvendo os conteúdos teóricos já ministrados. Esta tipologia de aulas apresenta a vantagem da inexistência de hiatos entre a apresentação dos conceitos teóricos e a sua aplicação na resolução de problemas práticos.

O atendimento aos estudantes por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit works in the regime of three theoretical-practical classes per week with a duration of 1,5h each. This typology of classes allows the teacher to devote himself in the initial part to the presentation of theoretical material, followed by a practical example of application solved by the teacher. Subsequently, the students will be offered the solution of problems involving the theoretical contents already given. This typology of classes presents the advantage of the absence of gaps between the presentation of theoretical concepts and their application in the resolution of practical problems.

The attendance to the students by the teachers exists throughout the semester at a pre-established time. At the test times, the teachers offer more extensive periods of service on previous days.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia de referência

Larson, Hostetler & Edwards, (2006) Cálculo, McGraw-Hill Interamericana, Vol.2, Oitava edição

António, C. (2017), Apontamentos de Análise Matemática II, Publicados na AEFEP e nos conteúdos da unidade curricular no SIGARRA.

Arede, T. (2019) Apontamentos de Análise Matemática II, Publicados na AEFEP e nos conteúdos da unidade curricular no SIGARRA.

Exercícios Propostos e respetivas soluções - Publicados na AEFEP e nos conteúdos da unidade curricular no

SIGARRA.

Bibliografia adicional:

Marsden, Jerrold E.; "Vector Calculus", N. ISBN: 0-7167-1856-1,

Apostol, Tom M.; "Calculus", N. ISBN: 84-291-5001-3..

Notas da Unidade Curricular:

Carlos Conceição António, Teresa Arede ; Apontamentos de apoio às aulas teóricas e práticas da unidade curricular (documentos disponíveis nos conteúdos do Sigarra).

Exercícios Propostos e respetivas soluções - Publicados na AEFEP e nos conteúdos da unidade curricular no SIGARRA.

Mapa IV - ANÁLISE MATEMÁTICA III

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

ANÁLISE MATEMÁTICA III

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis III

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

58,5 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

Análise Matemática: Derivadas parciais, gradientes, integração dupla e tripla. Funções vetoriais.

Álgebra Linear e Geometria Analítica: Cálculo vetorial e matricial.

4.4.1.7. Observations:

Mathematical Analysis: Partial derivatives, gradients, double and triple integration. Vector functions.

Linear Algebra and Geometry: Vector and matrix calculus.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Maria Luísa R. Madureira, 78 h TP, (4 turmas) José Manuel Almeida César de Sá – 58,5h TP, (4 turmas)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Maria Teresa Coelho Dias Arêde— 58,5h TP, (4 turmas)

Alexandre Miguel Prior Afonso -39 h TP (4 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Nesta UC pretende-se que os estudantes dominem conceitos e técnicas de integração de equações diferenciais ordinárias (e de sistemas de equações diferenciais ordinárias), de modo a que aprendam a reconhecer uma equação diferencial (ou sistema) e resolvê-la usando essas técnicas. Pretende-se também que o aluno consiga resolver alguns problemas, quer de natureza física quer de natureza geométrica, pondo-os sob a forma de uma equação diferencial e determinando a sua solução, assim como dotar o aluno com os conhecimentos de cálculo diferencial e integral em espaços tridimensionais que permitam a sua utilização como ferramenta no estudo e resolução de problemas de engenharia. Os estudantes deverão ainda ficar habilitados a usar a representação e/ou aproximação de funções periódicas em séries de Fourier em variadas aplicações.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

In this course students are expected to know concepts and techniques for integrating ordinary differential equations (and systems of ordinary differential equations) so that they learn to recognize a differential equation (or system) and solve it using these techniques. It is also intended that the student can solve some problems, both physical and geometric, putting them in the form of a differential equation and determining its solution, as well as providing the student with the knowledge of differential and integral calculus. in three-dimensional spaces that allow its use as a tool in the study and resolution of engineering problems. Students should also be able to use the representation and / or approximation of periodic functions in Fourier series in various applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Equações Diferenciais Ordinárias de 1ª Ordem. Existência e unicidade da solução. Equações homogéneas. Equações diferenciais exatas e fator integrante. Equações diferenciais lineares e redutíveis a lineares. Equações diferenciais lineares de ordem n homogéneas e não homogéneas. Teoria geral e caso dos coeficientes constantes. Sistemas de equações diferenciais lineares de 1ª ordem homogéneos e não homogéneos. Teoria geral e caso dos coeficientes constantes. Transformada de Laplace. Aplicação à integração de equações diferenciais. Integrais de linha. Campos conservativos. Teoremas fundamentais para integrais de linha. Teorema de Green. Parametização de superfícies e integrais de superfície. Operadores diferenciais. Teoremas de Green, de Stokes e de Gauss. Séries de Fourier. Aproximação de uma função por um polinómio trigonométrico e respetivo erro quadrático.

4.4.5. Syllabus:

Ordinary differential equations of first order. The existence and uniqueness theorem. Homogeneous equations. Linear differential equations, homogeneous and non-homogeneous. Exact equations and integrating factors. Nonlinear equations reducible to linear ones. Homogeneous and non-homogeneous linear n th order equations. General theory and the case of constant coefficients. Systems of first order linear differential equations. General theory and the case of constant coefficients. Laplace transformation. Solution of initial value problems using the Laplace transform. Line integral. Conservative fields. Fundamental theorems of line integrals. Green's Theorem. Surface parametrization and surface integrals. Some differential operators. Stokes and Gauss theorems. Fourier Series. Functions approximation by trigonometric polynomials and minimum square error.

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

O objetivo essencial desta UC é fornecer aos estudantes os conceitos fundamentais da Análise Matemática

-Em equações diferenciais, apresentando-se primeiro os métodos para funções contínuas e depois com a Transformada de Laplace introduzir funções com descontinuidades.

-Na integração em domínios a três dimensões. Os tópicos do conteúdo programático constituem uma sequência natural de apresentação dos conceitos. Começando com o integral de linha seguido do integral de superfície e o cálculo de fluxos. Seguidamente são estudados os teoremas de Stokes e Gauss que relacionam os temas anteriores.

-As séries de Fourier são a ferramenta que permite aplicações com funções periódicas que podem ser contínuas ou não.

-As séries de Fourier são a ferramenta que permite aplicações com funções periódicas que podem ser contínuas ou não.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The main objective of this course is to provide students with the fundamental concepts of Mathematical Analysis.

- differential equations, first presenting the methods for continuous functions and then, with the Laplace Transform, functions with discontinuities are considered.

- integration in three-dimensional domains. The syllabus topics constitute a natural sequence of concepts presentation. Starting with the line integral followed by the surface integral and the flow calculation. Next, the Stokes and Gauss theorems are studied, that relate the previous themes.

-Fourier series are the tool that allows applications with periodic functions that may be continuous or not.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Carga horária semanal – 4,5h TP; Horas totais previstas – 58,5h

A metodologia de ensino é constituída por aulas teóricas que consistem em exposições orais dos conceitos e resultados, e por aulas práticas dedicadas unicamente à resolução de exercícios de aplicação. Nas aulas teóricas os conceitos e resultados serão ilustrados através de exemplos resolvidos no quadro enquanto que nas aulas práticas os estudantes devem resolver os exercícios propostos. O docente deverá dar apoio à resolução de problemas esclarecendo dúvidas surgidas e fomentando o trabalho colaborativo entre os estudantes.

A avaliação consiste em dois testes parcelares a realizar em novembro e em janeiro, com um peso individual de 50% na classificação final. A classificação final será 50% Teste 1+ 50% Teste 2. No exame de recurso os alunos ainda não aprovados poderão repetir o primeiro teste ou o segundo (a nota a atribuir será a melhor em cada dessas provas) ou então realizar uma prova final com toda a matéria.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Weekly workload - 4,5h TP; Estimated total hours - 58,5h

Teaching methodologies:

In this unit the teaching methodology, consist of theoretical classes for the oral presentation of the concepts and techniques of the syllabus and of exercise classes where the students should solve proposed problems. In the theoretical classes, the teacher will solve some examples in the blackboard while the students will devote the exercise classes to the resolution of the proposed problems. The teacher will give support to the difficulties of the students. The evaluation will consist of two tests, the first in November and the second in January, each having equal weight

(50%): The final mark will be-50% Test 1+ 50% Test 2. At resist examination students who fail to pass can repeat the first or the second test (the best mark will be taken into account) or they can take a final exam, which will cover all syllabus of the course unit..

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

O objetivo essencial desta UC é fornecer aos estudantes os conceitos e técnicas de integração de equações diferenciais, de integração em linhas e superfícies e aproximação de funções periódicas por séries de Fourier Assim, os conteúdos programáticos permitem atingir os objetivos de aprendizagem mencionados. Para cada capítulo do programa há uma aula específica dedicada a esse conteúdo e uma proposta de problemas para os estudantes resolverem individualmente

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The main objective of this course is to provide students with the concepts and techniques for integration of differential equations, line and surface integration and approximation of periodic functions by Fourier series. Thus, the syllabus achieves the learning objectives mentioned. For each chapter of the program there is a specific class dedicated to this content and a problem proposal for students to solve individually

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Madureira, L., (2013) Problemas de equações diferenciais ordinárias e Transformadas de Laplace, 4ª edição, FEUPedições
Madureira, L., (2017) Problemas de integrais de linha e superfície e de séries de Fourier, Editora Efeitos Gráficos
Kreyszig, E., (2011) Advanced Engineering Mathematics. 10th ed, John Wiley & Sons*

Mapa IV - Análise Numérica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Numérica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MTDCOM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

26 TP + 19,5PL

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Os estudantes devem saber as matérias das unidades curriculares de Álgebra Linear e Geometria Analítica, Análise Matemática I, II e III e de Programação de Computadores.

4.4.1.7. Observations:

Students must be familiar with matters taught in Linear Algebra, Mathematical Analysis and Computer Programming.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Maria Filomena Guimarães Dias de Almeida –4 turmas =104hTP

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Docente a contratar 1 - 136.5hPL (10 turmas)

Docente a contratar 2 - 39 hPL (10 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Conhecer os métodos de resolução numérica mais aplicáveis e mais eficientes, para cada problema base de Análise Numérica, bem como as condições de aplicabilidade e teoremas de convergência destes métodos.

Específicos: Para cada capítulo do programa os estudantes devem ser capazes de listar as condições de aplicabilidade dos métodos e enunciar os respetivos teoremas de convergência; devem ser capazes de aplicar os métodos, fórmulas e algoritmos dados, a problemas concretos simples; devem ser capazes de descrever o funcionamento dos métodos dados, traduzi-los em algoritmos e subprogramas (Functions) em Matlab e testá-los sobre exemplos, comparando e analisando os resultados; devem ser capazes de explicar as demonstrações de alguns dos teoremas dados, e aplicar as técnicas aí descritas a outras situações relacionadas. Devem ser capazes de resolver problemas novos com as ferramentas numéricas dadas e comparar o desempenho de vários métodos numéricos quando á velocidade e fiabilidade.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The students will be able to choose the most efficient methods for the solution of each basic Numerical Analysis problem. They are expected to understand the theorems and convergence conditions of each of the methods described, to be able to program them, to test them effectively on a computer and discuss the results obtained.

Specific: For each chapter in the program the successful students will be able to list the applicability conditions of the numerical methods and state the corresponding theorems of convergence and apply the methods, formula and algorithms taught to simple problems; they will be able to describe the behavior of the methods, translate them into algorithms as well as test them on examples comparing and analyzing the results; they will explain the proofs of the theorems given and apply the proof techniques involved to other related situations; they will compare the performance of the various numerical methods in terms of speed and accuracy.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Cap.1 Erros de arredondamento e propagação; instabilidade dos métodos numéricos. Sist. de numeração em comp. de vírgula fixa ou flutuante. Cap.2 Interpolação polinomial: diferenças divididas; mét. de Newton e de Lagrange; erro de interp. Derivação numérica e diferenças divididas. Cap.3 Integração Numérica: fórmulas de trapézios e Simpson; fórmulas compostas; erros de integ- numérica. Quadratura de Gauss. Cap.4 Sistemas de eq. lineares: método de elimin. de Gauss. Erros de arredondamento, instabilidade; técnicas pivotagem. Factorização LU. Mét. Iterat.: Jacobi, Gauss-Seidel e SOR, convergência. Cap.5 Eq. não lineares: mét. bissecções, Newton, secante e ponto fixo. Convergência, erros de truncatura ordem de convergência. Cap.6 Aproximação polin. dos mínimos quadrados; polin. ortogonais. Sist. lin. sobredeterminados

Cap.7 Equações dif. ordinárias: método de Euler para eq. de 1ª ordem. Métodos de Taylor. Ordem de um mét. de resolução de eq. diferenciais de 1ª ordem. Métodos de Runge-Kutta

4.4.5. Syllabus:

Chapt. 1. Number systems and errors on computers; integers and floating point arithmetic; round-off error; absolute error and relative error, significant digits Chapt.2. Polynomial interpolation: finite differences; methods of Newton and Lagrange; error of interpolating polyn. Numerical different. Chapt. 3. Numerical integration. Newton Cotes formulae. Composite rules. Gaussian quad-. Chapt, 4. Linear syst. of eq.: Gaussian elimination. Round off errors and instability, pivoting strategies. LU factorization. Iterative methods: Jacobi and Gauss-Seidel; convergence. Chapt. 5. Non linear eq.: general conditions for the solution, stopping criteria for iterative methods; methods: successive bisection, fixed point iteration, Newton's method, secant method. Convergence and algorithms. Chapt. 6. Least squares approx. Orthogonal polynomials. Curve fitting. Over-determined systems. Chapt. 7. Ordinary Differential eq.: Euler s method; Taylor methods. Order of methods for ODE. Runge-Kutta methods

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

Está já expressa na formulação dos objetivos específicos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Already explained in the formulation of the specific goals.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As exposições teóricas, apresentadas no quadro, mas também em "Powerpoint", são fortemente baseadas na Análise e Álgebra e são acompanhadas, sempre que possível, de exemplos práticos motivadores. São sugeridos outros exemplos, a testar em computador, para observarem o comportamento prático, que será explicado à luz da teoria aprendida. Nas aulas de laboratório os alunos concluem e apresentam pequenos projetos propostos nas teórico-práticas, preparados fora das horas de aula, em salas equipadas com computadores e software adequado. Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final. Fórmula de avaliação: $NT = \text{média dos 2 minitestes}$, $Nex = \text{nota do exame}$, $NF = \text{nota final}$, $NDO = \text{nota depois da oral}$, $Nprov = \text{nota final provisória}$. Relativamente à nota do exame (Nex) existe uma nota mínima de 8 valores. $Nprov = 0,75xNEx + 0,25xNT$, Se $Nprov \leq 16$ então $NF = Nprov$ senão $NF = \max(16, NDO)$. Os alunos podem optar por que o exame conte 100%, se o fizerem antes do começo da época de exames, por escrito.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures with "Powerpoint, illustrating examples and discussion of results of small computer projects Lab work: conclusion and presentation of home work small projects supervised by teachers in the computer room, with Matlab.

Type of assessment:

The students will answer 2 quizzes in the Moodle e-learning platform, counting 25% of the final grading and a written exam counting 75% to the final grade.

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

Como o principal objectivo é habilitar os estudantes a compreender intrinsecamente os métodos numéricos dados, o facto de os programarem e discutirem os resultados obtidos é fundamental, mesmo que em Matlab já existam algumas funções (muitas) que realizam esses métodos. No fim desta unidade curricular os estudantes não serão meros utilizadores, serão capazes de reproduzir em linguagens ou tipos de computadores diferentes, adaptar a novos problemas e criticar os resultados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

CENG As the aim of this course is that the students will be able to understand in depth the numerical methods presented, it is fundamental that they program them and discuss the results obtained, even if Matlab already has functions to perform most of those methods perfectly. This course will enable the students to be not mere users but developers and adapt existing methods to new problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia de referência:

CLEVE MOLER; NUMERICAL COMPUTING WITH MATLAB [1], SIAM , 2004

John Mathews; Kurtis Fink ; ; NUMERICAL METHODS USING MATLAB [2], Prentice Hall , 1999

Maria Raquel Valença ; MÉTODOS NUMÉRICOS [3], Livraria do Minho , 1993

Bibliografia adicional:

Maria Raquel Valença ; ANÁLISE NUMÉRICA [4], Universidade Aberta

Heitor Pina ; MÉTODOS NUMÉRICOS [5], McGraw Hill , 1995

Edite Fernandes; COMPUTAÇÃO NUMÉRICA [6], 1997. ISBN: 972-96944-1-9

- Notas da Unidade Curricular:

E-LEARNING EM HTTP://MOODLE.UP.PT

Mapa IV - Automação industrial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Automação industrial

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Industrial Automation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

AUT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

39 TP + 19,5 PL

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

Eletricidade: conhecimentos básicos sobre circuitos elétricos e seus componentes fundamentais

Acionamentos: conhecimentos básicos sobre atuadores elétricos e eletromecânicos

Sensores: conhecimentos básicos sobre detetores e transdutores

4.4.1.7. Observations:*Prerequisites**Electricity: basic knowledge of electrical circuits and fundamental components**Drives: basic knowledge of electric and electromechanical actuators**Sensors: basic knowledge of detectors and transducers***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Antonio José Pessoa de Magalhães, 117 horas TP (3 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Paulo Augusto Ferreira de Abreu, 58,5 PL (11 turmas)**Maria de Fátima de Castro Chousal, 39 PL (11 turmas)**Germano Manuel Correia dos Santos Veiga, 39 PL (11 turmas)**Docente a contratar, 78 PL (11 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***1 – Uma panorâmica dos sistemas lógicos de controlo e das tecnologias associadas.**2 – Identificação, física e simbólica, e utilização dos componentes fundamentais da automação de sistema discretos.**3 - Análise de um sistema de comando lógico integrado numa máquina**4 - Saber especificar uma solução de controlo de pequena dimensão de acordo com normas internacionais**5 – Saber propor e desenvolver uma solução de comando lógico, cablada ou programada, a partir da respetiva especificação**6 - Saber programar aplicações simples num PLC relevante no atual contexto industrial**Competências Computacionais**Utilização de software de desenho e simulação de soluções de automação cablada**Programação em PLC de soluções de automação programada**Competências Experimentais**Prática de desenho, montagem, análise e simulação de circuitos eletromecânicos**e de programação de diversos PLCs**Competências Transversais**Conceção de soluções de automação de pequena complexidade***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***1 - Overview of logic control systems and associated technologies.**2 - Physical and symbolic identification, and usage of the fundamental components of discrete systems automation.**3 - Analysis of a logic control system integrated in a machine**4 - Know how to specify a small control solution according to international standards**5 - Know how to state and develop a logical, wired or programmed command solution, based on its specification**6 - Know how to program simple applications in a relevant PLC in the current industrial context**Computer Skills**Development, design and simulation of wired automation solutions**PLC programming of automation solutions**Experimental Skills**Practice of design, assembly, analysis and simulation of electromechanical circuits**and programming of several PLCs**Transversal Competencies**Design of basic complexity automation solutions***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Introdução à Automação Industrial**2. Grandezas contínuas e discretas. Variáveis binárias. Álgebra de Boole.**3. Lógica cablada: explicitação de funções combinacionais no contexto lógico e ambiental; simbologias; simplificação e materialização de funções lógicas.**4. Elementos biestáveis. Tecnologias associadas e aplicações típicas.**5. Temporizadores: atraso na abertura, no fecho e impulsão. Aplicações.**6. Códigos binários mais comuns. Conversão A/D e D/A.**7. Detecção e contagem de eventos. Aplicações de contadores.**8. Sistemas Sequenciais. Diagramas temporais e de estado. Métodos de síntese**9. Especificação em GRAFCET**10. Programação e utilização de Controladores Lógicos Programáveis - PLCs. Interfaces de I/O e organização interna.***4.4.5. Syllabus:***1. Introduction to Industrial Automation**2. Continuous and discrete quantities. Binary variables. Boolean algebra.**3. Wired logic: combinational functions in logical and in environmental contexts; symbols; simplification and materialization of logical functions.**4. Latch and memory elements. Associated technologies and typical applications.**5. Timers: on-delay, off-delay and one-shot. Applications.*

6. Common binary codes. A / D and D / A conversion.
7. Detection and counting of events. Applications with counters.
8. Sequential systems. Timing and state diagrams. Methods of synthesis
9. GRAFCET specification
10. Programming and use of Programmable Logic Controllers - PLCs.

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

O objetivo específico desta UC é o de proporcionar uma compreensão global das potencialidades dos sistemas lógicos de controlo e das tecnologias que lhes estão associadas no contexto da automação industrial, dando-se um particular destaque às questões de engenharia mecânica. Trata-se assim de uma unidade curricular introdutória ao projeto de controladores lógicos, especialmente adaptada aos estudantes de uma licenciatura em engenharia mecânica. Depois de compreender a matéria versada nesta unidade curricular o estudante estará na posse dos conceitos científicos e técnicos necessários à prossecução de estudos avançados de projeto e utilização de sistemas lógicos de controlo na automação industrial – tanto programados como cablados - mostrando-se simultaneamente consciente das necessidades de sensorização e atuação exigidas em máquinas automáticas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The specific objective of this UC is to provide a global understanding of the potential of logical control systems and the technologies associated with them in the context of industrial automation, with particular emphasis on mechanical engineering issues. It is thus an introductory course to the design of logic controllers, specially adapted to students of a degree in mechanical engineering. After understanding the material covered in this UC, the student will be in possession of the scientific and technical concepts necessary for the pursuit of advanced design studies and the use of logical control systems in industrial automation - both programmed and cabled - while simultaneously being aware of the instrumentation and actuation systems required in automatic machines.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

Carga horária semanal - 3h TP + 1,5h PL, Horas totais previstas 62h, Estudo autónomo de acompanhamento da UC.60h, Preparação para exames escritos 40h, Preparação para exames laboratoriais 22h, Atendimento aos estudantes (horário a indicar por cada docente).

Avaliação: A classificação final dos estudantes ordinários é feita com base em duas provas escritas (PE1 e PE2) e um trabalho (TRB) com os seguintes pesos: PE1 a realizar a meio do período letivo 35%; PE2 a realizar na época de exames 40%; TRB Trabalho laboratorial, presencial e individual, a realizar na última semana de aulas 25%. As provas PE1 e PE2 são sem consulta e com a cotação de cada questão previamente definida. A classificação da prova TRB tem por base a observação dos objetivos alcançados face aos objetivos do trabalho, a destreza na utilização de recursos tecnológicos laboratoriais na realização do trabalho e as respostas a questões que possam ser colocadas a propósito do trabalho desenvolvido.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies: Weekly workload 3h TP + 1.5h PL Estimated total hours 62h Autonomous study 60h Preparation for written exams 40h Preparation for laboratory exams 22h Attendance to students (schedule to be indicated by each teacher).Evaluation: The final classification of ordinary students is based on two written tests (PE1 and PE2) and a work (TRB) with the following weights: PE1 to be carried out in the middle of the semester 35%; PE2 to be carried out in the period of exams 40%; TRB Laboratory work, in person and individual, to be carried out in the last week of classes 25%. The PE1 and PE2 tests are performed without consultation and with the weight of each question previously defined. The classification of the TRB is based on the observation of the objectives achieved in relation to the objectives of the work, the skill in the use of technological laboratory resources in carrying out the work and the answers to questions that may be asked about the work developed.

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

A UC Automação Industrial conta com aulas teórico-práticas e laboratoriais. As aulas teórico-práticas servem tanto a exposição de assuntos – apoiadas em meios audiovisuais, e frequentemente ilustradas com exemplos simples –, como a aplicação crítica da matéria lecionada na resolução de problemas tão reais quanto o possível. As questões tratadas no horário letivo são selecionadas entre dezenas de problemas fornecidos aos estudantes na forma de um caderno organizado em fascículos, cada um dedicado a um tema específico. A resolução dos problemas não discutidos nas aulas é deixada ao cuidado dos estudantes, disponibilizando-se os responsáveis pela unidade curricular para prestar todo o apoio necessário. Problemas de maior complexidade ou mais morosos têm a sua resolução divulgada no Moodle, por onde passa toda a troca de documentos com os estudantes

As aulas laboratoriais destinam-se ao contacto com a tecnologia e à experimentação. Sempre que se justifica, incluem curtas exposições diretamente relacionadas com as tecnologias empregues, contextualizando e ilustrando assim diversos conceitos apresentados nas aulas teórico-práticas. Os trabalhos práticos – que os estudantes são supostos analisar antecipadamente com base num guião previamente fornecido –, incluem a conceção de circuitos combinacionais, temporizadores, contadores e aplicação dos mesmos a circuitos sequenciais. Uma parte substancial destes assuntos é tratada com recurso a microautómatos. Na parte final têm uma especial ênfase na programação de pequenos sistemas automáticos com base no PLC Siemens S7 1200 e que agregam os conhecimentos transmitidos ao longo do semestre. O leque de recursos de projeto e construção dos circuitos inclui software de simulação de circuitos lógicos, circuitos integrados, eletromecânica e PLCs programados em linguagem de contactos, blocos funcionais e Grafcet.

O atendimento aos estudantes por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-

estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados. Os estudantes podem aceder ao laboratório fora do horário letivo desde

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

There are theoretical-practical and laboratory classes. The former serve both the exposition of subjects - supported by audio-visual means, and often illustrated with simple examples - as major applications of the subject taught in the resolution of problems as real as possible. Major applications issues held during lectures are selected from dozens of problems provided to students as a notebook organized in fascicles, each devoted to a specific theme. The resolution of the problems not discussed in classes is left to the care of the students. Problems of greater complexity or more time-consuming have their resolution disclosed in Moodle, from where all the exchange of documents with the students passes by.

Laboratory classes are for contact with technology and experimentation. Whenever justified, these include short expositions directly related to the technologies employed, thus contextualizing and illustrating several concepts presented in the theoretical-practical classes. Practical assignments - which students are supposed to analyze early on the basis of a previously provided script - include the design of combinational circuits, timers, counters, and their application to sequential circuits. A substantial part of these issues is dealt with programmable resources. In the final part, a special emphasis goes to the programming of small automatic systems based on the PLC siemens S7 1200 aggregating and digesting the knowledge transmitted during the semester. Programming tasks in circuit design and implementation includes software for simulation of logic circuits. Experimental work with physical components include integrated circuits, electromechanical and PLCs programmed in ladder, functional blocks and Grafcet.

The attendance to the students by the teachers exists throughout the semester at a pre-established timetable. During exam seasons, teachers offer extended attendance periods. Students can access the lab outside of lectures hours as long as the lab is free and a technician is present.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

António Pessoa de Magalhães – Conjunto de cerca de 10 textos didáticos cobrindo todos os temas de “Sistemas Lógicos Programáveis”

Diversas normas sobre simbologia elétrica - com especial relevo para a NP ISO 14617-2: 2008, Norma IEC 60848 (GRAF CET)

Notas da Unidade Curricular:

[1] Slides apresentados nas aulas teóricas.

[2] Caderno de problemas teórico práticos.

[3] Guiões dos trabalhos práticos com questões de autoavaliação.

[4] Manuais e tutoriais de utilização de equipamentos e recursos laboratoriais.

Bibliografia adicional:

Shell, R.L. & Hall, E.L. (2000) Handbook Of Industrial Automation. CRC Press

Mapa IV - CIÊNCIA DOS MATERIAIS

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

CIÊNCIA DOS MATERIAIS

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Materials Science

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MAT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

52 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

Não aplicável

4.4.1.7. Observations:*Prerequisites**Not applicable***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Teresa Margarida Guerra Pereira Duarte, 184 horas TP (4 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Abílio Manuel Pinho de Jesus, 24 horas TP (4 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Aquisição de conhecimentos fundamentais em ciência dos materiais, nomeadamente:**Conhecer os principais materiais utilizados em Engenharia Mecânica, as principais propriedades (térmicas e mecânicas) e aplicações.**Compreender e relacionar os diversos fatores que contribuem para a grande diversidade de comportamento mecânico dos materiais (estrutura, composição química, defeitos, ligações químicas, processamento).**Utilizar diagramas de equilíbrio.**Compreender os princípios básicos da mecânica da fratura, fadiga e fluência.**Conhecer os principais ensaios mecânicos (tração, dureza, tenacidade, fadiga, fluência) para determinação de propriedades mecânicas dos materiais.**Compreender os principais processos de degradação de materiais e processos de os minimizar ou evitar.**Competências Computacionais**Competências Experimentais**Realização de trabalhos experimentais extracurriculares relacionados com os conteúdos da UC.**Competências Transversais**Trabalhos em grupo e elaboração de relatórios.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Acquisition of fundamental knowledge in materials science, namely:**Know the main materials used in Mechanical Engineering, the main properties (thermal and mechanical) and applications.**Understand and relate the various factors that contribute to the great diversity of mechanical behavior of the materials (structure, chemical composition, defects, chemical bonds, processing).**Use equilibrium diagrams.**Understand the basic principles of fracture mechanics, fatigue and fluence.**Know the main mechanical tests (traction, hardness, toughness, fatigue, creep) to determine the mechanical properties of the materials.**Understand the main forms of materials degradation and processes to minimize or avoid them.**Computer Skills**Experimental Skills**Experimental work related to the contents of the UC.**Transversal Competencies**Extracurricular team work and reports.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

CIÊNCIA DOS MATERIAIS Materiais e aplicações. LIGAÇÕES QUÍMICAS E ESTRUTURAS Estrutura do átomo. Ligações químicas. Estruturas cristalinas e amorfas. Difração de raios X. DIAGRAMAS DE FASE Difusão. Fases. Diagramas binários: regras de interpretação, curvas de arrefecimento. Diagramas ternários. COMPORTAMENTO MECÂNICO Tensão e extensão. Comportamento elástico e plástico. Lei de Hooke e propriedades elásticas. Ensaio de tração e curva de engenharia. Resistência e ductilidade. Resistência teórica dos cristais. Defeitos nos materiais metálicos. Deformação plástica de monocristais e policristais. Mecanismos de endurecimento. Recristalização. FADIGA E FRATURA Fratura frágil e dúctil. Tenacidade. Comportamento à fadiga dos materiais. FLUÊNCIA Comportamento mecânico à fluência. Ensaio, curva, mecanismos. PROPRIEDADES TÉRMICAS Capacidade calorífica. Expansão térmica. Condutividade térmica. Tensões térmicas. DEGRADAÇÃO DOS MATERIAIS Conceitos eletroquímicos. Taxas e formas de corrosão.

4.4.5. Syllabus:*MATERIALS SCIENCE**Materials and applications.**CHEMICAL BONDS AND STRUCTURES**Atom structure. Chemical bonds. Crystalline and amorphous structures. X-ray diffraction.**PHASE DIAGRAMS**Diffusion. Phases. Binary diagrams: rules of interpretation, cooling curves. Ternary diagrams.**MECHANICAL BEHAVIOR**Tension and extension. Elastic and plastic behavior. Hooke's law and elastic properties. Tensile test and engineering curve. Strength and ductility. Theoretical resistance of crystals. Defects in metallic materials. Plastic deformation of monocystals and polycrystals. Hardening mechanisms. Recrystallization.**FATIGUE AND FRACTURE**Fragile and ductile fracture. Toughness. Fatigue behavior of materials.*

FLUENCE

Fluence mechanical behavior. Tests, curve, mechanisms.

THERMAL PROPERTIES

Heat capacity. Thermal expansion. Thermal conductivity. Thermal stresses.

MATERIAL DEGRADATION

Electrochemical concepts. Rates and forms of corrosion. .

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

Os engenheiros devem compreender de forma integrada, profunda e diversificada as questões relacionadas com os materiais – estrutura, propriedades, processamento e desempenho - fundamentais para produzir tudo o que utilizamos e necessitamos. Assim, o objetivo essencial desta UC é dotar os estudantes com os conceitos fundamentais de ciência dos materiais. Os 8 tópicos do conteúdo programático constituem uma sequência natural de apresentação dos conceitos, desde o átomo, passando pela estrutura, ligações químicas, defeitos, noções gerais de processamento de materiais, de forma a relacionar todos estes fatores com as propriedades que é possível obter nos diferentes tipos de materiais. No final os estudantes devem possuir conhecimentos gerais sobre materiais e ficar sensibilizados para a grande diversidade de fatores que são fundamentais na sua seleção.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Engineers must understand in an integrated, deep and diverse way the material issues - structure, properties, processing and performance - that are fundamental to produce everything we use and need. Thus, the essential objective of this UC is to provide students with the fundamental concepts of materials science. The 8 topics of the programmatic content constitute a natural sequence of presentation of the concepts, from the atom, through the structure, chemical bonds, defects, general notions of material processing, in order to relate all these factors with the properties that can be obtained in the different types of materials. At the end of the course, students should have a knowledge of materials and be aware of the great diversity of factors that are fundamental in their selection.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino / Teaching methodologies:

Carga horária semanal - 4h TP

Horas totais previstas – 52h

Realização de atividades experimentais – 12h

Realização de relatórios – 18h

Preparação para exames – 80 h

Atendimento aos alunos (a indicar por cada docente).

Avaliação / Evaluation:

Dois testes parcelares (Novembro e Janeiro), com um peso de 45% cada na classificação final (classificação mínima de 7.0 valores em cada um). Quatro atividades experimentais e respectivos relatórios, com um peso de 10% (média dos 4 relatórios) na classificação final.

Os estudantes que:

não obtiverem a média de 10 valores;

tendo obtido média de 10 valores mas não cumpram os requisitos da classificação mínima;

tenham faltado a pelo menos uma das avaliações (testes);

poderão aceder ao recurso (peso de 90%) da 1ª parte e/ou 2ª parte. Os estudantes aprovados podem aceder ao recurso, para melhoria de nota. Não é possível fazer melhoria da classificação das atividades experimentais no ano letivo em curso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Metodologias de ensino / Teaching methodologies:

Weekly load - 4h TP

Scheduled total hours - 52h

Experimental activities - 12h

Reporting – 18h

Exam preparation - 80 h

Attendance to students (to be indicated by each teacher).

Avaliação / Evaluation:

Two partial tests (November and January), with a weight of 45% each in the final classification (minimum score of 7.0 values in each). 4 experimental activities and their reports, with a weight of 10% (average of four reports) in the final classification.

Students who:

do not get the average of 10 values;

having obtained an average of 10 values but not meeting the requirements of the minimum classification;

have missed at least one of the evaluations (tests);

can access the resource (weight 90%) of the 1st and / or 2nd part. Approved students may access the resource if they wish to make grade improvement. It is not possible to improve the classification of experimental activities in the current school year.

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

A unidade curricular funciona no regime de duas aulas teórico-práticas por semana com uma duração de 2h cada uma. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique na parte inicial à exposição de matéria teórica, logo seguida de exercícios práticos de aplicação resolvidos pelo docente e sugestão de exercícios similares para os estudantes resolverem autonomamente. Esta tipologia de aulas apresenta a vantagem da inexistência de hiatos entre a

apresentação dos conceitos teóricos e a sua aplicação na resolução de problemas práticos.

Serão realizadas 4 atividades experimentais ao longo do semestre, para demonstração e consolidação de conceitos fundamentais da UC.

O atendimento aos estudantes por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit works in the regime of two theoretical-practical classes per week with a duration of 2h each. This typology of classes allows the teacher to present in the initial part the theoretical concepts, followed by practical exercises of application solved by the teacher and suggestion of similar exercises for students to solve autonomously. This typology of classes presents the advantage of the absence of gaps between the presentation of theoretical concepts and their application in the resolution of practical problems.

Four experimental activities will be carried out during the semester, demonstrating and consolidating the fundamental concepts.

The attendance to the students by the teachers exists throughout the semester at a pre-established time. At the test times, the teachers offer more extensive periods of service on previous days.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Silva, L. F. M. D. (2012). Comportamento mecânico dos materiais. Porto:Publindústria. Jones, D. R., & Ashby, M. F. (2018). Engineering materials 1:An introduction to properties, applications and design. Butterworth-Heinemann. Siva, L. F. M.; Duarte, T. M. G. P.; Antunes, V. T. A. (2016). Problemas e trabalhos práticos de metalurgia. Porto.Publindústria. Slides das aulas teórico-práticas. Teresa Duarte, FEUP. Smith, W. F., & Hashemi, J.(2013).Fundamentos de engenharia e ciência dos materiais. AMGH Editora. Callister, W. (2000). Ciência E Engenharia de Materiais: Uma Introdução.Grupo Gen-LTC. CALLISTER JR, W. D. (2007).Ciência e Engenharia de Materiais-Uma Introdução.Rio de Janeiro:Livros Técnicos e Científicos Editora. Askeland, D. R.,Phulé, P. P., Wright, W. J., & Bhattacharya, D. K. (2003).The science and engineering of materials.Schaffer, J. P., Saxena, A.,Antolovich, S. D.,Sanders, T. H., & Warner, S. B. (1999).The science and design of engineering materials.New York: McGraw-Hill.

Mapa IV - Competências Transversais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Competências Transversais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Transferrable Skills

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

DP/CTT/QACUP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

40,5

4.4.1.5. Horas de contacto:

Para efeitos de cálculo, estimamos 13 horas de contacto

4.4.1.6. ECTS:

1,5

4.4.1.7. Observações:

Unidade Curricular a selecionar entre as disponíveis no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto. A escolha é validada pelo Diretor de ciclo de estudos.

4.4.1.7. Observations:

Course to be selected among those available in the Soft/Transferrable Skills Catalogue from the University of Porto. The choice is validated by the Director of the programme.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Francisco Manuel Madureira e Castro Vasques de Carvalho (coordenador de CTs na FEUP)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

O corpo docente será definido em função da CTE escolhida pelo estudante.

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- Reconhecer a importância de adotar uma atitude proactiva, comprometida e responsável;*
- Analisar as motivações e capacidades de trabalho em equipa;*
- Aplicar com sentido crítico diferentes atitudes comunicacionais em diferentes situações de interação;*
- Reconhecer a importância da ética no trabalho e do pensamento crítico, entre outras competências;*
- Produzir um relatório científico, de acordo com as normas da comunidade científica;*
- Saber adequar comportamentos a diferentes situações profissionais, pessoais e/ou relacionais;*
- Compreender a importância da cooperação e entreajuda para o clima organizacional;*
- Compreender os desafios inerentes à liderança de equipas, à tomada de decisão, à gestão de tempo e à colaboração com colegas de trabalho;*
- Compreender as mais-valias e desafios da criação do próprio emprego;*
- Identificar aspetos fundamentais da história, cultura e pensamento contemporâneo e da sua importância para o desenvolvimento de atitudes e comportamentos de cidadania.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- To recognize the relevance of a proactive, committed and responsible attitude;*
- To analyse their own motivations and teamwork skills;*
- To critically apply different communication skills in different interaction situations;*
- To recognize the relevance of critical thinking and work ethics, among other skills;*
- To produce adequate scientific reports, according to the scientific community standards;*
- To adapt personal behaviours to different professional and/or relational situations;*
- To understand the relevance of cooperation and mutual help for the organizational behaviour;*
- To understand the major challenges related to team leadership, decision making, time management and collaboration with co-workers;*
- To understand the challenges and advantages of their own job creation;*
- To identify fundamental aspects of history, culture and contemporary thinking, and of their relevance for the development of citizenship behaviours.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Conteúdos programáticos específicos de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.

4.4.5. Syllabus:

Specific syllabus of each available course unit from the Soft/Transferrable Skills Catalogue of the University of Porto.

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

Específica de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Specific for each available course unit, from the Soft/Transferrable Skills Catalogue of the University of Porto.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Específica de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Specific for each available course unit, from the Soft/Transferrable Skills Catalogue of the University of Porto.

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

Perspetiva-se a oferta de diferentes tipos de CTs, organizadas de acordo com os seguintes tópicos:

1. Ações de formação em áreas transversais de Engenharia, incluindo:

- a. *Literacia científica, incluindo escrita de relatórios científicos com utilização de ferramentas bibliográficas;*
- b. *Utilização de ferramentas transversais para análise de dados.*

2. Ações de formação em soft skills relevantes para estudantes de Engenharia, incluindo:

- a. *Gestão de Tempo e Organização Pessoal;*
- b. *Comunicação Assertiva;*
- c. *Empregabilidade.*

3. Ações de formação em Artes ou Ciências Sociais e Humanas relevantes para estudantes de Engenharia (oferecidas por outras Unidades Orgânicas da UPorto), incluindo:

- a. *Tópicos de Arte e Cultura Contemporânea (FBAUP);*
- b. *Tópicos de Filosofia, Epistemologia, Ética aplicada à ciência e tecnologia, Pensamento crítico e Argumentação, Identidade e Interculturalidades (FLUP);*

c. *Tópicos de Psicologia do Trabalho e das Organizações, incluindo Gestão do Stress, Resolução de Problemas, Tomada de Decisão e Orientação para Resultados, Criatividade e Mudança Organizacional, Motivação de Equipas, Saúde e Bem-estar nas Organizações, Negociação e Gestão de Conflitos (FPCEUP).*

4. *Atividades estudantis com foco na formação em softskills (previamente certificadas pela UPorto), incluindo:*

a. *Organização das Jornadas de Eletrotecnia / Jornadas de Engenharia Química / Jornadas de Engenharia Mecânica / etc. (creditável para membros da equipa organizadora, com limite ao n.º de organizadores);*

b. *Concurso “Pontes de Esparguete” / Concurso de Programação ACM / etc. (creditável para participantes e para membros da equipa organizadora, com limite ao n.º de organizadores);*

c. *Participação efetiva de estudantes em Organizações Internacionais de Estudantes de Engenharia.*

5. *Participação efetiva dos estudantes em Ciclos de Palestras, creditáveis como parte de Competências Transversais/ Transferíveis, de acordo com regras a especificar pela Universidade do Porto.*

Através da acima referida multiplicidade de oferta a disponibilizar pelo Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto, será possível assegurar uma forte coerência entre as metodologias de ensino e os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

ENG We foresee the offer of multiple CT course units relevant to engineering students, organized according to the following topics:

1. Course units addressing transversal Engineering domains, including:

a. *Scientific literacy, including the writing of scientific reports, including the use of adequate bibliographic tools;*

b. *Data analysis tools.*

2. Soft skills course units, including:

a. *Time Management and Personal Organization;*

b. *Assertive Communication;*

c. *Employability;*

3. Course units addressing Art topics and/or Social and Human Science topics, which may be of interest for Engineering students (organized by the related UPorto Organic Units), including:

a. *Topics of Contemporary Art and Culture (FBAUP);*

b. *Topics of Philosophy, Epistemology, Work Ethics applied to Science and Technology, Critical Thinking and Argumentation, Identity and Interculturalities (FLUP);*

c. *Topics in Work and Organizational Psychology, including Stress Management, Problem Solving, Decision Making, Creativity and Organizational Change, Team Motivation, Organizational Health and Well-Being, Negotiation and Conflict Management (FPCEUP);*

4. Student activities focused on soft skills (previously certified by UPorto), including:

a. *Organization of Electrotechnical/Chemical/Mechanical Engineering Workshops (which may be creditable to organizing team members);*

b. *“Spaghetti Bridges” Contest / ACM Programming Contest / etc. (which may be creditable to both participants and organizing team members);*

c. *Student participation in International Engineering Student Organizations;*

5. Student participation in Congresses, creditable as part of Transversal / Transferable Skills, according to a set of rules to be specified by the University of Porto.

Considering the aforementioned CTs multiplicity available through the Catalogue of Transversal / Transferable Skills from the University of Porto, it is possible to ensure the required coherence level between teaching methodologies and learning outcomes of the curricular unit.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Millar, Dean C. “Ready for take-off: a winning process for launching your engineering career”. Upper Sadle River : Prentice Hall, cop. 2011. ISBN 978-0-13-608127-2

Bibliografia complementar: Específica de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.

Mapa IV - Conceção e Fabrico Assistidos por Computador

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Conceção e Fabrico Assistidos por Computador

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computer Aided Design and Manufacturing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

DCF

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:*19,5 h T + 26 h PL***4.4.1.6. ECTS:**

6

4.4.1.7. Observações:*Pré-requisitos**Conhecimento sobre conceitos relativos à Normalização em Desenho de Construção Mecânica (unidade de Desenho de Construção Mecânica).**Capacidade de realizar análises funcionais de mecanismos (unidade de Desenho de Construção Mecânica).**Capacidade de ler e elaborar desenhos de conceção, conjunto e definição de produto acabado (unidade de Desenho de Construção Mecânica).**Capacidade de estabelecer relações entre as fases de conceção, definição e fabrico (unidade de Desenho de Construção Mecânica)**Conhecimentos sobre processos de fabrico e desenvolvimento de produto (unidade de Introdução à Engenharia Mecânica).**Conhecimentos sobre programação de computadores (unidade de Programação de Computadores).***4.4.1.7. Observations:***Prerequisites**Knowledge about concepts related to the Normalization in Mechanical Construction Design (Mechanical Construction Design unit).**Ability to perform functional analysis of mechanisms (Mechanical Construction Design unit).**Ability to read and elaborate drawings of conception, assembly and definition of finished product (Mechanical Construction Design unit).**Ability to establish relationships between the conception, definition and manufacturing phases (Mechanical Construction Design unit)**Knowledge of manufacturing processes and product development (Introduction to Mechanical Engineering unit).**Knowledge of computer programming (Computer Programming unit).***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***João Manuel Ribeiro da Silva Tavares, 39 horas TP (2 turmas) + 52 horas PL (7 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Marco Paulo Lages Parente – 78 horas PL. (7 turmas)**José Duarte Marques Marafona – 52 horas PL. (7 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final, os estudantes deverão ser capazes de:*

- 1) Conhecer os sistemas CAD/CAM mais usuais, bem como saber utilizar as funções disponibilizadas pelos mesmos;*
- 2) Executar adequadamente um desenho de definição ou de conjunto usando sistemas CAD;*
- 3) Modelar tridimensionalmente componentes de sistemas mecânicos bem como proceder à sua montagem usando sistemas CAD;*
- 4) Obter automaticamente desenhos de conjunto de sistemas mecânicos ou desenhos de definição de um dos seus componentes previamente modelados usando sistemas CAD;*
- 5) Realizar testes/simulações computacionais de resistência mecânica usando soluções integradas em sistemas CAD;*
- 6) Desenvolver programas computacionais para processar informação de sistemas CAD/CAM/CNC/Simulação;*
- 8) Conhecer os princípios base de sistemas de comando numérico e de máquinas ferramenta associadas;*
- 9) Desenvolver programas de comando numérico para operações de maquinagem em torno e fresadora.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end, the students should be able to:*

- 1) Know the most common CAD/CAM systems, as well as know how to use the functions offered by them;*
- 2) Properly execute definition and assembly drawings using CAD systems;*
- 3) Modeling three-dimensional mechanical system components as well as assemble them using CAD systems;*
- 4) Automatically obtain assembly and definition drawings of previously three-dimensional modeled mechanical systems or of one of their components using CAD systems;*
- 5) Perform computational tests/simulations of mechanical resistance using solutions integrated in CAD systems;*
- 6) Develop computer programs to process information from CAD/CAM/CNC/Simulation systems;*
- 8) Know the basic principles of numerical control systems and associated machine tools;*
- 9) Develop numerical control programs for machining operations in lathe and milling machines.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*O programa da Unidade Curricular engloba:**l) Sistemas CAD, sua descrição e classificação.*

- II) Utilização de sistemas de desenho assistido por computador CAD 2D e de conceção 3D, desenho paramétrico.
- III) Utilização de sistemas para teste/simulação de resistência mecânica baseados em métodos de simulação integrados em sistemas CAD.
- IV) Introdução à computação gráfica, curvas, superfícies de interpolação e bibliotecas gráficas.
- V) Interfaces desenho-conceção, desenho-análise e desenho-fabrico. Desenvolvimento de programas computacionais para processar informação de sistemas CAD/CAM/CNC/Simulação.
- VI) Programação manual e automática de máquinas CNC.

4.4.5. Syllabus:

The program of the curricular unit includes:

- I) CAD systems, their description and classification.
- II) Use of 2D computer aided design systems and of 3D conception, parametric drawing.
- III) Use of systems for testing/simulation of mechanical resistance based on solutions integrated in CAD systems.
- IV) Introduction to computer graphics, curves, interpolation surfaces and graphic libraries.
- V) Drawing-conception, drawing-analysis and drawing-manufacture interfaces. Development of computer programs to process information from CAD/CAM/CNC/Simulation systems.
- VI) Manual and automatic programming of CNC machines.

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

Os conteúdos programáticos abordados nesta UC foram estruturados de modo a que os estudantes possam:

1. Aprofundar a sua análise funcional de mecanismos.
2. Conhecer os fundamentos, as características e as funcionalidades de sistemas CAD 2D e 3D.
3. Utilizar eficientemente sistemas CAD 2D e 3D para modelar e simular componentes e sistemas mecânicos.
4. Realizar testes computacionais de resistência mecânica baseados em soluções integradas em sistemas CAD.
5. Conhecer os fundamentos, as características e as funcionalidades de sistemas de comando numérico de máquinas ferramentas.
6. Programar eficientemente sistemas de comando numérico de máquinas ferramentas.
7. Desenvolver aplicações de interface entre sistemas CAD/CAM/CNC/Simulação envolvendo informação geométrica e não geométrica.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus contents covered in this curricular unit were structured so that the students can:

1. To deepen their functional analysis of mechanisms.
2. Know the fundamentals, features and functionalities of 2D and 3D CAD systems.
3. Efficiently use 2D and 3D CAD systems to model and simulate components and mechanical systems.
4. Carry out computational tests of mechanical resistance based on integrated solutions in CAD systems.
5. To know the fundamentals, the characteristics and the functionalities of numerical control systems of machine tools.
6. Efficiently program numerical control systems for machine tools.
7. Develop interface applications between CAD/CAM/CNC/Simulation systems involving geometric and non-geometric information.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias

Carga horária semanal: 1,5 h TP + 2 h PL Horas de contacto: 45,5 h Estudo autónomo: 116,5 h Atendimento em horário a indicar

Avaliação: Avaliação é distribuída sem exame final, baseada nas classificações de dois mini-testes e de um trabalho prático. Cada estudante deve submeter-se à avaliação em todas as suas componentes: dois mini-testes escritos sem consulta (I - Sistemas de CAD 2D/3D, II - Programação CNC + Desenvolvimento de Aplicações de Interface CAD/CAM/CNC/Simulação), entrega do trabalho prático. A nota final resulta da média pesada das classificações em cada uma das componentes da avaliação, com os pesos: Dois mini-testes: 30% + 30%; sendo necessário uma classificação média $\geq 30\%$; Trabalho prático: 40%. Relativamente aos trabalhos, os estudantes, individualmente ou em grupos de dois, deverão definir o seu tema e propô-lo aos docentes que os deverão validar. Está prevista a possibilidade de realização de uma prova de recurso versando a matéria de um dos mini-testes.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Methodologies:

Weekly load: 1.5 h TP + 2 h PL Contact hours: 45.5 h Autonomous study: 116.5 h Attendance to students: time to be indicated

Evaluation: Assessment of the course is distributed without final exam, based on the classification of two mini-tests and of a practical work. Each student must submit to the evaluation in all its components: two written mini-tests without consultation allowed (I - 2D/3D CAD systems, II CNC Programming + CAD/CAM/CNC/Simulation Interface Applications Development), delivery of the practical work. The final grade results from the weighted average of the grades obtained in each of the evaluation components, with the following weights: Two mini-tests: 30% + 30%; a average rating $\geq 30\%$ is required; Practical work: 40%. As to the practical work, students, individually or in groups of two, should define their theme and propose it to the teachers who should validate them. It is foreseen an appealing test regarding the subjects addressed in one of the mini-tests.

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

O funcionamento previsto para a Unidade Curricular é o seguinte:

- *Apresentação dos temas abordados na Unidade Curricular durante as aulas teóricas (1,5 h TP) com análise de exemplos de aplicação.*
 - *Nas aulas práticas (2 h PL), são apresentadas algumas particularidades e propostos exercícios, a realizar em computador, para aplicação dos conceitos apresentados nas aulas teóricas.*
 - *Durante as primeiras aulas da Unidade Curricular são propostos diversos temas possíveis para os trabalhos práticos a realizar pelos estudantes durante o semestre.*
 - *As últimas aulas da Unidade Curricular são destinadas a um apoio mais intenso aos trabalhos práticos.*
- O atendimento aos estudantes, por parte dos docentes, existe ao longo de todo o semestre, em horário pré-estabelecido. Nos dias antecedentes aos mini-testes, os docentes disponibilizam períodos de atendimento mais prolongados para esclarecimento de dúvidas.*

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The expected functioning for the Curricular Unit is as follows:

- *Presentation of the topics covered in the Curricular Unit during the theoretical classes (1.5 h TP) with analysis of application examples.*
 - *In the practical classes (2 h PL), some particularities will be presented and exercises, to be developed in computer, proposed for application of the concepts presented in the theoretical classes.*
 - *During the first classes of the Curricular Unit, several possible topics are proposed for the practical works to be done by the students during the semester.*
 - *The last lessons of the Curricular Unit are devoted to give more support to the practical works.*
- Throughout the semester, attending to the students by the teachers is possible in pre-established hours. In the days preceding the mini-tests, the teachers offer extended attending periods to clarify doubts.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Notas da UC:

Tavares, J.M.R.S.; Fonseca, J.O.; Acetatos das aulas teóricas, 2019 (Disponíveis na página web da UC)

Tavares, J.M.R. S.; Fonseca, J.O.; Enunciados de exercícios para as aulas práticas, 2019 (Disponíveis na página web da UC)

Bibliografia Recomendada:

Garcia, J.; AUTOCAD2015 & AUTOCAD LT 2015, FCA

Planchard, D.C.; SOLIDWORKS 2019 Tutorial, SDC Publications

Ferreira, F.L.; Programação em AutoCAD com AutoLISP e Visual LISP, FCA

Bibliografia adicional:

Tavares, J.M.R.S.; Fonseca, Joaquim O.; Apontamentos da Unidade Curricular de CFAC, AEFEUP

Almacinha, J.; Simões Morais, J.; Texto de Apoio à Unidade curricular de Desenho de Construção Mecânica, AEFEUP

Simões Morais, J.M.; Desenho técnico básico, Porto Editora

Costa, A.; Autodesk Inventor 2013, FCA

Hughes, J.F.; et al.; Computer Graphics: Principles and Practice, Addison-Wesley

Valentino, J.V.; Introduction to computer numerical control (CNC), Prentice Hall

Relvas, C.; Controlo numérico computadorizado, Engebook

Mapa IV - DESENHO DE CONSTRUÇÃO MECÂNICA**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

DESENHO DE CONSTRUÇÃO MECÂNICA

4.4.1.1. Title of curricular unit:

MECHANICAL ENGINEERING DRAWING

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

DCF

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

121,5 h

4.4.1.5. Horas de contacto:

13 h TP + 39 h PL

4.4.1.6. ECTS:

4,5

4.4.1.7. Observações:*Pré-requisitos**Princípios e regras para a elaboração de desenhos técnicos (unidade de Desenho Técnico).**Princípios e regras para a representação de dimensões e tolerâncias associadas (unidade de Desenho Técnico).**Capacidade para ler desenhos de objetos em representação ortográfica e fazer as correspondentes representações perspéticas (unidade de Desenho Técnico).**Co-requisitos**Conhecimentos básicos sobre processos de fabrico e desenvolvimento de produto (unidade de Introdução à Engenharia Mecânica).***4.4.1.7. Observations:***Pre-requirements**Principles and rules for the execution of technical drawings (Technical Drawing Unit).**Principles and rules for presentation of dimensions and associated tolerances (Technical Drawing Unit).**Ability to read drawings of objects in orthographic representation and to make the correspondent pictorial representations (Technical Drawing Unit).**Co-requirements**Basic knowledge about Manufacturing Processes and Product Development techniques (Introduction to Mechanical Engineering Unit).***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José António dos Santos Almacinha, 26 horas TP (2 turmas) + 78 horas PL. (8 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Bruno André Faria Areias – 39 horas PL. (8 turmas)**Carlos Miguel da Costa Gomes Fernandes – 39 horas PL. (8 turmas)**Carlos Manuel de Sousa Moreira da Silva – 39 horas PL (8 turmas)**Fernando Pala Beirão Macedo – 39 horas PL (8 turmas)**Igor André Rodrigues Lopes – 39 horas PL (8 turmas)**António Luís Galamba de Oliveira Felgueiras de Carvalho – 39 horas PL. (8 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final do período letivo, os estudantes deverão ser capazes de:**Fazer desenhos ortográficos de conjunto e listas de peças de sistemas mecânicos, com a seleção dos elementos normalizados.**Ler desenhos ortográficos de conjunto e fazer as correspondentes vistas explodidas.**Fazer desenhos de definição de peças de sistemas mecânicos a partir de uma análise funcional baseada nos seus desenhos de conjunto.**Identificar componentes normalizados existentes em sistemas mecânicos correntes reais; conhecer as suas representações em desenho e funções mecânicas elementares.**Realizar operações simples de metrologia dimensional. As competências técnicas adquiridas nesta unidade são importantes para outras UCs, tais como Conceção e Fabrico Assistidos por Computador, Processos de fabrico e Projeto Experimental & Computacional.**Competências Computacionais Não aplicável.**Competências Experimentais**Lidar com sistemas mecânicos reais; competências metrológicas.**Competências Transversais Não aplicável.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of the course, the students should be able to:**Make orthographic assembly drawings and parts lists of mechanical systems, with the selection of standardized mechanical components.**Read orthographic assembly drawings and make the corresponding exploded views.**Make detail drawings of mechanical systems components, through a functional analysis based on the corresponding assembly drawings.**Identify standardized mechanical components present in actual mechanical systems for general use; know their representation in assembly drawings and accomplished elementary mechanical functions.**Make simple linear and angular measurements.**Technical skills acquired in this Unit are important for course units like Computer Aided Design and Manufacturing, Manufacturing Processes and Experimental & Computational Project.**Computer Skills Not applicable.**Experimental Skills**Deal with actual mechanical systems; Metrological skills.*

Transversal Skills Not applicable.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

NORMALIZAÇÃO: em desenho de construção mecânica.

SISTEMAS E COMPONENTES MECÂNICOS NORMALIZADOS DE UTILIZAÇÃO GERAL

Roscas, parafusos, porcas, anilhas, pinos, anéis elásticos, rebites, soldadura, pontas de veio, chavetas e escatéis, acoplamentos por estrias, rolamentos, juntas de vedação, molas e engrenagens. Desmontagem, análise e montagem de alguns sistemas mecânicos reais.

ESPECIFICAÇÃO GEOMÉTRICA DE PRODUTOS

Toleranciamento dimensional (complementos); toleranciamento geométrico; requisitos de interdependência (envolvente, máximo e mínimo de matéria e reciprocidade); tolerâncias gerais; indicação dos estados de superfície.

DESENHOS DE CONCEÇÃO: desenhos ortográficos de conjunto e listas de peças, com a seleção dos elementos normalizados.

DESENHOS DE DEFINIÇÃO: cotagem funcional (estudo de cadeias de cotas, etc.).

DESENHOS DE EXECUÇÃO: Desenhos de fabrico (a necessidade da transferência de cotas) e de montagem.

METROLOGIA DIMENSIONAL: Introdução; realização de operações simples de medição.

4.4.5. Syllabus:

STANDARDIZATION: in mechanical engineering drawing.

MECHANICAL SYSTEMS AND COMPONENTS FOR GENERAL USE

Screw threads, bolts, screws and nuts, washers, pins, circlips, rivets, welding, shaft ends, keys and keyways, splines, rolling bearings, seals, springs and gears. Dismounting, analysis and remounting of some actual mechanical systems.

GEOMETRICAL PRODUCT SPECIFICATION

Dimensional tolerancing (complements); geometrical tolerancing; interdependence requirements between size and geometry (envelope, maximum and least material and reciprocity); general tolerances; indication of surface texture.

DESIGN DRAWINGS: orthographic assembly drawings and parts lists, with the selection of standardized components.

DETAIL DRAWINGS: geometric dimensioning and tolerancing (tolerance chain analysis, etc.).

PRODUCTION DRAWINGS: manufacturing drawings (the need for tolerance transfer) and general assembly drawings.

DIMENSIONAL METROLOGY: Introduction; simple measurement operations.

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

Os conteúdos programáticos abordados nesta UC foram estruturados de modo a que os estudantes possam:

- 1) Aprofundar o seu conhecimento sobre conceitos relativos à Normalização em Desenho de Construção Mecânica.
- 2) Aperfeiçoar as suas capacidades de visualização espacial e de comunicação técnica.
- 3) Realizar uma primeira abordagem ao desenho de conceção.
- 4) Efetuar uma Introdução à análise funcional de mecanismos com a execução de desenhos de definição de produto acabado.
- 5) Desenvolver a sua capacidade para estabelecer relações entre as fases de conceção, definição e fabrico.
- 6) Complementarmente, desenvolver a capacidade para estabelecer relações entre sistemas mecânicos reais de utilização corrente e seus respetivos desenhos de conjunto e realizar operações simples de metrologia dimensional.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus contents covered in this course unit were structured so that students can:

- 1) Deepen their knowledge about standardization concepts in Mechanical Engineering Drawing.
- 2) Improve their spatial visualization and technical communication skills.
- 3) Make a first approach to design drawing.
- 4) Perform an introduction to the functional analysis of mechanical systems with the detail drawing of some components.
- 5) Develop the ability to establish relationships between the design, product definition, manufacturing and verification phases.
- 6) Complementarily, develop the ability to establish relationships between actual mechanical systems for general use and their assembly drawings and make simple linear and angular measurements.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

Carga horária semanal 1 h TP+ 3 h PL Horas totais de contacto previstas 52 h + 12 h de trabalho laboratorial extracurricular Estudo autónomo 57,5 h Atendimento aos estudantes (horário a indicar por cada docente).

Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final, baseada nas classificações de dois testes e de exercícios realizados nas aulas.

A classificação final = (A + B + C) / 3, em que:

A é a classificação do teste "desenho de conjunto + ligações mecânicas";

B é a classificação do teste "desenho de definição + tolerâncias";

C é a classificação dos exercícios realizados nas aulas.

A aprovação na unidade curricular está dependente da média das classificações dos dois testes ser $\geq 8,0$ valores.

Está prevista a possibilidade de realização de uma prova de recurso versando a matéria equivalente a um dos dois testes. A obtenção de uma classificação final, na unidade curricular, superior a 18 valores implica a necessidade da realização de uma prova complementar.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies:

Weekly workload – 1 h TP + 3 h PL

Estimated total contact hours – 52 h + 12 h of extracurricular laboratory work

Autonomous study – 57.5 h

Attendance to students (time to be indicated by each teacher).

Evaluation:

Distributed evaluation without final exam, based fundamentally on the marks of two individual evaluation tests and on the average mark of four work assignments.

Final grade = (A + B + C) / 3,

where:

A is the "assembly drawing + mechanical components" test mark;

B is the "detail drawing + tolerancings" test mark;

C is the average mark of four work assignments.

The approval in the course unit depends on the average of the two tests marks be greater or equal than 8.0/20.

It will take place an optional resit exam (it will cover one test out of two).

The attainment of a final grade, in the course unit, greater than 18/20 must be confirmed by a complementary test.

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

Nas aulas teórico-práticas semanais (1 h TP), faz-se uma exposição detalhada do conteúdo programático de base da unidade curricular, ilustrada pela apresentação de alguns exemplos de aplicação.

Nas aulas práticas laboratoriais semanais (1,5 h PL + 1,5 h PL), faz-se uma apresentação breve de alguns conteúdos programáticos complementares, intercalada com a realização, por parte dos estudantes, de exercícios considerados relevantes e que se encontram, maioritariamente, incluídos nos textos de apoio da unidade curricular.

Nas aulas laboratoriais extracurriculares (12 h, no total), cada grupo de estudantes faz a desmontagem e posterior montagem de alguns conjuntos mecânicos de utilização corrente, com o objetivo de adquirir uma perceção geral sobre os seus modos de funcionamento e respetivas constituições, analisando, complementarmente, algumas soluções construtivas encontradas e tomando contacto com diferentes órgãos mecânicos, utilizados na construção mecânica. Cada grupo procede também à realização de operações simples de metrologia dimensional.

O atendimento aos estudantes, por parte dos docentes, existe ao longo de todo o semestre, em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes, os docentes disponibilizam, nos dias antecedentes, períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Weekly lectures (1 h TP) are based on detailed expositions of each basic topic of the course, illustrated by the presentation of application examples.

Weekly laboratory classes (1.5 h PL + 1.5 h PL) are based on brief presentations of complementary topics of the course, intercalated with the resolution, by the students, of exercises considered relevant, that can be found in the main bibliography of the course unit.

In the extracurricular laboratory classes (12 h, total), each group of students dismounts and remounts some mechanical systems for general use, in order to acquire a general perception about their working methods and compositions, examining, in addition, some constructive solutions found and getting in contact with different machine elements used in mechanical engineering. Each group makes also some simple linear and angular measurements. The attendance to the students, by the teachers, exists throughout the semester, in pre-established hours. At the times of evaluation tests, the teachers provide, in previous days, longer periods of service.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

Morais, J. M. S. (2016). Desenho Técnico Básico - 3. (26ª ed.). Porto: Porto Editora. ISBN: 972-96525-2-X.

Notas da Unidade Curricular:

Almacinha, J.; Simões Moraes, J. (2019). Texto de Apoio à Unidade curricular de Desenho de Construção Mecânica. Porto: AEFEUP, 2019.

Bibliografia adicional:

International Organization for Standardization (2009). ISO Standards Handbook – Technical Product Specification. Switzerland: ISO. ISBN: 978-92-67-10510-9.

International Organization for Standardization (2001). ISO Standards Handbook – Fasteners and screws threads. 3 parts in 2 Vols. (5ª ed.). Switzerland: ISO. ISBN: 92-67-10344-X e 92-67-10345-8.

International Organization for Standardization (2002). ISO Standards Handbook – Technical Drawings. Vols 1 e 2. (4ª ed.). Switzerland: ISO. ISBN 92-67-10262-1 e 92-67-10263-X.

International Organization for Standardization (1999). ISO Standards Handbook – Limits, fits and surface properties. Switzerland: ISO. ISBN: 92-67-10288-5.

Mapa IV - DESENHO TÉCNICO**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

DESENHO TÉCNICO

4.4.1.1. Title of curricular unit:*TECHNICAL DRAWING***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***DCF***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***13 h TP + 39 h PL***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Pré-requisitos**Noções básicas sobre desenho e instrumentos de desenho (ensino secundário).**Fundamentos de geometria euclidiana plana e espacial (ensino secundário).**Elementos de geometria descritiva (ensino secundário).***4.4.1.7. Observations:***Pre-requirements**Basic notions about drafting and drawing instruments (secondary school).**Fundamentals of plane and solid Euclidean geometry (secondary school).**Elements of descriptive geometry (secondary school).***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José António dos Santos Almacinha, 26 horas TP (2 turmas)+ 39 horas PL (8 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Carlos Miguel da Costa Gomes Fernandes – 39 horas PL. (8 turmas)**Carlos Manuel de Sousa Moreira da Silva – 78 horas PL(8 turmas)**Mariana Rita Ramos Seabra – 39 horas PL(8 turmas)**Rodrigo Pinto Carvalho – 39 horas PL(8 turmas)**José Duarte Ribeiro Marafona – 78 horas PL. (8 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final do período letivo, os estudantes deverão ser capazes de:**1) Elaborar desenhos de objetos em representação ortográfica e com cotagem nominal.**2) Ler desenhos de objetos em representação ortográfica e fazer as correspondentes representações perspéticas em axonometria isométrica.**3) Interpretar o significado das tolerâncias dimensionais inscritas em desenhos e determinar ajustamentos ISO que satisfaçam requisitos de conceção pré-determinados.**4) Estabelecer planificações de superfícies poliédricas e de simples curvatura.**As competências técnicas adquiridas nesta unidade são importantes para outras unidades curriculares, tais como Desenho de Construção Mecânica, Conceção e Fabrico Assistidos por Computador, Processos de Fabrico e Projeto Experimental & Computacional.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of the course, the students should be able to:**1) Make drawings of objects in orthographic representation and with nominal dimensioning.**2) Read drawings of objects in orthographic representation and make the correspondent pictorial representations (isometric drawings).**3) Interpret the meaning of the dimensional tolerances inscribed in drawings and determine the ISO fits that fulfils the design requirements previously established.**4) Make the developed views of polyhedral and single-curved surfaces.**Technical skills acquired in this Unit are important for course units like Mechanical Engineering Drawing, Computer Aided Design and Manufacturing and Experimental & Computational Project.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:**NORMALIZAÇÃO**

A Normalização em geral e nos desenhos técnicos.

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DE PRODUTOS Escalas, suportes de desenho, escrita ISO e linhas.

REPRESENTAÇÕES ORTOGRÁFICAS Tipos de sistemas de projeção. O método diédrico. Princípios gerais de representação de vistas, seleção de vistas, vistas parciais e auxiliares, cortes e secções. Leitura de desenhos ortográficos. **REPRESENTAÇÕES PERSPÉTICAS** Representações axonométricas (desenhos isométricos).

REPRESENTAÇÃO DE DIMENSÕES E TOLERÂNCIAS Princípios gerais; cotagem de cunhas, cones e perfis; teoria da cotagem nominal e dimensões nominais preferenciais. **ESPECIFICAÇÃO GEOMÉTRICA DE PRODUTOS (GPS)**

O conceito GPS, o modelo para a especificação geométrica; princípio fundamental de toleranciamento; toleranciamento dimensional o sistema ISO de tolerâncias e ajustamentos. **PLANIFICAÇÕES DE SUPERFÍCIES GEOMÉTRICAS**

Planificações de superfícies poliédricas e de simples curvatura. **INTRODUÇÃO AOS DESENHOS ESQUEMÁTICOS**

Representação simplificada de tubagens.

4.4.5. Syllabus:**STANDARDIZATION**

Standardization in general and in technical drawings.

TECHNICAL PRODUCT DOCUMENTATION

scales, drawing media, ISO lettering and lines.

ORTHOGRAPHIC PRESENTATIONS

Types of projection systems. Short references to the dihedral method. General principles of presentation for views, the choice of views, partial and auxiliary views, cuts and sections. The reading of orthographic drawings.

PICTORIAL REPRESENTATIONS

Axometric representations (isometric drawings).

PRESENTATION OF DIMENSIONS AND TOLERANCES

General principles; dimensioning of wedges, cones and profiles; theory of nominal dimensioning and preferred numbers.

GEOMETRICAL PRODUCT SPECIFICATION (GPS)

The concept of GPS; the model for geometric specification; fundamental tolerancing principle; dimensional tolerancing - ISO system of limits and fits.

GEOMETRIC SURFACE DEVELOPMENT

Developed views of polyhedral and single-curved surfaces.

INTRODUCTION TO SCHEMATIC DIAGRAMS

Simplified representation of Pipelines.

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

Os conteúdos programáticos abordados nesta UC foram estruturados de modo a que os estudantes possam:

- 1) *Compreender o conceito de Normalização e sua importância na Engenharia.*
- 2) *Adquirir bons conhecimentos sobre representação de objetos, em termos da sua geometria e dimensões nominais.*
- 3) *Desenvolver as suas capacidades de visualização espacial e de comunicação técnica.*
- 4) *Compreender o objetivo dos toleranciamentos através do conceito de Especificação Geométrica de Produtos (GPS).*
- 5) *Adquirir conhecimentos básicos sobre métodos de planificação de superfícies geométricas.*
- 6) *Conhecer os campos de aplicação dos desenhos esquemáticos.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The syllabus contents covered in this course unit were structured so that students can:

- 1) *Understand the concept of Standardization in general and its importance in Engineering.*
- 2) *Acquire deep knowledge about the representation of the nominal shape and dimensions of objects.*
- 3) *Develop their spatial visualization and technical communication skills.*
- 4) *Understand the goal of tolerancings through the concept of Geometrical product specification (GPS).*
- 5) *Acquire basic knowledge about surface development methods.*
- 6) *Know the fields of application of the schematic drawings.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

Carga horária semanal 1 h TP + 3 h PL Horas totais de contacto previstas 52 h Estudo autónomo 110 h

Atendimento aos estudantes (horário a indicar por cada docente).

Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final, baseada fundamentalmente nas classificações de dois testes englobando três exercícios.

*A classificação final = $0,4 * A + 0,35 * B + 0,25 * C$, em que: A é o exercício de "Representação ortográfica e cotagem" (1º teste); B é o exercício de "Representação isométrica" (2º teste); C é o exercício de "Tolerâncias dimensionais e Planificações ou Tubagens" (2º teste).*

Há uma Prova de recurso facultativa (com um carácter parcial: um ou dois exercícios de três). Quando a classificação final for $\geq 9,0$ valores, as informações (quando existentes) sobre o restante trabalho desenvolvido nas aulas poderão melhorar essa classificação até um máximo de 2,0 valores. Uma classificação final superior a 18 valores implica a necessidade da realização de uma prova complementar.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies:*Weekly workload – 1 h TP + 3 h PL**Estimated total contact hours – 52 h**Autonomous study – 110 h**Attendance to students (time to be indicated by each teacher).***Evaluation:***Distributed evaluation without final exam, based fundamentally on the marks of two individual evaluation tests covering three exercises.**Final grade = 0,4 * A + 0,35 * B + 0,25 * C,**where:**A "Orthographic representation and dimensioning" (1st test);**B "Isometric representation" (2nd test exercise);**C "Dimensional tolerances and Surface developments or Piping" (2nd test exercise).**It will take place an optional resit exam (it will cover one or two exercises out of three).**When the final grade is greater or equal than 9.0/20, information (if any) about students' remaining work and performance may improve this grade up until two more values.**The attainment of a final grade, in the course unit, greater than 18/20 must be confirmed by a complementary test.***4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Nas aulas teóricas práticas semanais (1 h TP), faz-se uma exposição detalhada do conteúdo programático de base da unidade curricular, ilustrada pela apresentação de alguns exemplos de aplicação.**Nas aulas práticas laboratoriais semanais (1,5 h PL + 1,5 h PL), faz-se uma apresentação breve de alguns conteúdos programáticos complementares, intercalada com a realização, por parte dos estudantes, de exercícios considerados relevantes e que se encontram, maioritariamente, incluídos nos textos de apoio da unidade curricular.**O atendimento aos estudantes, por parte dos docentes, existe ao longo de todo o semestre, em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes, os docentes disponibilizam, nos dias antecedentes, períodos de atendimento mais prolongados.***4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:***Weekly lectures (1 h TP) are based on detailed expositions of each basic topic of the course, illustrated by the presentation of application examples.**Weekly laboratory classes (1.5 h PL + 1.5 h PL) are based on brief presentations of complementary topics of the course, intercalated with the resolution, by the students, of exercises considered relevant and that can be found in the main bibliography of the course unit.**The attendance to the students, by the teachers, exists throughout the semester, in pre-established hours. At the times of evaluation tests, the teachers provide, in previous days, longer periods of service.***4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:***Livro de referência:**Morais, J. M. S. (2016). Desenho Técnico Básico - 3. (26ª ed.). Porto: Porto Editora. ISBN: 972-96525-2-X.**Notas da Unidade Curricular:**Almacinha, J.; Simões Moraes, J. (2019). Texto de Apoio à Unidade curricular de Desenho Técnico Porto: AEFEP.**Bibliografia adicional:**International Organization for Standardization (2002). ISO Standards Handbook – Technical Drawings. Vols 1 e 2. (4ª ed.). Switzerland: ISO. ISBN 92-67-10262-1 e 92-67-10263-X.**International Organization for Standardization (2009). ISO Standards Handbook – Technical Product Specification. Switzerland: ISO. ISBN: 978-92-67-10510-9.**International Organization for Standardization (1999). ISO Standards Handbook – Limits, fits and surface properties. Switzerland: ISO. ISBN: 92-67-10288-5. CHEVALIER, A. (2004). Guide du Dessinateur Industriel. Paris: Hachette Technique. ISBN: 2.01.168831.0**Silva, A.; Ribeiro, C. A.; Dias, J. & Sousa, L. (2004). Desenho Técnico Moderno. Lisboa: LIDEL. ISBN: 972-757-337-1.***Mapa IV - Eletricidade****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Eletricidade***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Electricity***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***AUT***4.4.1.3. Duração:***Semestral*

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

39 TP + 19,5 PL

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Pré-requisitos**É necessário um conhecimento prévio de derivação, integração (adquiridos em Análise Matemática I) e Álgebra complexa (adquiridos em Análise Matemática III).***4.4.1.7. Observations:***A previous knowledge on differential and integral calculus (from Mathematical Analysis I course), and also on Complex Algebra (from Mathematical Analysis III course), is required.***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Francisco Manuel Madureira e Castro Vasques de Carvalho, 58,5 TP (3 turmas) + 19,5 PL (11 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***António Manuel Ferreira Mendes Lopes, 39 TP (6 turmas)+ 19,5 PL (11 turmas)**Maria de Fátima de Castro Chousal, 78h PL (11 turmas)**João Pedro Barata Rocha Falcão Carneiro, 19,5 PL (11 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***RESULTADOS ESPERADOS: Espera-se que, no final do período letivo, os estudantes saibam utilizar as ferramentas tradicionais de análise de circuitos elétricos de corrente contínua e de corrente alternada; tenham conhecimento das noções fundamentais do eletromagnetismo, incluindo a capacidade de análise de circuitos magnéticos destinados a exercer força; saibam utilizar equipamento laboratorial elementar: osciloscópios, multímetros, fontes de alimentação, geradores de sinal.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***At the end of the course, the students should: 1. be able to use the fundamental techniques for the analysis of DC and AC circuits; 2. know the fundamental laws of electromagnetism, including the ability to analyze elementary magnetic circuits, including the capacity to execute force; 3. have practice with basic laboratory equipment: multimeters, oscilloscopes, power supplies and signal generators***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Fundamentos de circuitos elétricos 1.1. carga, corrente e lei de Kirchhoff da corrente 1.2. tensão e lei de Kirchhoff da tensão 1.3. potência elétrica 1.4. resistência e lei de Ohm 1.5. aparelhagem de medida 2. Análise de circuitos DC 2.1. método das tensões nos nós 2.2. método das correntes nas malhas 2.3. circuitos equivalentes de Thévenin e de Norton 2.4. máxima transferência de potência. 3. Análise de circuitos AC 3.1. elementos armazenadores de energia 3.2. fontes de tensão/corrente AC 3.3. análise de circuitos com elementos dinâmicos 3.4. fasores e impedância 3.5. métodos de análise de circuitos AC 3.6. resposta em frequência de circuitos AC 3.7. análise de circuitos trifásicos 4. Potência em circuitos AC 4.1. potência activa, reactiva e aparente 4.2. fator de potência 4.3. potência em circuitos trifásicos 5. Princípios de eletromecânica 5.1. eletricidade e magnetismo 5.2. circuitos magnéticos 5.3. materiais magnéticos e curvas B-H 5.4. conversão de energia eletromecânica***4.4.5. Syllabus:***ENG 1. Fundamentals of electric circuits 1.1. Charge, Current and Kirchhoff's Current Law 1.2. Voltage and Kirchhoff's Voltage Law 1.3. Electric Power 1.4. Resistance and Ohm's Law 1.5. Measuring Devices 2. DC Circuits 2.1. The Node Voltage Method and The Mesh Current Method 2.2. Thévenin and Norton Equivalent Circuits 2.3. Maximum Power Transfer 3. AC Circuits 3.1. Energy-Storage Elements 3.2. Time-Dependent Signal Sources 3.3. Solution of Circuits Containing Energy 3.4. Storage Elements 3.5. Phasors and Electric Impedance 3.6. AC Circuit Analysis Methods 3.7. Frequency Response of AC circuits 3.8. Three-Phase Circuits 4. Power in AC Circuits 4.1. Active, Reactive and Apparent Power 4.2. Power Factor 4.3. Three-Phase Power 4.4. Basic Notions on Residential Wiring 5. Principles of Electromechanics 5.1. Electricity and Magnetism 5.2. Magnetic Circuits 5.3. Magnetic Materials and B-H Curves 5.4. Electromechanical Energy Conversion***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

O objetivo essencial desta UC é apresentar os conceitos fundamentais de Eletricidade e de Circuitos Magnéticos no âmbito do curso de Engenharia Mecânica, ou seja, no âmbito de um curso de Engenharia não-Eletrotécnica. Os 5 tópicos dos conteúdos programáticos constituem uma sequência natural de apresentação destes conceitos. Os aspetos básicos de análise de circuitos são detalhados no ponto 1, sendo concretizados para a análise de circuitos DC e AC nos pontos 3 e 4, respetivamente. O tópico 4 aborda os conceitos fundamentais de análise de potência em circuitos AC, sendo que o tópico 5 lida com, desde os conceitos básicos de eletromagnetismo, até ao conceito de força eletromagnética, fundamental no contexto da Engenharia Mecânica.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The main objective of this course is to present the basic principles and foundations of Electricity and Magnetic Circuits to the Mechanical Engineering students. That is, to an audience composed of non-electrical engineering students. A second objective is to present the essential material in an uncomplicated fashion, focusing on the important results and applications, and presenting the students with the most appropriate analytical and computational tools to solve a variety of practical problems. The presentation evolves from the basic electrical circuit analysis, both in AC and DC circuits, to power analysis in AC circuits. Finally, basic concepts on electromagnetism are presented, in order to explain electromagnetic forces.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

Dois tipos de aulas complementares (teórico-práticas (TP) e laboratoriais (PL)), cujos objetivos se interligam entre si: exposição do programa da disciplina e resolução de problemas (TP) e execução de trabalhos práticos em laboratório (PL).

Avaliação:

*São objeto de avaliação: - O desempenho do estudante nas aulas laboratoriais (DL) (25%); - 2 mini-testes escritos (sem consulta): MT1 (37,5%) realizado a meio do semestre e MT2 realizado no final do semestre (37,5%). A aprovação nesta unidade curricular está dependente da obtenção de uma classificação mínima de 8,0 valores nos mini-testes escritos. A classificação final (CF) será calculada da seguinte forma: $CF = 0,25*DL + 0,325*MT1 + 0,425*MT2$ (caso $\min \{MT1, MT2\} \geq 8,0$ valores); $CF = \min \{MT1, MT2\}$ (caso $\min \{MT1, MT2\} < 8,0$ valores).*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies:

Two types of classes (tutorials (TP) and laboratorial (PL)) with complementary objectives: exposition of the course subjects and discussion of practical cases (TP) and execution of laboratorial experiments (PL).

Evaluation:

There are two evaluation components: 1. Component DL: Individual performance analysis of each student in the laboratory (25%); 2. Component MT: two intermediate examinations (75%). For students with a classification in component MT greater or equal to 8.0, the final classification will be the average of component DL (25%) and component MT (75%); For students with a classification in component MT smaller than 8.0, the final classification will be the classification of component MT.

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

A unidade curricular funciona no regime de duas aulas teórico-práticas por semana com uma duração de 1,5h cada uma. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique na parte inicial à exposição de matéria teórica, logo seguida de exemplos práticos de aplicação resolvidos pelo docente. Subsequentemente, nas aulas laboratoriais serão desenvolvidos um conjunto de trabalhos práticos que abordem a temática subjacente ao conteúdo teórico prático ministrado.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

This curricular unit considers two TP classes per week, with 1,5 hours each. This type of TP classes allows to sequentially present the course syllabus, and to dynamically solve specific problems with the students. In parallel, the laboratory classes allows the students to exercise all these concepts through a set of laboratory works, that address the main topics of the syllabus.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Rizzoni, Giorgio; Principles and applications of electrical engineering. ISBN: 0-07-121771-1

Bibliografia adicional:

William Hayt, Jack Kemmerly, Steven Durbin; Análise de Circuitos em Engenharia 7e, McGraw-Hill, 2008. ISBN: 978-85-7726-021-8

António Mendes Lopes, Francisco Vasques; Sistemas Eléctricos: slides (Disponível no site da disciplina)

António Mendes Lopes, Francisco Vasques; Sistemas Eléctricos: guia de trabalhos práticos (Disponível no site da disciplina)

Alexander, Charles K.; Fundamentos de circuitos eléctricos. ISBN: 978-85-86804-97-7

Mapa IV - Estatística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:*Statistics***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***G***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***121.5***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-39h; PL-6,5h***4.4.1.6. ECTS:***4.5***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria Henriqueta Dourado Eusébio Sampaio da Nóvoa, (4 Turma TP) (39 horas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***António Carlos Corte-Real de Sousa (4 Turmas TP) (117 h TP)**Mario Filipe Amorim Faria de Oliveira Lopes (10 Turmas PL) (65h PL)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***OBJECTIVOS ESPECÍFICOS: Dotar os estudantes com uma visão integrada da Estatística e da sua utilidade, tornando-os utilizadores potenciais da Estatística Descritiva e da Inferência Estatística.**RESULTADOS ESPERADOS: No final do período letivo, espera-se que os estudantes sejam capazes de:*

- *Enunciar e interpretar os principais conceitos da Estatística;*
- *Utilizar as ferramentas de estatística descritiva na análise de dados amostrais;*
- *Utilizar folhas de cálculo excel para a resolução de problemas de estatística descritiva;*
- *Resolver problemas comuns envolvendo a teoria elementar da probabilidade, variáveis aleatórias, distribuições de probabilidade, amostragem aleatória, estimação por intervalo e teste de hipóteses.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*SPECIFIC AIMS: Provide students with an integrated view of Statistics and its usefulness, making them capacitated users of Descriptive Statistics and Statistical Inference.**LEARNING OUTCOMES: By the end of the semester, students should be able to:*

- *Explain and interpret the main statistical concepts;*
- *Use descriptive statistics tools to analyse sample data;*
- *Use excel spreadsheets to solve problems using descriptive statistics;*
- *Solve common problems involving basic theory of probability, random variables, probability distributions, random sampling, confidence intervals and hypothesis testing.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*1. OBJECTO E MÉTODO DA ESTATÍSTICA.**2. ESTATÍSTICA DESCRITIVA: Caracterização de amostras univariadas e bivariadas.**3. TEORIA ELEMENTAR DE PROBABILIDADE.**4. VARIÁVEIS ALEATÓRIAS E DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE**5. DISTRIBUIÇÃO CONJUNTA DE PROBABILIDADE DE DUAS VARIÁVEIS ALEATÓRIAS: Distribuições conjunta, marginal e condicional. Variáveis independentes. Covariância e correlação. Combinação linear de variáveis aleatórias.**6. CARACTERIZAÇÃO DE ALGUMAS DISTRIBUIÇÕES DISCRETAS UNIVARIADAS: Binomial, Hipergeométrica e Poisson.**7. CARACTERIZAÇÃO DE ALGUMAS DISTRIBUIÇÕES CONTÍNUAS UNIVARIADAS: Uniforme, Exponencial Negativa, Normal, Qui-quadrado, t e F.**8. AMOSTRAGEM ALEATÓRIA E DISTRIBUIÇÕES AMOSTRAIS: Distribuição da média amostral. Teorema do limite*

central. Geração de amostras aleatórias.

9. ESTIMAÇÃO POR INTERVALO: Especificação de intervalos de confiança.

10. TESTE DE HIPÓTESES: Especificação de testes de hipóteses.

4.4.5. Syllabus:

ENG 1. Statistics' scope and methods.

2. Descriptive statistics: Description of univariate and bivariate samples of quantitative or qualitative data.

3. Basic probability theory.

4. Random variables and probability distributions: distributions of discrete variables, distribution parameters. Linear transformations of random variables.

5. Joint distribution of two random variables: covariance and correlation.

6. Characterization of some discrete univariate distributions: the Binomial distribution, the Hypergeometric distribution and the Poisson distribution.

7. Characterization of some continuous univariate distributions: Uniform, exponential and the Normal distribution, the t distribution, the Chi-square distribution and the F distribution.

8. Random sampling and sampling distributions: distribution of the sample mean. Central limit theorem. Generation of random samples.

9. Statistical inference: confidence intervals.

10. Statistical inference: hypothesis testing.

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

O programa definido dá a conhecer aos estudantes os principais temas inerentes a uma unidade curricular inicial de Estatística, dotando os estudantes com uma visão informada da necessidade e utilidade da Estatística em ambiente empresarial.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The defined syllabus aims at introducing students to the major themes of an initial course unit in Statistics, providing them with an informed view of the need and usefulness of statistics knowledge in a business environment.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

- Aulas Teórico-Práticas (TP): Exposição dos temas programáticos, sempre que possível com recurso a métodos de aprendizagem ativa.

- Aulas Práticas em computador (PL): Durante 5 semanas os estudantes têm uma aula adicional de 1.5h em salas de computadores.

Carga horária semanal - 3h TP

Aulas em computador – 1.5h PL em 5 semanas consecutivas

Horas de contato – 46.5h

Estudo autónomo e preparação para exames –75h

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final

Condições de Frequência: De acordo com as "Normas Gerais de Avaliação- artigo 4º", Conselho Pedagógico da FEUP.

Fórmula de avaliação: A classificação final (CF) é determinada pela seguinte fórmula:

$$CF = 0.25 MT + 0.75 EF$$

MT: Mini-teste em sala de computador a meio do semestre.

EF: Exame Final em época de exames.

Salvo em situações excecionais, não há recurso em sala de computador do Mini-teste.

O exame de recurso tem peso de 75%, tendo uma nota mínima de 8 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies:

- Theoretical-practical lessons (TP): presentation of the topics in the syllabus, whenever possible resorting to active learning methods.

- Practical classes in computer rooms (P): for 5 weeks the students have an additional class of 1.5 hours in computer rooms.

Weekly load - 3h TP

Computer classes – 1.5h P in 5 weeks in a row

Total contact hours – 46.5h

Autonomous study and exam preparation –75h

Type of evaluation: Distributed evaluation with a final exam.

Conditions for attendance: According to the "General Evaluation Rules of FEUP - article 4th".

Evaluation formula: The final grade (FC) is obtained using the following formula:

$$FC = 0.25 ME + 0.75 FE$$

ME: Mini-exam performed in the middle of the term in computer rooms to evaluate excel skills

E: Exam.

Apart from duly and proven exceptional circumstances, the Mini-exam cannot be repeated.

The Final Exam is credited for 75% and the students should have a minimum score of 8 points out of 20 in this exam.

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

As aulas são do tipo teórico-práticas, sendo intercalada a exposição da teoria com a resolução de problemas práticos. Está prevista a realização de aulas exclusivamente em computador de forma a agilizar os estudantes na resolução de problemas com recurso a folhas de cálculo (i.e. Excel) ou software estatístico apropriado. Estas diferentes abordagens permitem dar cumprimento aos objetivos da unidade curricular, ou seja, capacitar os estudantes para a utilização da Estatística em ambientes empresariais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Classes are theoretical-practical, intertwining the presentation of theoretical concepts with practical problem solving. Classes exclusively on computers are planned, in order to streamline students in problem solving using excel spreadsheets or appropriate statistical software packages. These different approaches enable the fulfilment of the course unit's objectives, enabling students to be proficient with the use of statistics in business environments.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

Guimarães, R.C. Cabral, J.A.S. (2010). Estatística. (2ª ed.). Lisboa: Verlag Dashöfer, ISBN: 978-989-642-108-3.

Notas da Unidade Curricular:

Nóvoa, H., Camanho A. (2019), Estatística; Slides de apoio à unidade curricular.

Bibliografia adicional:

Wonnacott, T.H., Wonnacott, R. J. (1990). Introductory Statistics. (5ª ed.). John Wiley & Sons, ISBN: 0-471-51733-X

Mapa IV - Introdução à Engenharia Mecânica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Engenharia Mecânica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Mechanical Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Semestral

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

40,5h

4.4.1.5. Horas de contacto:

13T

4.4.1.6. ECTS:

1.5

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

Não aplicável

4.4.1.7. Observations:

Not applicable

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Abel Dias dos Santos 13 horas T. (2 t), José Manuel Ferreira Duarte 13 horas T. (2 t)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

José Manuel Ferreira Duarte – 13T (2 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Desenvolver o conhecimento e compreensão sobre o mundo que nos rodeia, os principais problemas globais, sociais, ambientais, de sustentabilidade e económicos; adquirir conhecimentos sobre os principais processos tecnológicos usados no desenvolvimento de produtos e fabricação de componentes; permitir a abertura de perspetivas nos fatores condicionantes do fabrico e uso de produtos.

Permitir a sensibilização para os principais problemas atuais e os que se podem antever no futuro, relacionando-os com o contributo da Eng.^a Mecânica para a sua solução.

Consciencializar os estudantes para os problemas sociais, ambientais e de sustentabilidade a nível global e local e para as questões éticas; dar a conhecer as capacidades e as potencialidades das técnicas de desenvolvimento de produto e das principais tecnologias de fabricação mecânica; melhorar o espírito crítico e construtivo; ampliar a capacidade de identificar problemas e de estudar soluções.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

To develop the knowledge and understanding about how the world works and to identify the main global problems of the society, the environment, sustainability and economy.

To provide information regarding the main technological processes, enabling the design and manufacturing of parts in Mechanical Engineering.

To promote the insight of new perspectives related with restraining factors for product manufacturing and its interaction with users (e.g. design for all), environmental problems and sustainability.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- O presente e o futuro da Eng^a Mecânica; - Ecodesign e Design Universal; - Ambiente e sustentabilidade; - As revoluções industriais e o papel da engenharia; - Revolução informática e educação: A caminho de uma sociedade do conhecimento? Inteligência artificial e Biotecnologia; - Tecnologias de fabricação: Fabrico aditivo, Tecnologia da fundição, Tecnologia da maquinagem, Tecnologia da conformação plástica, Tecnologias de ligação; - A metrologia no âmbito da engenharia mecânica.

4.4.5. Syllabus:

- Current and future trends in mechanical engineering practice; - Ecodesign and Design for All; - Environment and sustainability; global warming; - Industrial Revolutions and role of Engineering; - Informatics Revolution and Education: on the way to a society of knowledge?;

- Manufacturing technologies: Additive Manufacturing, Casting, Machining, Metal Forming, Joining; - Metrology and its application to Mechanical Engineering.

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

Os objetivos estabelecidos para esta unidade curricular abordam áreas fundamentais da engenharia e em especial da engenharia mecânica e procura-se sensibilizar os estudantes para os aspetos da profissão em enquadramentos históricos, éticos, sociais, tecnológicos e outros. Os conteúdos programáticos e a sua metodologia estão em correspondência com os objetivos propostos, permitindo aos estudantes a sensibilidade para o uso dos conhecimentos de engenharia a obter ao longo do curso e para a sua aplicação em benefício da sociedade, com a flexibilidade para aprendizagem ao longo da vida.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Defined objectives are related with fundamental topics in the context of applied engineering and mechanical engineering. Students will develop and understand the engineering practice in a wider perspective: historical, ethical, social, technological, etc.

Contents and methodology are tuned and correspond to proposed objectives, thus allowing students to meet the engineering knowledge and its application to being useful to economy and society, including also and promoting the skills to flexibility and lifelong learning.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

Carga horária semanal - 1h T

Horas totais previstas – 13h T

Preparação para exames – 27,5h

Atendimento aos estudantes (horário a indicar por cada docente).

Avaliação:

A avaliação consiste na realização de dois testes parcelares, com um peso individual de 45% na classificação final, propondo-se ainda trabalhos de participação em conteúdos das aulas, a realizar via Moodle, com um peso de 10% na classificação final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies:

Weekly workload - 1h T

Estimated total hours - 13h T

Exam preparation - 27.5h

Attendance to students (schedule to be indicated by each teacher).

Evaluation:

The assessment will consist of two partial tests, with an individual weight of 45% in the final mark, and works of participation in class content, to be carried out via Moodle, with a weight of 10% in the final mark.

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

A unidade curricular funciona no regime de uma aula teórico-prática por semana com uma duração de 1.5 h. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique à exposição da matéria proposta, havendo sempre a possibilidade de se procurar a interação com os estudantes e a dinamização do seu envolvimento nas temáticas propostas. Em conteúdos definidos, os estudantes são convidados a participar previamente nos temas, pela resposta a questionário através da plataforma MOODLE-UP, sensibilizando-se desta forma o estudante para a temática e promovendo-se a discussão e intervenção de todos, neste processo de ensino-aprendizagem. Os docentes para além da interação com os estudantes durante as aulas, também estão disponíveis para atendimento e para a resolução de todas as questões existentes sobre o conteúdo disciplinar, em horário planeado.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

This course has 1.5 hours of lecture per week. This typology will allow the teacher to devote himself to the presentation of the proposed subject, always giving the possibility of looking for interaction with the students and looking for their involvement in proposed topics. For defined contents, students will be invited to participate in advance, by response to questionnaires using MOODLE-UP platform, thus preparing the student for topic and anticipating discussions.

In addition to interacting with students during classes teachers are also available for attendance and for resolution of every issue, regarding course contents.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

Barbedo de Magalhães, Santos, A.D., Falcão e Cunha, J., (2015), INTRODUÇÃO À ENGENHARIA MECÂNICA, Ed. Publindustria, ISBN 9789897231049.

Notas da Unidade Curricular:

J. Ferreira Duarte, Abel D. Santos, Apontamentos da disciplina e acetatos.

Bibliografia adicional:

Santos, A., Ferreira Duarte, J., Rocha, A.B., (2005) Tecnologia da embutidura. ISBN: 972-8826-03-06

Ferreira Duarte, J., Rocha, A.B., Santos, A., (2003), Corte em ferramenta. ISBN: 972-8826-00-1

Jorge Rodrigues, Paulo Martins (1995), Tecnologia mecânica. ISBN: 972-592-184-4

John A. Schey, (1999), Introduction to manufacturing processes, 3rd edition. ISBN: 0-07-031136-6

Mapa IV - MATERIAIS METÁLICOS

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

MATERIAIS METÁLICOS

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Metallic Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Mat

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

26h T, 26h PL

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

Conceitos mecânicos e metalúrgicos de comportamento mecânico.

Diagramas de equilíbrio de ligas metálicas.

4.4.1.7. Observations:

Mechanical and metallurgical concepts of mechanical behavior.

Equilibrium diagram of metal alloys.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Fernando Jorge Lino Alves, 52h T (2 turmas)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Rui Jorge de Lemos Neto – 52h PL (8 turmas)

Lucas Filipe Martins da Silva – 52h PL (8 turmas)

Ricardo Carbas - 104h PL (8 turmas)

Docente a contratar - 104h PL (8 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Compreender o processo de fabrico dos aços e ferros fundidos e origem das inclusões.

Compreender, prever e relacionar as microestruturas com a composição química, velocidades de arrefecimento e propriedades mecânicas.

Conhecer a nomenclatura e objetivos dos principais estados de fornecimento das ligas metálicas e respetivos tratamentos térmicos.

Capacidade de discutir a seleção das ligas metálicas

Capacidade de projetar e compreender tratamentos térmicos.

Selecionar materiais, revestimentos e tratamentos superficiais, tendo em conta a resistência à corrosão, facilidade do processo de fabrico e reciclabilidade das soluções propostas.

Competências Computacionais

Domínio de software de seleção de materiais – CES Edupack

Competências Experimentais

Efetuar tratamentos térmicos, análise microestrutural e ensaios mecânicos.

Competências Transversais

Capacidades para recolha de informação técnica, realizar trabalhos práticos em grupo, relatórios e apresentações.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Understand the process of manufacture of the cast iron and steels and origin of the inclusions.

Understand, predict and relate microstructures with chemical composition, cooling rates and mechanical properties.

To know the nomenclature and objectives of the main states of supply of the metallic alloys and their thermal treatments.

Ability to discuss the selection of metal alloys.

Ability to design and understand thermal treatments.

Select materials, coatings and surface treatments, considering the corrosion resistance, ease of the manufacturing process and recyclability of the proposed solutions.

Computer Skills

Domain material selection software - CES Edupack

Experimental Skills

Carry out thermal treatments, microstructural analysis and mechanical tests.

Transversal Competencies

Capabilities to collect technical information, carry out group work, reports and presentations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

LIGAS FERROSAS

Processo de fabrico do aço e ferros fundidos. Inclusões.

Diagrama de Equilíbrio das Ligas Fe-C. Influência dos elementos de liga.

Diagramas de transformação da austenite.

Transformações martensíticas.

Tratamentos térmicos.

Tipos de aços: construção, ferramentas, inoxidáveis e de precipitação estrutural. Características mecânicas.

Tratamentos térmicos. Tratamentos termoquímicos. Tipos de corrosão. Classificações normalizadas.

Ferros fundidos: cinzentos, dúcteis, brancos, maleáveis e temperados. A inoculação e a nodularização. Propriedades mecânicas. Tratamentos térmicos.

LIGAS NÃO FERROSAS

Cobre e suas ligas: latões e bronzes.

Alumínio e suas ligas. Alumínios tratáveis e não tratáveis termicamente.

Ligas de Zinco. Ligas de Magnésio.

Ligas de Titânio. Ligas com memória de forma.

Ligas para altas temperaturas: as superligas de Níquel.

Softwares de seleção de materiais: CES Edupack. Ciclo de vida dos materiais metálicos. Sustentabilidade e eco-design, a ferramenta “Eco-audit”.

4.4.5. Syllabus:

FERROUS ALLOYS

Manufacturing process of steel and cast iron. Inclusions.

Equilibrium diagram of Fe-C Alloys. Influence of the alloying elements. Austenite transformation diagrams.

Martensitic transformations.

Thermal treatments.

Types of steels: construction, tools, stainless and structural precipitation. Mechanical properties. Thermal treatments.

Thermochemical treatments. Types of corrosion. Standards.

Cast iron: gray, ductile, white, malleable and treated. Inoculation and nodularization. Mechanical properties. Thermal treatments.

NON-FERROUS ALLOYS

Copper and its alloys: brass and bronze.

Aluminum and its alloys. Treatable and non-thermally treatable aluminum.

Zinc alloys. Magnesium alloys.

Titanium alloys. Shape memory alloys.

High temperature alloys: nickel superalloys.

Material selection software: the CES Edupack. Life cycle of metallic materials. Sustainability and eco-design, the "Eco-audit" tool.

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

Dotar os estudantes de conhecimentos básicos acerca dos materiais metálicos (ligas ferrosas e não ferrosas), tratamentos térmicos, termoquímicos e revestimentos, capacidade de seleção em função do tipo de aplicação, influência da microestrutura no comportamento mecânico e ensaios mecânicos.

É dada mais ênfase aos materiais ferrosos, devido à sua maior especificidade em termos de alteração das propriedades mecânicas em função dos tratamentos realizados.

As aulas práticas laboratoriais consolidam os conteúdos programáticos, onde os estudantes (em grupos de 2) utilizam os diferentes tipos de equipamentos disponíveis para preparação metalográfica, análise microscópica, realização de tratamentos térmicos e ensaios mecânicos. A realização do relatório, um poster e discussão do trabalho, permite avaliar a capacidade de interpretação dos resultados obtidos e consolidação dos conhecimentos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Provide students with basic knowledge about metallic materials (ferrous and non-ferrous alloys), thermal treatments, thermochemical and coatings, selection ability according to the type of application, influence of microstructure on mechanical behavior and mechanical tests.

More emphasis is placed on ferrous materials, due to their greater specificity in terms of changes in mechanical properties as a function of the treatments performed.

Practical laboratory classes consolidate the syllabus content, where students (in groups of 2) use the different types of equipment available for metallographic preparation, microscopic analysis, thermal treatments and mechanical tests.

The accomplishment of the report, a poster and discussion of the work, allows to evaluate the capacity of interpretation of the obtained results and consolidation of the knowledge.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino / Teaching methodologies:

Carga horária semanal – 2h T, 2h PL

Horas totais previstas –52h

Estudo autónomo e realização dos relatórios dos trabalhos experimentais – 106h

Visita de estudo a empresa do ramo –4h

Atendimento aos estudantes (os docentes estão sempre disponíveis, uma vez que os trabalhos necessitam de um elevado envolvimento dos docentes e estudantes).

Avaliação / Evaluation:

A avaliação é distribuída com um exame final:

Trabalho prático (grupos de 2 estudantes): 30%

Exame final ou de recurso: 70%

Nota mínima no exame = 7,0 valores

Só a parte do exame é suscetível de melhoria.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies:

Weekly load - 2h Theory, 2h Laboratory Practices

Total hours -52h

Autonomous study and reporting of experimental work - 106h

Study visit to the a steel company -4h

Attendance to students (teachers are always available, since work requires a high involvement of teachers and students).

Evaluation:

The assessment is distributed with a final exam:

Practical work (groups of 2 students): 30%

Final exam or resource: 70%

Minimum exam mark = 7.0/20 values

Only the part of the exam is susceptible to improvement.

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

A unidade curricular funciona no regime de duas aulas teóricas por semana com uma duração de 1h e uma aula prática laboratorial de 2h. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique na parte teórica à exposição dos conteúdos programáticos. Subsequentemente, é proposto aos estudantes a realização de um trabalho experimental com o objetivo de consolidar os conteúdos teóricos abordados. O trabalho prático pode abordar os materiais não ferrosos ou ferrosos. No caso destes últimos podem ser realizados trabalhos de identificação de componentes,

têmpera martensítica ou bainítica, recozidos de normalização ou amaciamento, ensaios Jominy, cementação, ensaio Charpy, etc. A variedade de temáticas cobertas nos trabalhos experimentais permite um maior envolvimento dos estudantes ao permitir estudar com profundidade um tema do seu interesse. A possibilidade de trazerem peças/dispositivos metálicos que achem interessantes para ser estudadas, revela-se um fator extra de motivação para os objetivos da aprendizagem.

O atendimento aos estudantes por parte dos docentes é realizado ao longo de todo o semestre para permitir o esclarecimento de dúvidas sobre o conteúdo programático, realização trabalhos experimentais e respetivos relatórios e poster.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit works in the regime of two theoretical classes per week with a duration of 1h and a practical laboratory class of 2h. This typology of classes allows the teacher to dedicate to the theoretical part of the programmatic contents. Subsequently, it is proposed to the students the accomplishment of an experimental work with the objective of consolidating the theoretical contents. Practical work can address non-ferrous or ferrous materials. In the case of the latter, work can be carried out on component identification, martensitic or bainitic quenching, normalization annealing or softening, Jominy tests, carburizing, Charpy testing, etc. The variety of subjects covered in the experimental work allows a greater enrolment of the students, allowing to study in depth a theme of their interest. The possibility of bringing metallic pieces / devices that they find interesting to be studied, proves to be an extra motivating factor for learning objectives.

The students' attendance by the teachers is carried out throughout the semester to allow the clarification of doubts about the program content, experimental work and respective reports and poster.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

da Silva, L. F. M., Alves, F. J. L., & Marques, A. T. (2013). Materiais de construção.

Soares, P. (1992). Aços – Características Tratamentos.

Notas da Unidade Curricular:

Lino, J. (2020). Materiais metálicos – slides das aulas, FEUP

Bibliografia adicional:

Smith, W. F., & Rosa, M. E. (1998). Princípios de ciência e engenharia de materiais.

Askeland, D. R., Phulé, P. P., Wright, W. J., & Bhattacharya, D. K. (2003). The science and engineering of materials

Davis, J. R. (Ed.). (1994). Stainless steels. ASM international

Soares, P. (2009). Aços para ferramentas – características tratamentos aplicações.

Silva, L., Lino Alves, J., Torres Marques, A., Duarte, T., Antunes, V., & Nóvoa, P. (2017). Problemas e Trabalhos Práticos de Materiais de Construção.

Mapa IV - MATERIAIS NÃO METÁLICOS

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

MATERIAIS NÃO METÁLICOS

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Non Metallic Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Mat

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

121,5h

4.4.1.5. Horas de contacto:

26 T e 26 PL

4.4.1.6. ECTS:

4,5

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

Conhecimentos sobre ligações químicas, diagramas de equilíbrio, estruturas dos materiais, comportamento mecânico.

Domínio de programa de seleção de materiais – CES Dupack.

4.4.1.7. Observations:

*Knowledge about chemical bonds, equilibrium diagrams, material structures, mechanical behavior.
Knowledge about material selection program - CES Edupack*

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Fernando J. Lino Alves, 8h T (1 t), 40h PL (8 t), Albertino J. C. Arteiro 18h T (1 t), 144h PL (8 t)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Teresa Margarida Guerra Pereira Duarte – 24h PL (8 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

*Conhecimento dos diversos materiais cerâmicos, poliméricos e compósitos de matriz polimérica, suas principais aplicações e propriedades;
Compreensão do que são propriedades mecânicas, óticas, térmicas e elétricas.
Conhecimento dos principais processos de fabrico.
Competências Computacionais
Domínio de software de seleção de materiais – CES Edupack
Competências Experimentais
Capacidade de realizar trabalhos experimentais; recolher dados, interpretá-los e relacioná-los com os diferentes assuntos.
Realização de pequenos projetos sobre seleção de materiais e processos de produção.
Competências Transversais
Capacidades para recolha de informação científica, recorrendo a diversas fontes (livros, artigos científicos, bases de dados), elaboração de relatórios técnicos e posters;
Formação em infoliteracia;
Aptidão para a realização de trabalhos práticos em grupo e apresentação e discussão dos resultados.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

*Acquisition of knowledge on non-metallic materials that allow the selection of these materials.
Knowledge of the several ceramic materials, polymeric and composites of polymer matrix, its main applications and properties;
Understanding of mechanical, optical, thermal and electrical properties.
Knowledge of the main manufacturing processes.
Computer Skills
Domain material selection software - CES Edupack
Experimental Skills
Ability to perform experimental work; collect data, interpret them and relate to different subjects.
Perform small projects on selection of materials and production processes.
Transversal Competencies
Capabilities to collect scientific information, using various sources (books, scientific articles, databases), produce technical reports and posters;
Formation in infoliteracy;
Ability to carry out practical group work, presentation and discussion of results.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Materiais cerâmicos

- 1. Introdução, propriedades gerais dos materiais cerâmicos e aplicações dos cerâmicos tradicionais, de engenharia e vidros.*
- 2. Processamento dos materiais cerâmicos.*
- 3. Introdução à sinterização. Sinterização no estado sólido, com fase líquida e com reação.*
- 4. Propriedades mecânicas, térmicas e óticas.*
- 5. Cerâmicos avançados. Novos materiais e novas aplicações. Desafios futuros.*

Materiais poliméricos e compósitos de matriz polimérica

- 1. Introdução aos materiais poliméricos e compósitos de matriz polimérica.*
- 2. Relação estrutura e propriedades.*
- 3. Polímeros comercialmente importantes.*
- 4. Processos de transformação de polímeros e compósitos.*
- 5. Comportamento mecânico de polímeros e compósitos.*
- 6. Aplicações de polímeros e compósitos. Compósitos multifuncionais. Reciclagem e sustentabilidade.*

4.4.5. Syllabus:

Ceramic materials

- 1. Introduction, general properties of ceramic materials and applications of traditional and engineering ceramics and glass.*
 - 2. Processing of ceramic materials.*
 - 3. Introduction to sintering. Solid state sintering, with liquid phase and with reaction.*
 - 4. Mechanical, thermal and optical properties.*
 - 5. Advanced ceramics. New materials and new applications. Future challenges.*
- Polymeric materials and polymer matrix composites*

1. *Introduction to polymeric materials and polymer matrix composites.*
2. *Relation with structure and properties.*
3. *Commercially important polymers.*
4. *Processes of transformation of polymers.*
5. *Rigidity and strength of polymers.*
6. *Mechanical behavior and composite transformation processes.*

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

Os tópicos do conteúdo programático constituem uma sequência natural de apresentação dos conceitos.

As aulas teóricas introduzem os conceitos principais. As aulas práticas são lecionadas nos laboratórios do DEMec, onde os estudantes utilizam os equipamentos disponíveis para resolver os problemas apresentados.

Procura-se familiarizar o estudante com problemas específicos de seleção e aplicações dos materiais cerâmicos e poliméricos. Nas aulas de materiais cerâmicos são realizados trabalhos sobre identificação, caracterização e processamento de materiais cerâmicos. No capítulo dos polímeros são realizados trabalhos sobre identificação e caracterização mecânica de diferentes tipos de materiais poliméricos. Poderão ser realizadas visitas a empresas que empregam os materiais estudados.

Uma componente adicional importante passa pela formação em infoliteracia, dada a forte componente de autoaprendizagem motivada pelos rápidos avanços e crescente aplicação destes materiais em engenharia.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The topics of the syllabus are a natural sequence of the concepts presentation.

Theoretical classes introduce the main concepts. The practical classes are taught in DEMec laboratories, where students use the equipment available to solve the problems presented.

It is sought to familiarize the student with specific problems of selection and applications of ceramic and polymeric materials. In the classes of ceramic materials work is carried out on identification, characterization and processing of ceramic materials.

In the chapter of the polymers work is carried out on the identification and mechanical characterization of different types of polymeric materials. Visits may be made to companies that use the materials studied.

An important additional component is training in infoliteracy, given the strong self-learning component motivated by the rapid advances and increasing application of these materials in engineering.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino / Teaching methodologies:

Carga horária semanal – 1h TP e 2h PL

Horas totais previstas – 39h

Realização dos relatórios dos trabalhos de pesquisa e experimentais – 72,5h

Visita de estudo a empresas do ramo – 10h

Atendimento aos alunos (horário a indicar por cada docente).

Avaliação / Evaluation:

A avaliação consiste na realização de trabalhos práticos (grupos de 2/3 estudantes) de identificação e processamento dos materiais lecionados, e trabalhos de pesquisa bibliográfica.

Materiais cerâmicos

8 valores TP1 (30%) - análise e discussão de um artigo científico sobre um material/processo cerâmico; TP2 (30%) - produção de componentes cerâmicos; Atividades experimentais (40%).

Materiais poliméricos:

12 valores TP1- Monografia (60%); TP2 - trabalhos práticos e participação ativa nas aulas (40%).

Os estudantes só poderão obter aprovação na UC desde que alcancem uma classificação de pelo menos 40% a cada uma das partes (materiais cerâmicos e materiais poliméricos).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Weekly classes - 1h TP and 2h PL

Total hours - 39h

Reporting of research and experimental works - 72.5h

Study visit to industrial companies - 10h

Attendance to students (time to be indicated by each teacher).

Evaluation / Evaluation:

The evaluation consists in the accomplishment of practical works (groups of 2/3 students) of identification and processing of the materials taught, and bibliographic research works.

Ceramic materials: 8/20 values

TP1 (30%) - analysis and discussion of a scientific paper about a ceramic material / process;

TP2 (30%) - production of ceramic components;

Experimental activities (40%).

Polymeric materials:

12 values TP1- Monograph (60%);

TP2 - practical assignments and active participation in classes (40%).

Students will only be able to obtain approval in the UC as long as they reach a classification of at least 40% for each part (ceramic materials and polymeric materials).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A unidade curricular funciona no regime de uma aula teórica com uma duração de 1h, e uma aula prática laboratorial de 2h, por semana. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique a uma curta exposição dos conteúdos programáticos, e depois à realização de trabalhos experimentais de consolidação dos conteúdos teóricos abordados. O atendimento aos estudantes por parte dos docentes é realizado ao longo de todo o semestre para permitir o esclarecimento de dúvidas sobre o conteúdo programático e a realização dos relatórios e trabalhos experimentais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The curricular unit works in the weekly regime of a theoretical class with a duration of 1h, and a practical laboratory class of 2h. This type of classes allows the teacher to devote himself to a short exposition of the syllabus contents, and then to the experimental works of consolidation of the theoretical contents approached. The students' attendance by the teachers is carried out throughout the semester to allow the clarification of doubts about the program content and the execution of the reports and experimental works.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

da Silva, L. F. M., Alves, F. J. L., & Marques, A. T. (2013). Materiais de construção

Notas da UC: Lino, J., & Duarte, T. (2020). Materiais cerâmicos – slides das aulas.

Bibliografia adicional: Smith, W. F., & Rosa, M. E. (1998). Princípios de ciência e engenharia de materiais

Crawford, R. J., & Martin, P. J. (2020). Plastics engineering. Butterworth-Heinemann

Ehrenstein, G. W. (2012). Polymeric materials: structure, properties, applications. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG

Marques, A. T. (2020). Materiais Poliméricos Gay, D. (1991). Matériaux composites

Ashby, M. F., & Cebon, D. (1993). Materials selection in mechanical design. Le Journal de Physique IV, 3(C7), C7-1.

Thomas, S., Ponnamma, D., & Zachariah, A. K. (Eds.). (2012). Polymer Processing and Characterization. CRC Press.

German, R. M. (1984). Powder metallurgy science. Metal Powder Industries Federation, 105 College Rd. E, Princeton, N. J. 08540, U. S. A, 1984. 279. German, R. M. (2013).

Mapa IV - Mecânica de Fluidos 1

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica de Fluidos 1

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fluid Mechanics 1

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FEN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

52 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

Análise Matemática: Derivação, integração, resolução de equações diferenciais de 1ª e 2ª ordens.

Álgebra Linear e Geometria Analítica: Cálculo vetorial e matricial.

Mecânica: estática, cinemática e dinâmica

Termodinâmica: propriedades de substâncias puras, 1ª e 2ª lei da termodinâmica e sua aplicação a sistemas abertos e fechados.

4.4.1.7. Observations:

Mathematical Analysis: Derivation, integration, resolution of differential equations of 1st and 2nd orders.

Linear Algebra and Analytical Geometry: Vector and matrix calculus.

Mechanics: static, kinematic and dynamic

Thermodynamics: properties of pure substances, 1st and 2nd law of thermodynamics and its application to open and closed systems.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Fernando Manuel Coutinho Tavares de Pinho, 104 horas TP (6 turmas)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Laura Campo-Deaño – 104 horas TP. (6 turmas)

Álvaro Henrique Rodrigues – 104 horas TP. (6 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Analisar, compreender e caraterizar o comportamento dos fluidos em repouso e em movimento com base nas suas propriedades e nas leis fundamentais da mecânica. Recorrendo a metodologias específicas e, nalguns casos, introduzindo simplificações relevantes, resolver problemas de Mecânica dos Fluidos em engenharia e criar a base para a resolução de outros mais abrangentes, com os conhecimentos básicos complementares a transmitir no âmbito da Mecânica de Fluidos II

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Analyze, understand and characterize the behavior of resting and moving fluids based on their properties and the fundamental laws of mechanics. Using specific methodologies and, in some cases, introducing relevant simplifications, solve problems of Fluid Mechanics in engineering and create the basis for the resolution of more comprehensive ones, with the complementary basic knowledge to be transmitted in the scope of Fluid Mechanics II

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução à mecânica de fluidos*
- 2. Estática de fluidos*
- 3. Cinemática de escoamentos*
- 4. Introdução à dinâmica dos fluidos*
- 5. Equações fundamentais na formulação integral*
- 6. Equações fundamentais na formulação diferencial*
- 7. Análise dimensional, semelhança e modelação*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction to fluid mechanics*
- 2. Statics of fluids*
- 3. Flow kinematics*
- 4. Introduction to fluid dynamics*
- 5. Fundamental Equations in Integral Formulation*
- 6. Fundamental Equations in Differential Formulation*
- 7. Dimensional analysis, similarity and modeling*

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

Espera-se que no final do semestre os estudantes:

- 1. Consigam caracterizar os fluidos pelas suas propriedades e sejam capazes de resolver problemas simples envolvendo a lei de Newton da viscosidade e outras propriedades dos fluidos;*
- 2. Sejam capazes de aplicar os princípios da estática de fluidos à manometria e à caracterização dos esforços associados às forças de pressão sobre superfícies e objetos imersos;*
- 3. Conheçam os aspetos fundamentais da cinemática e da dinâmica no contexto da mecânica dos fluidos e saibam utilizar o princípio da conservação da massa, a equação de Bernoulli, as equações da quantidade de movimento linear e angular e a equação da conservação da energia mecânica em formulação integral, no estudo de escoamentos;*
- 4. Entendam o princípio da abordagem diferencial no estudo de escoamentos e saibam utilizar a formulação diferencial das equações da conservação da massa e da quantidade de movimento linear na análise de escoamentos simples;*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

At the end of the semester students are expected to:

- 1. Be able to characterize fluids by their properties and to solve simple problems involving Newton's law of viscosity and other properties of fluids;*
- 2. Be able to apply the principles of fluid statics to manometry and the characterization of stresses associated with pressure forces on surfaces and immersed objects;*
- 3. Know the fundamental aspects of kinematics and dynamics in the context of fluid mechanics and know how to use the principle of mass conservation, the Bernoulli equation, the linear and angular momentum equations, and the conservation equation of mechanical energy in integral formulation, in the study of flows;*
- 4. Understand and know how to use the differential governing equations of fluid mechanics in the analysis of simple flows;*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Dois sessões teórico-práticas semanais de 2 horas, para além da realização de três trabalhos laboratoriais durante o semestre.

Aulas teórico-práticas: apresentação de casos práticos, sua resolução e discussão combinada com a exposição de conceito teóricos, resolução de exemplos de aplicação, e esclarecimento de dúvidas.

Avaliação / Evaluation:

Durante o semestre

*2 mini-testes teóricos (2*15%), 3 questionários de laboratório (10%) e 1 exame final (60%). NOTA: acesso ao exame final condicionado a média de 7/20 valores no conjunto dos dois mini-testes e no conjunto dos três questionários.*

Aprovação à disciplina: média ponderada igual ou superior a 9,5 valores, sendo necessário ter nota mínima de 7 valores na média dos dois mini-testes, na média dos três questionários de laboratório e no exame final.

Épocas de recurso e especiais: aplicam-se as mesmas regras, mas com um único mini-teste teórico a valer 30%, sendo que os laboratórios terão de ter sido realizados durante o semestre.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Two weekly 2-hour theoretical-practical sessions, in addition to three laboratory assignments during the semester.

*Theoretical-practical classes: presentation of practical cases, their resolution and discussion combined with the presentation of theoretical concepts, resolution of application examples, and clarification of doubts. Evaluation During the semester 2 theoretical mini-tests (2 * 15%) 3 laboratory questionnaires (10% and 1 final exam (60%). NOTE access to the final exam conditioned to an average of 7/20 values in the set of the two mini-tests and in the set of the three questionnaires. Approval of the discipline: weighted average equal to or greater than 9.5 values, with a minimum score of 7 points being required in the average of the two mini-tests, in the average of the three laboratory questionnaires and in the final exam. Appeal and special times the same rules apply, but with a single theoretical mini-test worth 30%, and the laboratories must have been carried out during the semester.*

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

A unidade curricular funciona no regime de duas aulas teórico-práticas por semana com uma duração de 2h cada uma. Esta tipologia de aulas permite que o docente combine a exposição de matéria teórica com a resolução de casos práticos, tornando mais óbvio a relevância das matérias expostas e com isso aumentando o interesse dos estudantes. Subsequentemente, será proposto aos estudantes a resolução de outros problemas na temática da aula.

Esta tipologia de aulas também tem a vantagem de eliminar hiatos entre a apresentação dos conceitos teóricos e a sua aplicação na resolução de problemas práticos.

Para além disso cada estudante realiza três trabalhos experimentais em laboratório, integrados em grupos e onde aplicam os princípios aprendidos nas aulas teórico-práticas e durante o seu estudo individual.

O atendimento aos estudantes por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit works in the regime of two theoretical-practical classes per week with a duration of 2h each. This typology of classes allows the teacher to combine the exposition of theoretical material with the resolution of practical cases, making the relevance of the exposed subjects more obvious, thereby increasing students' interest.

Subsequently, the students will be proposed to solve other problems in the class.

This type of class also has the advantage of eliminating gaps between the presentation of theoretical concepts and their application in solving practical problems.

In addition, each student performs three experimental works in the laboratory, integrated in groups and where they apply the principles learned in the theoretical-practical classes and during their individual study.

The attendance to the students by the teachers exists throughout the semester at a pre-established time. At the test times, the teachers offer more extensive periods of service on previous days.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

Um dos seguintes livros de texto

1) Munson, B. R., Young, D. F., Okiishi, T. H. e Huebsch, W. W. 2009. Fundamentals of Fluid Mechanics, John Wiley & Sons, sixth edition

Notas da Unidade Curricular:

Listagem de problemas propostos para resolução

Bibliografia alternativa:

2) White F. M. 1999 Fluid Mechanics, McGraw-Hill ou uma edição mais recente. Há também uma versão desta obra em português (Brasil).

3) Escudier M. P. 2017. Introduction to Engineering Fluid Mechanics. Oxford University Press. ISBN 978-0-19-871987-8 (hbk) e 978-0-19-871988-5 (pbk)

Bibliografia adicional

4) Oliveira, L. A. e Lopes, A. G. 2010. Mecânica dos Fluidos, 3ª edição, Edições Técnicas e Profissionais do Grupo Lidel

5) Çengel, Y. A. e Cimbala J. M. 2006. Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e Aplicações. McGraw-Hill.

6) Potter, M. C. e Wiggert, D. C. 1997. Mechanics of fluids, Prentice Hall ou uma edição mais recente.

E ainda traduções para português de qualquer das obras acima.

Mapa IV - MECÂNICA DOS FLUIDOS II**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***MECÂNICA DOS FLUIDOS II***4.4.1.1. Title of curricular unit:***FLUID MECHANICS II***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***FEN***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***Total: 162***4.4.1.5. Horas de contacto:***52 TP***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Pré-requisitos:*

Análise Matemática: derivação, integração, resolução de equações diferenciais. Álgebra Linear e Geometria Analítica: cálculo vetorial e matricial. Mecânica: estática, cinemática e dinâmica. Termodinâmica: propriedades de substâncias puras, 1ª e 2ª lei da termodinâmica e sua aplicação a sistemas abertos e fechados. Mecânica dos Fluidos: equações fundamentais na formulação diferencial e integral, e análise dimensional e semelhança.

4.4.1.7. Observations:*Prerequisites:*

Mathematical Analysis: derivation, integration, solution of differential equations. Linear Algebra and Analytical Geometry: vector and matrix calculations. Mechanics: static, kinematic and dynamic. Thermodynamics: properties of pure substances, 1st and 2nd law of thermodynamics and its application to open and closed systems. Fluid Mechanics: fundamental equations in differential and integral formulation, and dimensional analysis and similarity.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*José Manuel Laginha Mestre da Palma, TP.52 horas (3 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Laura Campo Deaño TP-52 horas (3 turmas)**Docente a designar TP-52 horas (3 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- 1. Determinar as condições (perdas de carga, necessidades de energia, caudal) de escoamentos viscosos em condutas.*
- 2. Conhecer os princípios de funcionamento e as curvas características de turbomáquinas (bombas e ventiladores centrífugos, turbinas e compressores).*
- 3. Conhecer os medidores de velocidade, de caudal e de pressão mais comuns.*
- 4. Caracterizar as forças resultantes da interação escoamento-corpo.*
- 5. Reconhecer as diferenças fundamentais entre escoamentos incompressíveis e compressíveis.*
- 6. Identificar os fenómenos principais associados a escoamentos em superfície livre. Utilização do diagrama de energia.*

*Competências Computacionais**Utilização de técnicas de resolução numérica ou computacional disponíveis em calculadoras e computadores pessoais.**Competências Experimentais**Reconhecimento dos equipamentos de medida usados na determinação das quantidades fundamentais (velocidade, massa e pressão) da mecânica dos fluidos.**Competências Transversais*

Não aplicável.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

1. *To determine the conditions (load losses, power requirements, flow rate) of viscous flows in conduits.*
2. *To know the operating principles and characteristic curves of turbomachines (centrifugal pumps and fans, turbines and compressors).*
3. *To know the most common speed, flow and pressure gauges.*
4. *To characterize the forces resulting from the flow-body interaction.*
5. *To recognize the fundamental differences between incompressible and compressible flows.*
6. *To identify the main phenomena associated with free surface flow. Using the energy diagram.*

Computational skills

Use of numerical or computational techniques, available in calculators and personal computers.

Experimental skills

Recognition of the measurement equipment used to determine the fundamental quantities (velocity, mass and pressure) of the fluid mechanics.

Transversal skills

Not applicable

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 *Escoamento em tubagens: regime laminar e turbulento; leis de parede; diagrama de Moody, perdas de carga, dimensionamento de tubagens simples e associadas.*
2. *Turbomáquinas: altura e caudal de uma bomba centrífuga; curvas características da altura, potência e rendimento; associação de bombas; cavitação.*
3. *Medição da velocidade, caudal e pressão.*
4. *Escoamentos exteriores: forças de arrasto e sustentação; escoamento sobre placa plana em regime laminar e turbulento; solução de Blasius; perfis alares e descolamento aerodinâmico.*
5. *Escoamento em superfície livre: ondas de superfície e escoamentos com variação súbita de velocidade; salto hidráulico.*
6. *Escoamento compressível: propagação do som e cone de Mach; escoamento adiabático e isentrópico; propriedades de estagnação; tubeira convergente-divergente, área, pressão e caudal crítico; escoamento bloqueado; onda de choque normal e escoamento não-isentrópico.*
7. *Mecânica dos fluidos computacional: fases e passos principais.*

4.4.5. Syllabus:

- 1 *Flow in pipes: laminar and turbulent regime; wall laws; Moody's diagram, head losses, design of simple and associated pipes.*
2. *Turbomachines: head and flow rate of a centrifugal pump; characteristic curves of head, power and efficiency; association of pumps; cavitation.*
3. *Measurement of velocity, flow and pressure.*
4. *External flows: drag and lift forces; flow on flat plate in laminar and turbulent regime; Blasius solution; wing profiles and aerodynamic detachment.*
5. *Free surface flow: surface waves and flows with sudden variation of velocity; hydraulic jump*
6. *Compressible flow: sound propagation and Mach cone; adiabatic and isentropic flow; stagnation properties; converging-diverging nozzle, critical area, pressure and critical flow; blocked flow; normal shock wave and non-isentropic flow.*
7. *Computational fluid dynamics: main phases and steps.*

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

A coerência entre conteúdos programáticos é evidente a partir da leitura dos campos respetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The coherence between syllabus and learning outcomes is obvious from the reading of the corresponding sections (4.4.4 and 4.4.5).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

Horas de trabalho:

Avaliação: 4 (1 distribuída, 3 final)

Laboratório: 6

Aulas: 52

Estudo: 104

Dois sessões semanais (teórico-práticas, 2 horas) e três sessões semestrais (laboratoriais, 2 horas).

Avaliação / Evaluation:

Tipo de Avaliação: distribuída com exame final

Distribuída:

(i) Duas provas de tipo teórico (em plataforma eletrónica Moodle) a meio e no final do semestre, com a duração de 30 minutos.

(ii) Três sessões de laboratório (2 horas de duração) para realização de trabalho experimental e questionário. Na época de exame (prova escrita de caráter prático).

O acesso a provas de avaliação na época de exame exige a classificação mínima de 7/20 em todos os questionários de laboratório e provas de tipo teórico.

Classificação final = 0,3 x Moodle + 0,1 x Laboratório + 0,6 x Exame

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Hours of study:

Assessment: 4 (1 distributed, 3 final)

Laboratory: 6

Lessons: 52

Study: 104

Teaching methodologies:

Two weekly sessions (theoretical-practical, 2 hours) and three semiannual sessions (laboratory, 2 hours).

Evaluation:

Type of evaluation: distributed with final exam

Distributed:

(i) Two theoretical tests (in Moodle electronic platform) in the middle and at the end of the semester, lasting 30 minutes.

(ii) Three laboratory sessions (2 hours duration) to perform experimental work and questionnaire.

During the evaluation period (between semesters):

Access to examination requires a minimum score of 7/20 in all laboratory questionnaires and theoretical tests.

Final grade = 0.3 x Moodle + 0.1 x Laboratory + 0.6 x Exam.

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

A unidade curricular funciona em sessões de laboratório e aulas teórico-práticas de duas horas de duração.

Nas metodologias de ensino recorre-se a todas as formas clássicas: (i) exposição dos conceitos e matéria em sala de aula, (ii) acompanhada de exemplos e realização de alguns deles pelos próprios alunos e (iii) constatação dos conceitos principais através de realização de trabalhos laboratoriais.

As provas de avaliação estão concebidas para:

(a) avaliar os conhecimentos adquiridos através da (a1) compreensão dos conceitos fundamentais, em provas distribuídas ao longo do semestre, (a2) aplicação dos conceitos através da resolução de problemas baseados em casos questões práticas da engenharia mecânica;

(b) forçar ao estudo durante o semestre;

(c) procurar que a resolução correta de problemas nas provas escritas não resulte apenas da resolução de problemas idênticos, com conhecimento deficiente dos conceitos e condições de validade das equações e técnicas de resolução utilizadas. unidade curricular funciona no regime de sessões (laboratório e aulas teórico-práticas) de duas horas de duração.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The course unit works in laboratory sessions and two-hour theoretical-practical classes.

In teaching methodologies, all the classic forms are used: (i) exposition of the concepts and matter in the classroom, (ii) accompanied by examples and some of them carried out by the students themselves, and (iii) laboratory work.

Assessment tests are designed to:

(a) to evaluate the knowledge acquired through (a1) understanding of fundamental concepts, in tests distributed throughout the semester, (a2) application of concepts through problem-solving based on practical mechanical engineering questions;

(b) force the study during the semester;

(c) to ensure that the correct resolution of problems in written tests does not only result from solving identical problems, with poor knowledge of the concepts and conditions of validity of the equations and resolution techniques used.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] Philip M. Gerhart, Andrew L. Gerhart, John I. Hochstein (2017). Munson's Fluid Mechanics (8th edition), Wiley & Sons Ltd., ISBN: 978-1-119-24898-9.

Mapa IV - MECÂNICA II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

MECÂNICA II

4.4.1.1. Title of curricular unit:*MECHANICS II***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***MECAP***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-52***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Pré-requisitos**Análise Matemática: Derivação, integração, resolução de equações diferenciais de 1ª e 2ª ordens.**Álgebra Linear e Geometria Analítica: Cálculo vetorial e matricial.**Mecânica Vetorial: Forças e momentos, teoria dos torsores, equilíbrio estático, atrito, geometria das massas (centros de massa, momentos e produtos de inércia, matriz de inércia).***4.4.1.7. Observations:***Mathematic analysis: differentiation, integration, resolution of differential equations of 1th and 2nd orders.**Linear algebra and analytic geometry: vector and matrix analysis.**Vector Mechanics: forces and moments, torsores theory, static equilibrium, friction, geometry of masses (centre of mass, moment and product of inertia, matrix of inertia).***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Marcelo Francisco de S. F. de Moura, 52 horas TP, (4 t), José Pedro A. Reina – 52 horas TP. (4 t)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Jorge Humberto Oliveira Seabra – 52 horas TP. (4 turmas)**Pedro Manuel Leal Ribeiro – 52 horas TP. (4 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***1. Conhecer os conceitos de CINEMÁTICA necessários à caracterização do movimento de CORPOS RÍGIDOS, nomeadamente a determinação de velocidades e acelerações.**2. Saber determinar os campos de velocidades e acelerações contemporâneas, em movimentos absolutos ou relativos dos diversos componentes de um mecanismo em movimento arbitrário 3D.**3. Conhecer as "solicitações dinâmicas" que atuam sobre um sólido devidas ao seu movimento (massa e inércia).**4. Saber determinar o equilíbrio dinâmico de sistemas mecânicos através dos teoremas vetoriais, dos teoremas energéticos e do teorema do impulso e quantidade de movimento.**No final da unidade curricular é esperado que o estudante saiba analisar os comportamentos cinemático e dinâmico de mecanismos bidimensionais e tridimensionais.**Competências Computacionais**Análise cinemática e dinâmica de mecanismos usando o software ALGODOO**Competências Experimentais**Não aplicável**Competências Transversais**Conceção computacional de mecanismos simples***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The student must be acquainted with:**1. Basic notions of KINEMATICS required to perform characterization of movement of RIGID BODIES, namely the determination of velocities and accelerations.**2. Knowledge of instantaneous velocity and acceleration fields in absolute or relative movements of the several components of a mechanism in 3D arbitrary movement.**3. Evaluate the dynamic loading actuating over a solid owing to its movement (mass and inertia).*

4. Determination of dynamic equilibrium of mechanical systems through theorem of vectors, energetic theorems and impulse-momentum theorem.

By the end of the course, it is expected that the student be able to analyse the kinematics and dynamic behaviours of two-dimensional or three-dimensional mechanisms.

Computational Competencies

Kinematics and dynamic analysis of mechanisms using the software ALGODOO.

Experimental Competencies

Not applicable.

Transversal Competencies

Computational design of simple mechanisms.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CINEMÁTICA DO PONTO MATERIAL

Vetores de posição, velocidade e aceleração. Vetores velocidade e aceleração angular. Teorema das derivadas relativas.

CINEMÁTICA DO SÓLIDO

Campos de velocidade e acelerações contemporâneas: 1ª e 2ª equações de Mozzi. Teoria do movimento relativo.

Movimento de sólidos em contacto permanente.

CINEMÁTICA DAS MASSAS

Torsores das quantidades de movimento e das quantidades de aceleração. Energia cinética de um sistema material.

DINÂMICA – TEOREMAS VETORIAIS

Dinâmica do ponto material e do sólido. Torsor das forças de inércia. Conceito de Equilíbrio Dinâmico. Teoremas Vetoriais da Dinâmica.

DINÂMICA - TRABALHO E ENERGIA

Trabalho e energia cinética. Trabalho e energia mecânica total. Princípio da conservação da energia mecânica total.

Teorema dos trabalhos virtuais.

DINÂMICA - IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

Impulso e quantidade de movimento. Impulso linear e impulso angular. Princípio da conservação da quantidade de movimento. Choque entre sólidos rígidos.

4.4.5. Syllabus:

KINEMATICS OF A POINT PARTICLE

Position, velocity and acceleration vectors. Angular velocity and angular acceleration vectors. Theorem of relative derivatives.

KINEMATICS OF SOLIDS

Fields of contemporary velocities and accelerations: 1st and 2nd equations of Mozzi. Theory of relative movement.

Movements of solids in permanent contact.

KINEMATICS OF MASSES

Torsors of momentum and acceleration quantities. Kinetic energy of a material system.

DYNAMIC – VECTOR THEOREM

Dynamic of a point particle and of a solid. Torsor of inertial forces. Dynamic equilibrium concept. Dynamic vector theorem.

DYNAMIC – WORK AND ENERGY

Work and kinetic energy. Work and total mechanical energy. Principle of the conservation of total mechanical energy.

Principle of virtual work.

DYNAMIC – IMPULSE AND MOMENTUM

Impulse and Momentum. Linear impulse and angular impulse. Principle of conservation of momentum. Impact between rigid bodies.

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

O objetivo essencial desta UC é municiar os estudantes com os conceitos fundamentais da análise cinemática e dinâmica de mecanismos. Os 6 tópicos do conteúdo programático constituem uma sequência natural de apresentação dos conceitos. Os aspetos básicos da cinemática são detalhados na “CINEMÁTICA DO PONTO MATERIAL” e posteriormente estendidos ao corpo rígido na “CINEMÁTICA DO SÓLIDO”. Subsequentemente, os estudantes usam-nos para a determinação dos torsores das quantidades de movimento e de aceleração (CINEMÁTICA DAS MASSAS), que são fundamentais na resolução de problemas de dinâmica. Os dois tópicos seguintes (DINÂMICA – TEOREMAS VETORIAIS e DINÂMICA - TRABALHO E ENERGIA) centram-se na resolução dos problemas de dinâmica por duas vias distintas - teoremas vetoriais e teoremas energéticos. Finalmente, na “DINÂMICA - IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO” utiliza-se o torsor das quantidades de movimento no estudo dinâmico de solicitações de carácter impulsivo, como é o caso do choque.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:

The objective of this course is to provide students with the main concepts of kinematics and dynamic analysis of mechanisms. The six topics of the program matters constitute a natural sequence of concepts presentation. The basic notions of kinematics are detailed in “KINEMATICS OF A POINT PARTICLE” and subsequently applied to the rigid body in “KINEMATICS OF SOLIDS”. Afterwards, the students use them to evaluate torsors of momentum and acceleration quantities (KINEMATICS OF MASSES), that are fundamental in the resolution of dynamic problems. The two subsequent topics (DYNAMIC – VECTOR THEOREM and DYNAMIC – WORK AND ENERGY) are centred on the resolution of dynamic problems by two different ways – vector theorems and energetic principles. Finally, in DYNAMIC – IMPULSE AND MOMENTUM the torsor of momentum is used in the dynamic study of impulsive loading, as is the case of impact.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

Carga horária semanal - 4h TP

Horas totais previstas – 52h

Resolução de problemas no MOODLE - 16h

Análise de mecanismos usando o software ALGODOO – 32h

Preparação para exames – 62h

Atendimento aos estudantes (horário a indicar por cada docente).

Avaliação: A avaliação consiste em dois testes parcelares a realizar em Novembro e em Janeiro, com um peso individual de 45% na classificação final. O 1º avalia conceitos de cinemática e o 2º de dinâmica, sendo exigida uma classificação mínima de 8.0 valores em cada um deles. São ainda propostos 4 trabalhos, a realizar via Moodle, com um peso de 10% na classificação final.

Os estudantes que não obtiverem a média de 10 valores; tendo obtido média de 10 valores mas não cumpram os requisitos da classificação mínima; tenham faltado a pelo menos uma das avaliações; poderão aceder ao Recurso (peso de 90%) que avaliará o programa integral da UC. Os estudantes aprovados podem aceder ao Recurso, caso pretendam fazer melhoria de nota.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies:

Weekly load - 4h TP

Scheduled total hours - 52h

Resolution of problems using MOODLE – 16h

Analyse of mechanisms using ALGODOO – 32h

Preparation for exams – 62h

Attendance to students (time to be indicated by each lecturer).

Evaluation: The evaluation consists of two tests occurring in November and in January with an individual weight of 45% on the final grade. The first evaluates concepts of kinematics and the second addresses dynamic. A minimum grade of 8.0 points is required in each one of the tests. Four works to be performed via Moodle are also proposed with a weight of 10% on the final grade. The students that: did not reach an average final grade of 10 points; reached 10 points, but did not comply with the requirements of minimum grade; missed one of the tests; have the right to access to “Recourse” (weight of 90%) that will address the complete program of the course. The approved students can also have access to “Recourse”, in case they wish to improve the final grade.

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

A unidade curricular funciona no regime de duas aulas teórico-práticas por semana com uma duração de 2h cada uma. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique na parte inicial à exposição de matéria teórica, logo seguida de um exemplo prático de aplicação resolvido pelo docente. Subsequentemente, será proposto aos estudantes a resolução de problemas envolvendo mecanismos, e que abordem a temática subjacente ao conteúdo teórico ministrado. Esta tipologia de aulas apresenta a vantagem da inexistência de hiatos entre a apresentação dos conceitos teóricos e a sua aplicação na resolução de problemas práticos.

Os estudantes são convidados a resolver quatro trabalhos práticos através da plataforma MOODLE-UP, dois envolvendo a resolução cinemática e dois a resolução dinâmica de mecanismos. Os estudantes submetem a resolução manuscrita e respondem a um questionário online sobre o problema. Esta iniciativa promove uma melhor ligação dos estudantes à unidade curricular, evitando uma preparação exclusivamente centrada na época de testes. O software livre ALGODOO permite conceber mecanismos bidimensionais e proceder posteriormente à sua análise cinemática e dinâmica. Neste contexto, solicitar-se-á aos estudantes a conceção e posterior análise cinemática e dinâmica de mecanismos simples. O objetivo é permitir que os estudantes visualizem trajetórias, velocidades lineares e angulares, componentes de aceleração, forças e momentos envolvidos durante o funcionamento do mecanismo, entre outros aspetos relevantes para uma boa compreensão dos fenómenos envolvidos. Esta ferramenta computacional será também usada em contexto de aula pelos docentes para melhor visualização/compreensão por parte dos estudantes do funcionamento de alguns mecanismos mais complexos.

O atendimento aos estudantes por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The course is based on two theoretical-practical classes of two hours each one. This type of classes allows presentation of theoretical concepts at its beginning followed by a demonstrative example. Subsequently, it will be proposed that students solve problems involving mechanisms addressing the theoretical topic presented. This type of

classes avoids the existence of gaps between the presentation of the theoretical concepts and their application on the resolution of practical problems.

The students are also invited to solve four practical works using the MOODLE-UP platform, two of them addressing kinematics concepts and the remaining two focusing on dynamic. They submit the handwritten resolution and answer a questionnaire online about the problem. This initiative promotes a better connection of the students to the course, avoiding a preparation exclusively focussed on the exams season.

The free software ALGODOO allows designing two-dimensional mechanisms and performing its kinematics and dynamic analysis. In this context, the students will be asked to design and perform posterior kinematics and dynamic analysis of simple mechanisms. The objective is to allow students to visualize paths, linear and angular velocities, acceleration components, forces and moments involved during mechanism operation, and other aspects relevant for a good comprehension of the involved phenomena. This computational tool will also be used in classes by the lecturers to allow better visualization/comprehension of the students about the functioning of some complex mechanisms.

The attendance to students will occur along the semester in periods to be indicated by each lecturer. In the tests/exam season, the lecturers are available for longer periods in the preceding days.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

Beer, F. P., Johnston, E. R., Cornwell, P. J., Mecânica Vetorial para Engenheiros – Dinâmica, 9ª Edição – McGraw-Hill.

Notas da Unidade Curricular:

[1] Marcelo Ferreira de Moura e Carlos Magalhães Oliveira, “CINEMÁTICA”, FEUP-DEMEGI-SMAp, 2003.

[2] J. O. Seabra, C. M. Oliveira, J. D. Rodrigues, P. P. Camanho e P. L. Ribeiro, “DINÂMICA DO PONTO MATERIAL E DO CORPO RÍGIDO”, FEUP-DEMEGI-SMAp, 2004.

Bibliografia adicional:

Meriam, J. L., Engineering Mechanics. ISBN: 0-471-59273-0

Paul, Burton, Kinematics and dynamics of planar machinery. ISBN: 0-13-516062-6

Hibbeler, R. C., Engineering mechanics. ISBN: 0-13-080288-3

Mapa IV - MECÂNICA das ESTRUTURAS

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

MECÂNICA das ESTRUTURAS

4.4.1.1. Title of curricular unit:

STRUCTURAL MECHANICS

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MECAP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

52 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

Análise Matemática: Derivação, integração, resolução de equações diferenciais de 1ª e 2ª ordens.

Álgebra Linear e Geometria Analítica: Cálculo vetorial e matricial.

Mecânica Vetorial: Forças e momentos, teoria dos torsores, equilíbrio estático, atrito, geometria das massas (centros de massa, momentos e produtos de inércia, matriz de inércia).

Mecânica dos materiais: teoria da elasticidade, flexão de vigas, torção.

4.4.1.7. Observations:

Mathematical Analysis: Derivation, integration, resolution of differential equations of 1st and 2nd orders.

Linear Algebra and Analytical Geometry: vector algebraic operations.

Vector Mechanics: Forces and moments, tensor theory, static equilibrium, friction, mass geometry (mass centers, moments and products of inertia, inertia matrix).

Solid mechanics: theory of elasticity, stresses due to bending, torsion.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Renato Manuel Natal Jorge - 52 horas TP (4 turmas)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

José Pedro Arteiro Reina – 52 horas TP (4 turmas)

José Luís Soares Esteves – 104 horas TP (4 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- 1. Saber analisar e dimensionar estruturas isostáticas e hiperestáticas: vigas, sistemas articulados e estruturas reticuladas, mecanismos para transmissão de movimento.*
 - 2. Conhecer os fundamentos do Método dos Elementos Finitos, de modo a que sejam interpretadas as formulações mais simples utilizadas na análise linear elástica: elementos triangulares/tetraédricos, quadriláteros/hexaédricos e as formulações paramétricas.*
 - 3. Interpretar os sistemas mecânicos e a sua relação com o exterior tendo em vista a conceptualização de modelos, nomeadamente as condições de contorno do problema.*
- Competências Computacionais*
Utilização de ferramentas para o cálculo matricial.
Competências Experimentais
Não aplicável
Competências Transversais
Conceção computacional de sistemas estruturais.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- 1. To analyze and design isostatic and hyperstatic structures most common in mechanical engineering: beams, truss and reticulated structures, motion transmission systems, assuming the determination of stresses, deformations and stresses in structures, thus allowing validation of the proposed structural solution.*
 - 2. To know the fundamentals of the Finite Element Method (FEM), in order to interpret the simpler formulations used in linear elastic analysis, such as triangular / tetrahedral, quadrilateral / hexahedral elements and parametric formulations.*
 - 3. From the structural point of view, the ability to interpret mechanical systems and their relation to the exterior with a view to the conceptualization of models, namely the boundary conditions of the problem, including loads and connections to the exterior.*
- Computer Skills*
Use of tools to support the matrix calculation.
Experimental Skills
Not applicable
Transversal Competencies
Computational conception of structural systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**ANÁLISE ESTÁTICA DE ESTRUTURAS**

- Encurvadura de colunas: t. de Euler e introdução ao Eurocódigo.*
 - Revisão dos conceitos de equilíbrio estático, incluindo diagramas de esforços.*
 - Teoremas Energéticos: T. dos trabalhos virtuais. Princípio da energia potencial mínima. T. trabalho virtual complementar. T. carga unitária, T. de Castigliano.*
 - Método das Forças.*
 - Método dos Deslocamentos. Matriz de rigidez e vetor de solicitação. Equações de equilíbrio, condições de fronteira, reações e esforços internos. Formulação directa e matricial. Agrupamento de matrizes de rigidez elementares.*
- MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS (MEF)**
- Problemas discretos e contínuos.*
 - Equilíbrio: elementos de 3 e 4 nós. Deslocamentos, estado de deformação e derivadas das funções de forma (Matriz [B]). Estado tensão (Matriz [D]).*
 - Princípio dos trabalhos virtuais para o estabelecimento da matriz de rigidez.*
 - Elementos paramétricos e transformação de coordenadas e derivadas (matriz jacobiana). Integração numérica.*

4.4.5. Syllabus:**STATIC STRUCTURAL ANALYSIS**

- Stability: Euler's theory and European standards.*
 - Revision of the concepts of static equilibrium, including drawing diagrams.*
 - Energy Theorems: virtual work t. Principle of minimum potential energy. T of complementary virtual work. The unit charge t. T of Castigliano.*
 - Forces Method.*
 - Displacement method. Stiffness matrix an load vector. Equilibrium equations, boundary conditions. Direct and matrix formulation. Assembly process.*
- FINITE ELEMENT METHOD (FEM)**
- Discrete and continuous problems.*
 - Eq. equations: triangular and quadrilateral (3 and 4 nodes). Displacements and derivatives of the shape functions (matrix [B]). Stress state (matrix [D]).*

- Principle of the virtual work to establish the stiffness matrix.
- Parametric elements and transformation of coordinates and derivatives (Jacobian matrix). Numerical integration

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

O objetivo essencial desta UC é fornecer aos estudantes um conjunto de ferramentas que lhes permitam efetuar análises estáticas lineares em diferentes tipos de estruturas. A primeira parte é essencial para a percepção da cinemática das estruturas constituídas por vigas e colunas e inclui um conjunto de conhecimentos elementares para o estabelecimento das metodologias práticas de cálculo estrutural. Destaca-se o princípio dos trabalhos virtuais, os conceitos de flexibilidade e rigidez (e respetivas representações matriciais).

Na segunda parte são estabelecidas as bases introdutórias ao cálculo baseado no método dos elementos finitos. Destaca-se a tecnologia dos elementos mais básicos usados em elasticidade e em vigas e mais usados em cálculo estrutural linear elástico, permitindo uma melhor uma apropriada seleção de elementos, bem como uma melhor interpretação de resultados.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The main objective of this CU is to provide to the students a set of tools that allow them to perform linear static analyzes evolving different types of structures. The first part is essential for the perception of the kinematics of the structures constituted by beams and columns and includes a set of elementary knowledge for practical methodologies of structural calculation. It emphasizes the principle of virtual work, the concepts of flexibility and stiffness (and their matrix representations).

In the second part, the introduction to the calculation based on the finite element method is established. It emphasizes the technology of the most basic elements used in elasticity and in beams and more used in linear elastic structural frame, allowing a better an appropriate selection of elements, as well as a better interpretation of the results.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

Carga horária semanal - 4h TP

Horas totais previstas – 52h

Resolução de problemas no MOODLE - 48h

Preparação para exames – 62h

Atendimento aos estudantes.

Avaliação:

A avaliação consiste em dois testes parcelares a realizar em Novembro e em Janeiro, com um peso individual de 45% na classificação final. O 1º avalia os conhecimentos de cálculo linear estático de estruturas e o 2º avalia os conceitos relacionados com o MEF, sendo exigida uma classificação mínima de 7.0 valores em cada um deles. São ainda propostos 5 trabalhos, a realizar via Moodle, com um peso de 10% na classificação final.

Os estudantes que:

- não obtiverem a média de 10 valores;
 - tendo obtido média de 10 valores mas não cumpram os requisitos da classificação mínima;
 - tenham faltado a pelo menos uma das avaliações;
- poderão aceder ao Recurso (peso de 90%) que avaliará o programa integral da UC. Os estudantes aprovados podem aceder ao Recurso, caso pretendam fazer melhoria de nota.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies:

Number of hours per weekly - 4h TP

Number of hours in the semester - 52h

Exercises within MOODLE - 48h

Exam preparation - 62h

Attendance to students.

Evaluation:

The evaluation consists of two partial tests to be carried out in Nov. and Jan, with a weight of 45% in the final classification. The 1st evaluates the knowledge of static linear calculation of structures and the 2nd one evaluates the concepts related to the FEM approach, requiring a minimum classification of 7.0 values in each of them. Also proposed are 5 works, via Moodle, with a weight of 10% in the final classification.

Students who:

- do not get the average of 10 values;*
 - having obtained an average of 10 values but without the requirements of the minimum classification;*
 - have missed at least one of the evaluations;*
- will be able to access the Second final exam (weight of 90%) that will evaluate the full program of the CU. Approved students may access to this exam if they wish to make grade improvement.*

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

A unidade curricular funciona no regime de duas aulas teórico-práticas por semana com uma duração de 2h cada uma. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique na parte inicial à exposição de matéria teórica, logo seguida de um exemplo prático de aplicação resolvido pelo docente. Subsequentemente, será proposto aos estudantes a

resolução de problemas envolvendo cálculo estrutural, e que abordem a temática subjacente ao conteúdo teórico ministrado. Esta tipologia de aulas apresenta a vantagem da inexistência de hiatos entre a apresentação dos conceitos teóricos e a sua aplicação na resolução de problemas práticos.

Os estudantes são convidados a resolver individualmente sete trabalhos práticos através da plataforma MOODLE-UP, dois envolvendo o cálculo estrutural com base no método dos deslocamentos e cinco relativos à formulação do método dos elementos finitos. Os estudantes submetem a resolução do exercícios, envolvendo cálculo, mas também a escrita de um pequeno relatório onde deve constar a(s) principal(is) conclusão(ões) a retirar dos resultados obtidos. Esta iniciativa promove uma melhor ligação dos estudantes à unidade curricular, incentivando a participação dos estudantes nas aulas e evitando a pura cópia da resolução feita em quadro.

O atendimento aos estudantes por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit works in the regime of two theoretical-practical classes per week with a duration of 2h each. This typology of classes allows to present the theoretical background in first part of class, followed by a practical example of application to be solved in the class. Subsequently, it will be proposed to solve problems involving structural calculation, and to address the thematic underlying the theoretical content. This typology of classes presents the advantage of the absence of gaps between the presentation of theoretical concepts and their application in the resolution of practical problems.

Students are invited to individually solve seven practical assignments through the MOODLE-UP platform, two involving the structural calculation based on the displacement method and five relating to the formulation of the finite element method. The students submit the resolution of the exercises, involving calculation, but also the writing of a small report which should include the main conclusion(s) to be taken from the results obtained. This initiative promotes better linking of students to the curricular unit, encouraging student participation in classes and avoiding the pure copy of the resolution made in the table.

The attendance of the students throughout the semester is pre-established by each teacher. Before the final examinations, the teachers offer more extensive periods.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livros de referência:

A. Ghaly and A. M. Neville; Structural Analysis, Chapman & Hall, ISBN: 0-412-29030-8.

Jacob Fish & Ted Belytschko, A First Course in Finite Elements, John Wiley, ISBN: 978-0-470-03580-1.

Notas da Unidade Curricular:

[1] Carlos Reis Gomes,

“TEOREMAS ENERGÉTICOS EM MECÂNICA ESTRUTURAL”, FEUP-DEMEGI-SMAp, 2010.

[2] Carlos Reis Gomes,

“MÉTODO DAS FORÇAS”, FEUP-DEMEGI-SMAp, 2010.

[3] Carlos Reis Gomes,

“MÉTODO DOS DESLOCAMENTOS”, FEUP-DEMEGI-SMAp, 2010.

Mapa IV - MECÂNICA dos SÓLIDOS

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

MECÂNICA dos SÓLIDOS

4.4.1.1. Title of curricular unit:

SOLID MECHANICS

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MECAP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

52 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Pré-requisitos*

Análise Matemática: Teoremas Fundamentais do Cálculo. Derivação, integração, resolução de equações diferenciais de 1ª e 2ª ordens. Série de Taylor. Gradiente e matriz Jacobiana. Regra de derivação da função composta. Extremos condicionados: método dos multiplicadores de Lagrange.

Álgebra Linear e Geometria Analítica: Cálculo vetorial e matricial. Valores próprios e vetores próprios de transformações lineares.

Mecânica Vetorial: Forças e momentos, equilíbrio estático, atrito, geometria das massas (centros de massa, momentos e produtos de inércia, matriz de inércia).

4.4.1.7. Observations:

Mathematical Analysis I: Fundamental theorems of Calculus. Derivation, integration, resolution of differential equations of 1st and 2nd orders. Taylor series. Gradient and Jacobian. Derivation of composed functions. Conditioned extremes: Lagrange multipliers.

Linear Algebra and Analytical Geometry: vector algebraic operations. Eigenvalues and eigenvectors of linear transformations.

Vector Mechanics: Forces and moments, static equilibrium, friction, mass geometry (mass centers, moments and products of inertia, inertia matrix).

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Pedro Manuel Ponces Rodrigues de Castro Camanho - 104 horas TP (4 turmas)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Francisco Manuel Andrade Pires – 104 horas TP (4 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Compreensão dos conceitos fundamentais da Mecânica dos Sólidos. Sua aplicação ao estudo das peças lineares sujeitas a solicitações de tração/compressão, torção, flexão e suas combinações. Desenvolvimento da capacidade da utilização dos conhecimentos adquiridos na resolução de problemas estruturais simples.

Competências Computacionais

Utilização de ferramentas de cálculo matricial.

Competências Experimentais

Extensometria.

Competências Transversais

Trabalho em grupo.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This course aims to teach the fundamental concepts of solid mechanics and their application to the study of linear parts under simple and traction/compression, torsion and flexion loads. This course also aims to develop the students' ability to solve simple structural problems and to improve the students' knowledge on solid mechanics.

Computer Skills

Use of tools for matrix calculus.

Experimental Skills

Experimental strain analysis.

Transversal Competencies

Group assignments

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Teoria da Elasticidade: Caracterização do Estado de Tensão (o conceito de tensão, equações de equilíbrio, tensões principais, representação gráfica das tensões, estado plano de tensão e tensões em coordenadas cilíndricas). Caracterização do Estado de Deformação (o conceito de deformação, leis de transformação das deformações, deformações principais, equações de compatibilidade, representação gráfica das deformações, estado plano de deformação, equações das deformações em coordenadas cilíndricas). Relações Tensões-Deformações (Lei de Hooke, energia elástica de deformação, Critérios de Resistência, princípio de Saint-Venant). Tensões em peças cilíndricas. Torção de Peças Lineares: Veio cilíndrico de secção circular; veio prismático; teoria de Saint-Venant; Analogia de Membrana de Prandtl. Flexão de Vigas: Flexão Pura; vigas compostas de diferentes materiais; Flexão desviada; Flexão combinada com esforço normal, torção e esforço cortante. Deformação numa viga à flexão.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to the Theory of Elasticity: stresss (concept of stress, equilibrium equations, principal stresses, graphical representation of stress, state of stress in cylindrical coordinates); - strain (concept of strain, law of transformation of strains, principal strains, compatibility equations, graphic representation of strains); - Stress-strain relation (Hooke's

law, elastic strain energy, failure criteria, formulation of general problems, Saint-Venant's principle); stresses in cylindrical bodies. - Linear parts torsion: cylindrical shaft of circular section; prismatic shaft (Saint-Venant's theory, elliptic section shaft); Prandtl's Membrane analogy; circular shaft of variable section. - Flexion of beams - pure flexion; composed beam of different materials; deviated flexion; combined flexion with normal stress, torsion and cutting stress; beam deformation to flexion (elastic equation).

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

O objetivo essencial desta UC é fornecer aos estudantes o conhecimento que lhes permitirá dimensionar peças simples sob os pontos de vista da resistência dos materiais e da rigidez. A primeira parte da matéria, relativa à Teoria da Elasticidade e critérios de cedência, visa a compreensão aprofundada dos conceitos fundamentais para o dimensionamento de estruturas e sistemas mecânicos. A segunda parte da matéria permite que os estudantes apliquem os conceitos previamente apresentados no dimensionamento de peças lineares sob o efeito de solicitações combinadas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The objective is to provide to the students the knowledge that will enable them to design simple components taking into account strength of materials and stiffness requirements. The first part of the course, the Theory of Elasticity, will provide the fundamental knowledge that is required to design structures and mechanical systems. The second part of the course will provide the scope for the application of the previously topics on the design of beams under combined loads.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino / Teaching methodologies:

Estudo autónomo

95h

Frequência das aulas

52h

Trabalho laboratorial

15h

Atendimento aos alunos (horário a indicar por cada docente).

Avaliação / Evaluation:

Classificação dos testes: 50% do primeiro teste + 50% do segundo teste, com um peso de 90% na classificação final.

Em cada teste há uma nota mínima de 7 valores. No exame de recurso os alunos poderão repetir o primeiro teste ou o segundo (a nota a atribuir será a melhor em cada dessas provas) ou então realizar uma prova final com toda a matéria. Não é permitida a consulta de qualquer texto de apoio à UC durante o exame.

Dois trabalhos práticos: 50% do primeiro trabalho + 50% do segundo trabalho, com um peso de 10% na classificação final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies:

Autonomous study – 95h

Number of hours in the semester - 52h

Laboratory - 15h

Attendance to students (time to be indicated by each teacher).

Evaluation:

Weight of 50% for each test, corresponding to 90% of the final grade. Minimum classification of 7 points.

Two assignments with a weight of 50% each for 10% of the final grade.

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

A unidade curricular tem uma escolaridade de duas aulas teórico-práticas por semana com uma duração de 2h cada uma. O docente dedica a parte inicial da aula à exposição de matéria teórica. Posteriormente, os estudantes tem a possibilidade de resolver problemas de Mecânica dos Sólidos associados à matéria dada na parte inicial da aula, o que contribui para a sedimentação dos conceitos teóricos apresentados.

A unidade curricular inclui trabalhos de natureza laboratorial que contribuem para a compreensão dos mecanismos de deformação de peças lineares submetidos a vários tipos de esforços.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The course consists of two theoretical-practical classes per week, with duration of 2h each. During the first part of the class there is a detailed presentation of the theory. Afterwards, the students solve problems associated with the concepts previously addressed in the class.

The course includes laboratory assignments that contribute to the understanding of the mechanisms of deformation of beams under multiaxial loading.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livros de referência:

Gomes, J. F. S.; Mecânica dos sólidos e resistência dos materiais. ISBN: 972-8826-06-0

Mase, G.T. Continuum Mechanics for Engineers, ISBN-10: 1420085387

Notas da Unidade Curricular:

[1] Pedro P Camanho, Francisco Pires, Bernardo Ferreira, Rodrigo Tavares, Miguel Carvalho, Problemas de Mecânica dos Sólidos.

Bibliografia adicional:

Bower, Allan F., Applied Mechanics of Solids. ISBN-10: 1439802475

Mapa IV - MECÂNICA I**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

MECÂNICA I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanics I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MECAP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

52 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

Análise Matemática: Derivação, integração.

Álgebra Linear e Geometria Analítica: Cálculo vetorial e matricial.

Alguns conhecimentos de Mecânica básica.

4.4.1.7. Observations:

Prerequisites

Mathematical analysis: differential and integral calculus.

Linear Algebra and Analytical Geometry: Vector and matrix calculus.

Some knowledge of basic mechanics.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Mário Augusto Pires Vaz- 52 horas TP (4 turmas)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

José Augusto Gonçalves Chousal – 52 horas TP (4 turmas)

Rui Jorge Sousa Costa de Miranda Guedes – 52 horas TP (4 turmas)

Docente a contratar - 52 horas TP (4 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

A UC tem por objetivo desenvolver capacidades de resolução de problemas de mecânica do ponto e dos corpos rígidos em repouso (estática), através da introdução de conceitos teóricos e metodologias para resolver as aplicações correntes da Engenharia Mecânica.

Objetivos Específicos:

Identificar corretamente as forças que atuam sobre um corpo e a cinemática das ligações deste ao exterior. Caracterização dos esforços internos gerados por ação das cargas sobre os corpos e estruturas. Caracterizar áreas e volumes determinando o centroide, centro de massa, matriz de inércia e direções principais.

Competências Computacionais

Não aplicável.

Competências Experimentais

Não aplicável

Competências Transversais

Interpretação de estruturas reais e criação dos respetivos modelos de cálculo estático.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

The UC aims to develop problem solving skills of point and rigid bodies mechanics at static equilibrium, through the introduction of theoretical concepts and methodologies to solve the current applications of Mechanical Engineering.

Specific objectives:

Correctly identify the forces acting on a body and the kinematics of its connections to the outside. Characterization of the internal efforts generated by the loads on bodies and structures. Characterization of areas and volumes by determining the centroid, center of mass, matrix of inertia and main directions.

Computer Skills

Not applicable.

Experimental Skills

Not applicable

Transversal Competencies

Analysis of real structures and establish the respective static calculation models.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

ESTÁTICA: Teoria dos vetores deslizantes. Conceitos de força, momento, binário e resultante. Princípios gerais de equilíbrio estático em sistemas bi e tridimensionais. Definição de sistema e representação através do diagrama de corpo livre. Cálculo de reações. Sistemas articulados, cálculo de esforços internos. Traçado de diagramas de esforços em vigas simples. Noções elementares sobre o atrito seco e cálculo das forças geradas em embraiagens, correias planas e parafusos.

GEOMETRIA das MASSAS: Determinação de centróides e centros de massa. Teoremas de Pappus. Momentos de inércia de linhas, áreas e sólidos. Produtos de inércia. Teorema de Steiner: momentos e produtos de inércia em eixos paralelos. Rotação de eixos. Matriz de inércia. Momentos e direções principais de inércia. A inércia segundo um eixo conhecida a matriz de inércia. Conceito de elipsoide de inércia.

4.4.5. Syllabus:

STATICS: Theory of sliding vectors. Concepts of force, moment, torque and resultant. General principles of static equilibrium in two and three-dimensional systems. System definition and representation through the free body diagram. Calculation of reaction forces. Articulated systems, calculation of internal forces. Tracing of effort diagrams in simple beams. Elementary notions about dry friction and calculation of forces generated in clutches, flat belts and screws.

GEOMETRY OF MASSES: Determination of centroids and centres of mass. Pappus theorems. Moments of inertia of lines, areas and solids. Inertia products. Steiner's theorem: moments and products of inertia on parallel axes. Axis rotation. Inertia matrix. Main moments and directions of inertia. The inertia along an axis is known as the inertia matrix. Concept of inertia ellipsoid.

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

Os conteúdos programáticos selecionados visam dotar os estudantes de ferramentas de análise e metodologias que permitam interpretar o equilíbrio de estruturas reais identificando as ações, a cinemática das ligações ao exterior e o seu equilíbrio estático global. A teoria dos vetores deslizantes e o conceito de equilíbrio estático são fundamentais nesta aprendizagem. De igual modo se pretende construir uma capacidade para avaliar a distribuição de uma área/massa em secções retas/corpos sólidos e calcular as suas propriedades de inércia, matéria de importância nuclear para estudos subsequentes sobre a mecânica dos sólidos e sobre o movimento de corpos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The selected syllabus aims to provide students with analysis tools and methodologies that allow them to interpret the static equilibrium of real structures by identifying mechanical actions and the kinematics of connections. The theory of sliding vectors and the concept of static equilibrium are fundamental in this learning. Likewise, it is intended to build a capacity to evaluate the distribution of an area / mass in cross sections / solid bodies and to calculate their properties of inertia, a matter of nuclear importance for subsequent studies on the mechanics of solids and on the movement of bodies.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino / Teaching methodologies:

Carga horária semanal - 4h TP

Horas totais previstas – 52h

Resolução de problemas - 44h

Preparação para exames – 60h

Aula laboratorial - 2h

Atendimento aos estudantes (horário a indicar por cada docente).

Avaliação / Evaluation:

Avaliação realizada em dois testes, englobando cada um deles metade da matéria e exigindo nota mínima de 8.0 valores. Testes constituídos por 2 problemas que são realizados no período de 2:00h.

Avaliação por exame final para quem não obteve nota mínima nos testes, quem não conseguiu média de 10 valores e para aqueles que faltaram. O exame versa sobre toda a matéria é constituído por 3 problemas e decorre durante 2:30h. A aprovação nesta disciplina exige a obtenção de uma nota final superior ou igual a 10 valores em 20.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Weekly workload - 4h TP

Estimated total hours - 52h

practical classroom classes - 44h

Exam preparation - 60h

Laboratory class - 2h

Attendance to students (schedule to be indicated by each teacher).

Evaluation carried out in two tests, each of them comprising half of the subjects taught and requiring a minimum grade of 8.0 values. Tests consisting of 2 problems that must be solved in the period of 2: 00h.

Evaluation carried out in two tests, each of them comprising half of the subjects taught and requiring a minimum grade of 8.0 values. Tests consisting of 2 problems that must be solved in the period of 2: 00h.

Evaluation by final exam for those who did not get a minimum grade in the tests, who did not get an average of 10 points out of 20 and for those who did not take the tests. The exam is about the whole matter is made up of 3 problems and runs for 2: 30h.

Passing in this course requires a final grade of 10 or higher in 20.

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

A unidade curricular funciona no regime de duas aulas teórico-práticas por semana com uma duração de 2h cada uma. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique na parte inicial à exposição de matéria teórica, logo seguida de um exemplo prático de aplicação resolvido pelo docente. Subsequentemente, será proposto aos estudantes a resolução de problemas. Esta tipologia de aulas apresenta a vantagem da inexistência de hiatos entre a apresentação dos conceitos teóricos e a sua aplicação na resolução de problemas práticos.

O atendimento aos estudantes por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes poderão disponibilizar nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit works in the regime of two theoretical-practical classes per week with a duration of 2h each. This typology of classes allows the teacher to devote himself in the initial part to the presentation of theoretical material, followed by a practical example of application solved by the teacher. Subsequently, students will be proposed to solve problems. This typology of classes presents the advantage of the absence of gaps between the presentation of theoretical concepts and their application in solving practical problems.

The attendance to the students by the teachers exists throughout the semester at a pre-established time. At the test times, the teachers may offer more extensive periods of service on previous days.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livros de referência:

Beer, Ferdinand P; (2006), Mecânica vectorial para engenheiros,: Estática; (7ª Ed). McGraw Hill, Rio de Janeiro

Notas da Unidade Curricular:

Mário Vaz/ Vasco Sá; Teoria dos Vectores Deslizantes (disponível on line)

Mário Vaz / Vasco Sá; Geometria de Massa (disponível on line)

Bibliografia adicional:

Hibbeler, R. C.(2001); Engineering mechanics: Statics.(2ª Ed.); Prentice Hall; Singapura

Meriam, James L. (1998); Mecânica. (4ª Ed); John Wiley & Sons; New York

Mapa IV - ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DE EMPRESAS

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DE EMPRESAS

4.4.1.1. Title of curricular unit:

GENERAL MANAGEMENT

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

G

4.4.1.3. Duração:*Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

121,5

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39

4.4.1.6. ECTS:

4,5

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Alcibiádes Paulo Soares Guedes, (4 Turmas TP) (78h TP)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Maria Gabriela Beirão dos Santos (4 turmas TP) (78 h TP)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Pretende-se colocar os estudantes em contacto com os principais conceitos de Organização e Gestão, proporcionando uma visão integrada das diferentes áreas da gestão e das problemáticas das organizações. Nesse sentido, abordam-se os principais conceitos de gestão, de organização e das áreas funcionais. É dada ênfase ao suporte à decisão na gestão das operações produtivas de empresas industriais.

No final desta unidade curricular os estudantes devem:

IOL1. Compreender uma organização, as diferentes áreas funcionais da Gestão e a forma como se interligam.

IOL2. Estar familiarizados com um conjunto de conceitos, métodos e ferramentas de Gestão.

IOL3. Ser capazes de analisar e aplicar um conjunto de conceitos, métodos e ferramentas de Gestão em contextos reais.

IOL4. Compreender a importância das competências comportamentais no contexto organizacional e de trabalho.

IOL5. Ser capazes de resolver problemas de gestão das operações de produção, utilizando os métodos e ferramentas de suporte mais adequados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

This course aims at introducing students to the fundamental management and organizational concepts, providing an integrated perspective of the different functional management areas and organizational issues. The main concepts of management, organizations and main functional areas are presented. Emphasis on decision support of the management of production operations in industrial companies is given.

At the end of this course students should:

IOL1. Understand an organization, the different functional areas of management and how they are interconnected.

IOL2. Be aware of main management concepts, methods and tools.

IOL3. Be able to analyze and apply management methods and tools in real contexts.

IOL4. Understand the importance of behavioral competencies in the organizational and work context.

IOL5. Be able to solve some production operations management problems through appropriated tools and techniques application.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1. CONCEITOS BÁSICOS: A EMPRESA E A GESTÃO**

1.1. A Empresa, a Gestão e o papel do Gestor

1.2. A evolução da Gestão

1.3. O processo de Gestão

1.4. Níveis de Gestão

2. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

2.1. Elementos caracterizadores da estrutura organizacional 2.2. Tipos de estruturas organizacionais

3. POLÍTICAS FUNCIONAIS: CONCEITOS FUNDAMENTAIS

3.1. Marketing

3.2. Gestão de Pessoas

3.3. Gestão de Operações

3.4. Gestão Financeira**4. SUPORTE À DECISÃO EM GESTÃO DE OPERAÇÕES INDUSTRIAIS****4.1. Métodos de Previsão****4.2. Gestão de Stocks****4.3. Planeamento da Produção****4.4.5. Syllabus:****1. BASIC CONCEPTS: THE COMPANY AND THE MANAGEMENT****1.1. Companies, Management and the role of the Manager****1.2. The evolution of management****1.3. The management process****1.4. Management levels****2. ORGANIZATIONAL STRUCTURE****2.1. Elements of organizational design****2.2 Basic structures****3. FUNCTIONAL AREAS OF MANAGEMENT: FUNDAMENTAL CONCEPTS****3.1. Marketing Management****3.2. People Management****3.3. Operations management****3.5. Financial management****4. DECISION SUPPORT IN INDUSTRIAL OPERATIONS MANAGEMENT****4.1. Forecasting****4.2. Inventory Control****4.3. Production Planning****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

Os conteúdos programáticos abrangem os conceitos fundamentais que se entendem necessários para que o futuro engenheiro compreenda o essencial das organizações e do papel da gestão. As primeiros 3 módulos dos conteúdos providenciam o suporte teórico necessário para se atingirem os objetivos do IOL1 ao IOL4

Os conteúdos programáticos abordam também métodos e ferramentas de suporte à decisão mais comuns em problemas de gestão das operações de produção (4º módulo), respondendo ao IOL5.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The contents cover all the main/core fundamental concepts required for a future engineer to understand the basics of organizations and the role of management. The first 3 groups/chapters of contents provide the necessary theoretical background to address the objectives from IOL1 to IOL4.

The contents also cover some commonly used methods and tools for decision support in production operations management (4th group/chapter), addressing IOL5.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As seguintes metodologias de ensino são utilizadas:

M1. Nas aulas de pendor mais teórico são apresentados os conceitos e ferramentas de gestão, que serão a base da discussão de casos de estudo e do trabalho prático.

M2. Nas aulas de pendor mais prático são discutidos casos de estudo de empresas, permitindo a aplicação e integração dos conceitos estudados.

M3. O trabalho de grupo consiste no estudo de uma organização, as suas áreas funcionais e identificação de potenciais melhorias.

Carga horária semanal - 3h TP

Horas totais previstas – 39h

Trabalho de grupo - 40h

Preparação para exames – 42,5h

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final

Condições de Frequência: Presença em 75% das aulas de discussão de casos e apoio ao projeto. Resolução de Casos de Estudo e realização do projeto em Grupo.

Fórmula de avaliação: Resolução de Casos de Estudo/Projeto em Grupo (40%) + Exame Final, sem consulta (60%). A componente Exame Final tem classificação mínima de 7,5 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The following teaching methods are adopted:

M1. The more theoretical lectures focus on the fundamental management concepts and tools, which provide the basis for the case study discussion and the applied work.

M2. The more practical classes focus on real case study analysis and discussion with an emphasis on the application of the management concepts and tools.

M3. The group project consists in an analysis of a company's functional management areas and identifying potential improvements.

Weekly load - 3h TP

Scheduled total hours - 39h

Group Project – 40h

Preparation for exams – 42,5h

Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam.

Terms of frequency: Attendance of 75% of classes, where case studies and group project are discussed. Case Study / Group Project Resolution.

Evaluation Formula: Group Case study/Project resolution (40%) + Closed book exam (60%). The Exam component requires a minimum classification of 7,5 (out of 20).

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

- *Com as aulas de exposição (M1) pretende-se transmitir e discutir os principais aspetos teóricos e metodológicos. Para os vários IOLs, esta dimensão da aprendizagem faz-se por estudo e conceptualização.*
- *A preparação e discussão de casos de estudo (M2) é utilizada para aprofundamento e integração de conhecimentos associados aos vários IOLs. Esta metodologia fomenta o pensamento crítico e a capacidade de comunicação.*
- *O projeto do trabalho de grupo (M3) permite analisar em maior profundidade uma situação real, identificando oportunidades de melhoria, permitindo consolidar e integrar conhecimentos associados aos vários IOLs.*

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

- *With the classes of exposition (M1), one pretends to teach the main theoretical and methodological aspects. For each IOL, the learning process is based on study and conceptualization.*
- *The preparation and discussion of practical case studies (M2) is used to exploit and to consolidate the learning process and the integration of knowledge associated to each IOL. This methodology encourages critical thinking and communication skills.*
- *The group projects (M3) enables students to assess a real situation and identifying potential improvements.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia principal:

Guedes, A. P. (2021). Documentação de apoio a Organização e Gestão de Empresas

Marques Pinto, C. A. et al. (2010). Fundamentos de gestão (6ª Ed). Editorial Presença. ISBN: 978-9722336543

Teixeira, S. (2005). Gestão das organizações (2ª Ed). Mc Graw-Hill. ISBN: 978-8448146177

Bibliografia adicional:

Hill, Terry (1991). Production /Operations Management: Test and Cases. Prentice Hall International. ISBN: 978-0137237272

Mapa IV - ORGÃOS DE MÁQUINAS

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

ORGÃOS DE MÁQUINAS

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Machine Elements

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MECAP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162 h

4.4.1.5. Horas de contacto:

58,5 h TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré requisitos:

- conhecimentos de Mecânica dos Sólidos / Resistência de Materiais;

- conhecimentos de propriedades mecânicas de materiais, e de processos de fabrico.

4.4.1.7. Observations:*Prerequisites:*

- *knowledge of Solid Mechanics / Strength of Materials;*
- *knowledge of mechanical properties of materials, and of manufacturing processes.*

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Luís António de Andrade Ferreira – TP -117 horas (4 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***docente a contratar TP - 117 horas (4 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A unidade curricular visa desenvolver nos estudantes capacidades relevantes para o projecto de máquinas, através da análise de problemas de dimensionamento e de alguns tipos de órgãos de máquinas de uso frequente.**Pretende-se que os estudantes façam aplicação dos conhecimentos previamente adquiridos noutras unidades curriculares (relativas a mecânica dos sólidos, a estruturas, a materiais, ...) e os integrem e complementem com a aplicação a órgãos mecânicos. As competências a adquirir são genéricas, e específicas. Os resultados de natureza geral consistem no desenvolvimento da capacidade para a tomada de decisões relativas ao projecto e escolha de elementos de máquinas. Os resultados de natureza específica consistem na capacidade para o uso de modelos analíticos e numéricos para a concepção de elementos de máquinas.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The aim of the course is to develop students skills relevant to the design of machines, through analysis of design problems and some types of frequently used machine parts.**It is intended that students apply the knowledge previously acquired in other disciplines (relating to mechanics of solids, structures, materials, ...) and integrate and complement them with the application to mechanical elements.**The skills to be acquired are generic and specific. The results of a general nature consists in the development of the capacity to make decisions regarding the design and choice of machine elements. The results of a specific nature are the ability to use analytical and numerical models for the design of machine elements.***4.4.5. Conteúdos programáticos:****1 - ENGRENAGENS****1.1 - Classificação; engrenagens de eixos paralelos e dentado recto ou helicoidal.****1.2 - Corte de rodas dentadas pelo sistema MAAG (cremalheira geradora). Evolvente de círculo.****1.3 - Metrologia: cota tangencial em k dentes e uso de calibres cilíndricos.****1.4 - Engrenamento; razão de condução; raio activo de pé de corte e de funcionamento.****1.5 - Correção do dentado tendo em vista equilibragem do escorregamento específico, interferência, e funcionamento com entre-eixo imposto.****2 - DIMENSIONAMENTO DE ÓRGÃOS MECÂNICOS À FADIGA****2.1 - Solicitações uniaxiais e biaxiais.****2.2 - Efeito da tensão média; Soderberg e Goodman. O diagrama de Smith.****2.3 - Concentração de tensões. Procedimentos de melhoria da resistência à fadiga; referência ao efeito de tensões residuais.****2.4 – Referência sumária à norma DIN 743 para dimensionamento à fadiga de veios.****4.4.5. Syllabus:****1 - GEARS****1.1 - Classification; gears with parallel axes and straight or helical tothing.****1.2 - Cutting of gears by MAAG system (generator rack). Involute circle.****1.3 - Metrology: tangential dimension in k teeth and use of cylindrical calibres.****1.4 - Gear; driving reason; radius of cutting and operating foot.****1.5 - Correction of the teeth in order to balance the specific slip, interference, and operation with the inter-axis imposed.****2 - SIZE OF MECHANICAL ELEMENTS TO FATIGUE****2.1 - Uniaxial and biaxial stresses.****2.2 - Effect of the mean stress; Soderberg and Goodman. The Smith diagram.****2.3 - Concentration of stresses. Fatigue resistance improvement procedures; reference to the effect of residual stresses.****2.4 - Summary reference to DIN 743 for shaft fatigue dimensioning.****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***O desenvolvimento da capacidade de projectar máquinas exige familiaridade com os conceitos, com a terminologia, com a normalização relevante, e com a disponibilidade/mercado de componentes mecânicos, além, evidentemente, de*

características pessoais de criatividade e iniciativa. Os conceitos, terminologia, e normalização exigem tratamento e apresentação específica, sendo o formato de aulas teórico-práticas o adequado para o efeito. A ocasional proposta aos estudantes da realização de trabalhos, nomeadamente envolvendo ferramentas computacionais relevantes (desde já se identifica o KISSsoft, mas certamente que em 2021-2022 outras existirão na FEUP ...) promove a integração dos conceitos discutidos nas aulas com vista a capacitar os estudantes para o projecto mecânico.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The development of the ability to design machines requires familiarity with concepts, terminology, relevant standardization, and the availability / market of mechanical components, and, of course, personal characteristics of creativity and initiative. Concepts, terminology, and standardization require specific treatment and presentation, and the theoretical-practical classes format is appropriate for this purpose. The occasional proposal to the students to carry out works, namely involving relevant computational tools (already identifies KISSsoft, but certainly in 2021-2022 others will exist in FEUP ...) promotes the integration of the concepts discussed in the classes with a view to training the students for the mechanical project.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino / Teaching methodologies:

Carga horária semanal - 4,5 h TP (2 h + 2,5 h)

Horas totais previstas – 162 h

Resolução de problemas no KISSsoft - 16 h

Análise de mecanismos usando o software AUTODESK INVENTOR – 16h

Trabalho experimental extracurricular (Engrenagens, fadiga, tribologia - assistência a ensaios) - 12h

Estudo e reflexão sobre a matéria leccionada: 65,5 h

Preparação para exames – 6 h

Atendimento aos estudantes (horário a indicar por cada docente).

Avaliação / Evaluation:

A avaliação consiste em exame final.

O desempenho dos estudantes na realização de trabalhos propostos ao longo do ano, poderá influenciar positivamente a classificação final, de acordo com juízo caso a caso dos docentes. Os critérios tomados em conta na apreciação de trabalhos entregues são (por ordem alfabética):

- complexidade
- criatividade
- entrega atempada
- número de trabalhos submetidos
- originalidade
- qualidade da escrita/apresentação técnica.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

ENG Teaching methodologies:

Weekly load - 4,5 h TP

Estimated total hours - 162 h

Problem solving with KISSsoft - 16 h

Mechanism analysis using the software AUTODESK INVENTOR - 16h

Study and reflection on the subject taught: 65,5 h

Preparation for exams - 6 h

Attendance to students (time to be indicated by each teacher).

Evaluation / Evaluation:

The assessment consists of a final exam.

The students' performance in carrying out proposed assignments throughout the year may positively influence the final classification, according to case-by-case judgment of teachers. The criteria taken into account in the evaluation of submitted works are (in alphabetical order):

- complexity
- creativity
- number of reports submitted
- originality
- timely delivery
- writing quality / technical presentation.

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

A unidade curricular funciona no regime de aulas teórico-práticas constituídas, sempre que oportuno, por dois momentos – um momento inicial em que a matéria da aula é exposta enfatizando as suas bases teóricas e conceptuais, seguido de outro momento de apresentação e discussão de exemplos.

O envolvimento dos estudantes é pedido nomeadamente através de ocasionais propostas de trabalhos e desafios que lhes são apresentadas, levando-os a reflectir sobre os conceitos e exemplos que lhes foram apresentados em aula, e a desenvolver a capacidade de integrar esses conhecimentos na resolução de exemplos ou na análise de aspectos específicos dos temas tratados. Esses trabalhos são de realização voluntária, podendo a sua apreciação reflectir-se numa melhoria da classificação obtida em exame pelo estudante.

O software KISSsoft foi disponibilizado gratuitamente à FEUP em Maio de 2013, e é uma valiosa ferramenta

computacional para o projecto de órgãos de máquinas. Tendo principiado por tratar o problema geométrico e da capacidade de carga de rodas dentadas, estendeu-se posteriormente ao dimensionamento de veios e concepção integrada de caixas e redutores. Esta ferramenta computacional será usada em aula pelos docentes para melhor visualização/compreensão por parte dos estudantes do funcionamento de alguns sistemas.

O atendimento aos estudantes ocorre sempre que os docentes tenham disponibilidade, sem prejuízo de existirem períodos de disponibilidade garantida em horário pré-estabelecido ao longo de todos o semestre. Nas épocas de exame os docentes procuram assegurar, nos dias antecedentes, a maior disponibilidade para esclarecimento de dúvidas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The discipline works in the regime of theoretical-practical classes constituted, where appropriate, for two moments - an initial moment in which the subject matter is exposed emphasizing its theoretical and conceptual bases, followed by another moment of presentation and discussion of examples.

The involvement of the students is requested in particular through occasional proposals of work and challenges presented to them, leading them to reflect on the concepts and examples presented to them in class, and to develop the capacity to integrate this knowledge in the resolution of examples or in the analysis of specific aspects of the subjects discussed. These works are voluntary, and their appreciation can be re-evaluated in an improvement of the classification obtained by the student.

KISSsoft software was made available free of charge to FEUP in May 2013 and is a valuable computational tool for the design of machine parts. Having begun by treating the geometric problem and the capacity of loading of gears, it was later extended to the dimensioning of shafts and integrated design of gearboxes and gearboxes themselves. This computational tool will be used in class by teachers for better visualization / understanding by students of the operation of some systems.

The attendance to the students occurs whenever the teachers are availability, without prejudice to the existence of guaranteed availability periods at a pre-established schedule throughout the semester. In the exam periods, teachers seek to ensure, in previous days, greater availability to clarify doubts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência

Não existe um livro que trate o conteúdo da unidade curricular como aqui se pretende; assim, os docentes disponibilizarão aos estudantes apontamentos e orientação bibliográfica para, em cada caso, os estudantes acederem a toda a informação relevante.

Reference book

There is no book that deals with the content of the discipline as it is intended here; thus, the teachers will provide students with notes and bibliographical guidance so that, in each case, the students have access to all relevant information.

Notas da Unidade Curricular

Apontamentos diversos por Paulo T. de Castro, Luís A. Ferreira et al.

Course Notes Various course documents delivered by Paulo T. de Castro, Luís A. Ferreira et al.

Several notes by Paulo T. de Castro, Luís A. Ferreira et al.

Bibliografia básica / core bibliography

engrenagens / gears - Georges Henriot, 'Engrenages: conception - fabrication - mise en oeuvre', 8ème éd., Dunod, 2013.

Mapa IV - PROCESSOS DE FABRICO I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

PROCESSOS DE FABRICO I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Manufacturing Processes I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

DCF

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

26 T, 26 PL

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos
Ciência materiais
Materiais metálicos
Materiais não metálicos
Mecânica dos sólidos

4.4.1.7. Observations:

Science of materials
Metallic materials
Non-Metallic Materials
Mechanics of solids

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Rui Jorge de Lemos Neto 14 T (2 t), 56 PL (8 t), Lucas Filipe Martins da Silva 4 T (2 t), 16 PL (8 t)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Miguel Augusto Vigário de Figueiredo – 20 T (2 turmas), 80 PL (8 turmas)
José Manuel Ferreira Duarte - 14 T (2 turmas), 56 PL (8 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Conhecimentos
 - *Principais técnicas de ligação por soldadura e brasagem utilizadas no fabrico de estruturas de aços ao carbono e carbono/manganês.*
 - *Conceito de soldabilidade.*
 - *Ter um conhecimento geral sobre as técnicas de ligação de materiais com adesivos estruturais.*
 - *Principais processos de fundição de peças em ligas ferrosas e não ferrosas.*
 - *Processos de fabrico aditivo usando metais e plásticos.*
Aptidões
 - *Descrever as principais fases dos processos de fundição, soldadura e ligação adesiva.*
 - *Identificar os principais parâmetros a controlar para reduzir ou evitar defeitos promovendo a microestrutura e propriedades mecânicas desejadas.*
 - *Aplicar estes conhecimentos para produzir esboços e criticar o projeto de peças a obter por estas tecnologias.*
Competências Computacionais
 N/A.
Competências Experimentais
Fabricação de juntas soldadas e adesivas e teste estático.
Fabrico de moldes para injeção de cera e de moldes para fundição em areia por fabrico aditivo.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Knowledge
 - *Main welding and brazing techniques used in the manufacture of carbon and carbon / manganese steels.*
 - *Concept of weldability.*
 - *Have a general knowledge about the bonding techniques of materials with structural adhesives*
 - *Main casting technologies for production of ferrous and non ferrous parts.*
 - *Additive manufacturing processes in metal as an alternative to casting and AM of plastics and ceramics.*
Skills
 - *Describe the main phases of casting, welding and bonding processes.*
 - *Identify the main conditions and parameters that must be controlled in order to reduce or avoid defects and to promote the metallurgical structure and the desired mechanical properties.*
 - *Apply this knowledge to produce and design parts made by these technologies.*
Computer Skills
 Not applicable.
Experimental Skills
Manufacture of welded and adhesive joints and static testing.
Manufacture of wax injection molds and sand casting patterns by additive manufacturing

4.4.5. Conteúdos programáticos:

FUNDIÇÃO E FABRICO ADITIVO
 Nas teóricas:
 1. *Principais ligas de fundição.*
 2. *Interfaces.*
 3. *Germinação e crescimento.*

4. Fusão e reações entre os metais líquidos e os refratários e a atmosfera.

5. Solidificação e estruturas resultantes.

6. Fusão e solidificação rápida em soldadura

7. Classes de processos de fabrico aditivo

Nas práticas laboratoriais:

1. Regras de traçado e seu relacionamento com os defeitos.

2. Processos de fundição convencionais.

3. Projeto para a obtenção de peças fundidas.

4. Aula laboratorial de fundição por cera perdida e de fabrico aditivo

PROCESSOS DE LIGAÇÃO

1. Propriedades e classificações.

2. Soldadura com eléctodos revestidos.

3. Soldadura por arco submerso

4. TIG

5. MIG/MAG

6. Soldadura por resistência

7. Brasagem

8. Soldabilidade de aços ao carbono e C/Mn.

9. Tratamentos térmicos.

10. Deformações em soldadura

11. Homologação de procedimentos de soldadura.

12. Preparação de juntas

13. Cálculo de custos

14. Controle de qualidade.

15. Juntas adesivas estruturais

4.4.5. Syllabus:

ADDITIVE MANUFACTURING AND FOUNDRY

In theoretical classes:

1. Main casting alloys and their technological characteristics.

2. Interfaces.

3. Germination and growth of new phases and crystals. Casting of cast iron.

4. Melting and reactions between the liquid refractory metals and the atmosphere.

5. Solidification, solidification mechanisms and resulting structures in different alloys.

6. Fast fusion and solidification in welding.

7. Classes of additive manufacturing processes and main processes used industrially

In laboratory practices:

1. Drawing rules and their relationship to defects in castings.

2. Conventional casting processes.

3. Design for obtaining castings.

4. Laboratory wax casting and additive manufacturing.

JOINING PROCESSES

1 - Properties and classifications of connection processes.

2 - Manual welding with coated electrodes.

3 - Submerged arc welding.

4 - TIG Welding.

5 - MIG / MAG Welding.

6 - Resistance welding.

7 - Brazing.

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

Nesta UC, pretende-se apresentar os últimos desenvolvimentos de cada tecnologia: fundição, soldadura, adesivos e fabrico aditivo. Os conteúdos incluem todos os métodos fundição e de ligação disponíveis, bem como os principais métodos de fabrico aditivo independentemente de serem alternativas para os metais ou de poderem ser usados para ferramentas no caso dos plásticos e das cerâmicas. Em geral, esses assuntos são tratados separadamente, mas estão sendo cada vez mais usados simultaneamente em muitas estruturas e componentes, sendo importante que o estudante da licenciatura tenha todas as informações necessárias num único curso, já que se trata de processos eventualmente alternativos. Os conteúdos estão sobretudo centrados na produção com uma exposição teórica e uma prática laboratorial em laboratórios bem equipados para o efeito, incluindo também uma parte de trabalhos experimentais pelo menos de uma das tecnologias abordadas nas aulas e observadas nas demonstrações laboratoriais.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In this course, we intend to present the most important recent developments associated with each technology: casting, welding, adhesives and additive manufacturing. The contents include all available casting and bonding methods as well as the main additive manufacturing methods regardless of whether they are alternatives to metals or whether they can be used for tools in the case of plastics and ceramics. In general, these subjects are handled separately, but are being increasingly used simultaneously in many structures and components, and it is important that the undergraduate student has all the necessary information in a single course, since these are possibly alternative

processes. The content is mainly focused on production with a theoretical exposition and laboratory practice in well-equipped laboratories for this purpose, but also includes a part of experimental work on at least one of the technologies covered in the lessons and observed in the laboratory demonstrations.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

Carga horária semanal - 2h T e 2h PL

Horas totais previstas – 52h

Trabalho laboratorial fora das aulas – 12h

Elaboração de relatórios – 28h

Preparação para exames – 70h

Atendimento aos alunos (horário a indicar por cada docente).

Avaliação:

A avaliação consiste em dois testes a realizar em meados e finais do semestre, com um peso de 30% na fundição e fabrico aditivo e de 40% nos processos de ligação na classificação final, sendo exigida uma classificação mínima de 7.0 valores em cada um deles. São propostos trabalhos em fundição e FA com peso de 20% e trabalhos de soldadura e juntas adesivas com um peso de 10%.

Os estudantes que:

- não obtiverem a média de 10 valores;*
- tendo obtido média de 10 valores mas não cumpram os requisitos da classificação mínima;*
- tenham faltado a pelo menos uma das avaliações;*

poderão aceder ao Recurso (peso de 80%) que avaliará o programa integral da UC. Os estudantes aprovados podem aceder ao Recurso para melhoria de nota.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies:

Weekly load - 2h T and 2h PL

Scheduled total hours - 52h

Out-of-class laboratory work - 12h

Reporting - 28h

Exam preparation - 70h

Attendance to students (time to be indicated by each teacher).

Evaluation:

The evaluation consists of two partial tests to be carried out in the middle and the end of the semester, with an individual weight of 30% for foundry and additive manufacturing and of 40% for joining processes in the final classification.. A minimum classification of 7.0 values is required in each of them. Also a work on foundry and manufacturing additive is proposed with a weight of 20% in the final classification and another work on welding and adhesive joints with a weight of 10% in the final classification.

Students who:

- do not get the average of 10 values;*
- having obtained an average of 10 values but not meeting the requirements of the minimum classification;*

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

A unidade curricular funciona no regime de 2 aulas teóricas (2h) e uma aula de prática laboratorial (2h) por semana, existindo ainda trabalhos laboratoriais em 1 das 4 tecnologias lecionadas. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique na parte inicial à exposição de matéria teórica, seguida de exemplos prático de aplicação e de visitas com demonstração das tecnologias. Na aula de prática laboratorial de soldadura e adesivos, será proposto aos estudantes fabricar e testar juntas. No caso da fundição as aulas de demonstração permitirão observar a fusão e vazamentos de ligas, o fabrico de moldações e o fabrico de moldes e outras peças por fabrico aditivo. Esta tipologia de aulas apresenta a vantagem da inexistência de hiatos entre a apresentação dos conceitos teóricos e a sua aplicação na resolução de problemas práticos e na demonstração de laboratorial.

Para o caso dos processos de ligação, os estudantes são convidados a elaborar dois relatórios que consistem na descrição da experiência laboratorial, no tratamento dos dados obtidos na experiência, na previsão do comportamento mecânico. Este esquema promove uma melhor ligação dos estudantes à unidade curricular, evitando uma preparação exclusivamente centrada na época de testes.

No caso da Fundição e fabrico aditivo os trabalhos práticos de pesquisa incidem sobre processos de fundição e processos aditivos alternativos à fundição, direcionados para setores industriais onde as tecnologias aplicadas são mais avançadas, como acontece com o setor automóvel, aeronáutico e da saúde. Os trabalhos laboratoriais incidem mais sobre tecnologias disponíveis na FEUP como fabrico aditivo e fundição em vácuo e atmosfera controlada pelo processo da cera perdida.

O atendimento aos estudantes por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit works in the system of 2 theoretical classes (2h) and a laboratory practice class (2h) per week, and there are laboratory works in 1 of the 4 technologies taught. This typology of classes allows the teacher to devote himself in the initial part to the presentation of theoretical material, followed by practical examples of application and

visits with demonstration of the technologies. In the laboratory practice class of welding and adhesives, students will be proposed to fabricate and test specimens. In the case of casting, the demonstration classes will allow to observe melting and alloying, the manufacture of moldings and the manufacture of molds and other parts by additive manufacture. This typology of classes presents the advantage of the absence of gaps between the presentation of the theoretical concepts and their application in the resolution of practical problems and in the laboratory demonstration. In the case of the joining processes, students are invited to prepare two reports consisting of the description of the laboratory experience, the treatment of the data obtained in the experiment, and the prediction of the mechanical behavior. This scheme promotes a better connection of students to the curricular unit, avoiding a preparation exclusively focused on the testing period.

In the case of foundry and additive manufacturing, the practical research work focuses on foundry processes and alternative processes to the foundry, directed to industrial sectors where the applied technologies are more advanced, as with the automotive, aeronautical and health sectors. The laboratory work focuses more on technologies available in FEUP as manufacturing additive and vacuum casting and atmosphere controlled by the lost wax process. The attendance to the students by the teachers exists throughout the semester at a pre-established time. At the test times, the teachers offer more extensive support periods.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

Beeley, P. (2011). Foundry technology, Butterworth-Heinemann.

Lino Alves, F. J., Braga, F. J. S., Simão, S. S., Neto, R. J. L., Duarte, T. M. G. P. (2001). Protoclick Prototipagem rápida.

Campbell, F. C. (2011). Joining, ASM.

da Silva, L. F. M., de Magalhães, A. G., de Moura, M. F. S. F. (2007). Juntas adesivas estruturais, Publindústria.

Notas da Unidade Curricular:

Magalhães, A. B. Interfaces e germinação. A Fusão dos metais.

Fernandes, A. A., Figueiredo, M. (2005). Processos de Ligação de Metais.

Bibliografia adicional:

Phillips, D. (2016). Welding Engineering, Wiley.

Mapa IV - PROCESSOS DE FABRICO II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

PROCESSOS DE FABRICO II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

MANUFACTURING PROCESSES II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

DCF

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

19.5 T 32.5 PL

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

- Ciência e Engenharia dos Materiais: materiais metálicos;

- Produção e interpretação de Desenhos Técnicos e Conhecimentos de tecnologias de CAD/CAM;

- Conhecimentos fundamentais sobre estática, cinemática, estado de tensão e extensão e leis constitutivas dos materiais.

.

4.4.1.7. Observations:

- Materials Science and Engineering: metallic materials;

- Technical drawing representation and reading and CAD/CAM technologies;

- *Background on statics, kinematics, stress and strain states and constitutive laws of materials.*

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Augusto Duarte C.B. Rocha (19.5 T 2 t, 65 PL 8 t), Abílio Manuel P.Jesus (19.5 T 2 t, 32,5 PL 8 t)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Ana Rosanete Lourenço Reis (162.5 PL - 8 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

Conhecimentos

- *Princípios gerais dos processos de fabrico subtrativo convencionais e processos de fabrico baseados nas tecnologias de conformação plástica.*

- *Conhecer as tecnologias associadas a cada processo (máquinas, ferramentas, funcionamento, aplicações).*

Aptidões

- *Selecionar os processos de fabrico mais eficientes, tendo em conta as especificações dos produtos.*

- *Estabelecer a melhor sequência de produção de diferentes produtos.*

- *Projetar e/ou selecionar ferramentas.*

Competências Computacionais

- *Aplicação de sistemas CAD/CAM na definição de estratégias de maquinagem.*

- *Programação de máquinas de comando numérico computadorizado (CNC).*

- *Modelação de ferramentas.*

Competências Experimentais

- *Contacto com as tecnologias de maquinagem (utilização de equipamento CNC, demonstrações, ensaios de maquinabilidade).*

- *Ensaio de caracterização de materiais no domínio plasticidade.*

Competências Transversais

- *Trabalho em grupo.*

- *Elaboração de relatórios.*

- *Apresentação oral de trabalhos.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

Knowledge

- *General principles of conventional subtractive manufacturing processes and manufacturing processes based on metal forming technologies.*

- *To know the technologies associated with each process (machines, tools, operations, applications).*

Skills

- *Select the most efficient manufacturing processes, taking into account the specifications of the products.*

- *To establish the best sequence of production steps for different products.*

- *Design and/or selection of tools.*

Computing competences

- *Application of CAD / CAM systems in the definition of machining strategies.*

- *Programming computer controlled machines (CNC).*

- *Modelling of tools.*

Experimental competences

- *Contact with machining technologies (use of CNC equipment, demonstrations, and machinability tests).*

- *Characterization of plastic and fracture behaviour of materials by testing.*

Transversal competences

- *Team work.*

- *Reporting.*

- *Oral communication.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

MÓDULO DE MAQUINAGEM – Princípios da Maquinagem Convencional (arranque de aparta/ corte). Modelo de Corte Ortogonal. Geometria das Ferramentas de Corte. Materiais para ferramentas de corte. Vida das Ferramentas de Corte. Maquinabilidade. Condições Económicas da Maquinagem. Fluidos de Corte. Processos de Maquinagem Convencionais (Torneamento, Furação, Mandrilagem, Fresagem, Retificação): Parâmetros de Corte, Ferramentas de Corte, Máquinas-Ferramentas, Sequências de Maquinagem. Maquinagem CNC: tornos, fresadoras e centros de maquinagem.

MÓDULO DE CONFORMAÇÃO PLÁSTICA – Classificação dos Processos de Conformação Plástica; Tecnologia do Forjamento, Laminagem, Extrusão, Estiramento, Quinagem, Corte e Embutidura; Aplicações; Máquinas Ferramentas para Conformação Plástica; Projeto de peças e Ferramentas; Plasticidade e Ensaio Mecânicos de Caracterização.

4.4.5. Syllabus:

MACHINING MODULE - Principles of Conventional Machining (Cutting). Orthogonal Cutting Model. Geometry of cutting Tools. Materials for cutting tools. Cutting tools life. Machinability. Economic Conditions of Machining. Cutting Fluids. Conventional Machining Processes (Turning, Drilling, Reaming, Milling, Grinding); Cutting Parameters, Cutting Tools, Machine Tools, Machining Sequences. CNC machining: lathes, milling machines and machining centres.

METAL FORMING MODULE - Classification of Metal Forming Processes; Forging, Lamination, Extrusion, Stretching, Bending, Cutting and Embedding; Applications; Machines for Metal Forming; Parts and Tools design; Plasticity and Mechanical Characterization Tests.

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

Esta unidade curricular visa a aquisição de conhecimentos fundamentais, necessários ao entendimento de dois grupos de processos de fabrico complementares, no que se refere à produção de peças complexas e/ou à produção em série: processos de maquinagem por arranque de apara e processos baseados na conformação plástica. Pretende-se estimular os estudantes na aquisição de conhecimentos relativos às soluções tecnológicas mais comuns e atuais, associadas aos dois grupos de processos, e ao mesmo tempo a sua aplicação no fabrico de peças recorrendo sempre às soluções mais eficientes. Esta unidade curricular, e na sequência da unidade curricular de Processos de Fabrico I, irá proporcionar aos estudantes uma formação sólida e uma visão abrangente, teórica e prática, sobre os processos de fabrico que dominam a indústria de produção de peças. Os conhecimentos adquiridos irão igualmente constituir a base para um desenvolvimento futuro de novos conhecimentos na área dos processos avançados de fabrico.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

This course unit aims at teaching the fundamentals required to understand two groups of complementary and important manufacturing processes for the production of complex parts and/or mass production: conventional machining processes and processes based on metal forming. The course aim is to stimulate students to develop the understanding about the most common and current technological solutions, associated to two groups of manufacturing processes, and at the same time their applications in the production of parts, always using the most efficient routes. This course unit, following the Manufacturing Processes I course unit, will provide students with a solid training and a complete theoretical and practical view of the manufacturing processes that dominate the parts manufacturing industry. The knowledge acquired will also form the required background for a future development of new knowledge in the area of advanced manufacturing processes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Carga horária semanal – 1.5h T + 2.5h PL

Horas totais – 52h

Trabalhos práticos (relatório e apresentação oral) – 38 h

Trabalho laboratorial extracurricular – 12 h

Estudo autónomo/preparação de exames – 60 h

- Avaliação: duas provas (peso de 37.5% cada), sobre os temas de maquinagem e conformação plástica, respetivamente, e trabalho de grupo incidindo num processo de fabrico (peso de 25%).

- Aprovação: classificação média ponderada mínima de 10 valores e uma classificação mínima de 7 valores em cada prova.

- Os estudantes que:

• não obtiverem média mínima de 10 val.

• tendo obtido média mínima de 10 val., não cumpram os requisitos da classificação mínima

• tenham faltado a pelo menos uma das avaliações

poderão aceder ao Exame de Recurso sobre programa integral da UC (peso de 75%) ou sobre o tema de uma das provas (peso de 37.5%).

- Melhoria de classificação: Realizar Exame de Recurso, nas mesmas condições do Exame de Recurso para aprovação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Weekly load - 1.5h T + 2.5h PL

Total hours - 52h Preparation of practical work (reporting and oral presentations) 38 h

Out-of-class laboratory work - 12 h Exam preparation - 60 h Individual assessment consists of two partial tests (individual weights of 37.5% each), focused on machining and metal forming, respectively. Group projects focusing on a specific manufacturing process (report and oral presentation), are foreseen with a 25% weight.

Students having a minimum weighted average rating of 10 points and a minimum grade of 7 points at each of the evaluation tests will be approved to the course unit.

Students:

not getting the minimum average of 10 points;

having the minimum average of 10 points, but not meeting all requirements for the approval;

missing at least one of the tests;

may access the global Resource Exam (75% weight) or the partial Resource Exam (same topics of the partial tests, weight of 37.5%).

Approved students may access the Resource Exam to make grade improvement.

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

Os dois grupos de processos de fabrico lecionados são apresentados em dois módulos complementares, onde são apresentados e discutidos os conhecimentos fundamentais necessários ao entendimento dos processos, e é proporcionado o contacto dos estudantes com as tecnologias associadas aos processos.

Relativamente ao módulo de maquinagem, as aulas teóricas abordam temas transversais da maquinagem convencional, essenciais para o entendimento dos diferentes processos tecnológicos de maquinagem por arranque de apara. A referência à mecânica do corte é fundamental para introduzir os conhecimentos importantes para a seleção de ferramentas de corte e definição dos parâmetros de maquinagem. Também é feita uma referência à geometria das ferramentas de corte, materiais para ferramentas de corte, condições económicas de maquinagem e fluidos de corte.

As aulas PL de maquinaria abordam diferentes tecnologias de maquinaria convencional (torneamento, furação, fresagem, retificação) e a aplicação destas tecnologias. Os estudantes serão conduzidos na elaboração de sequências de maquinaria, definição de parâmetros de corte e seleção de ferramentas. Estas aulas culminarão com a validação das sequências de maquinaria em laboratório.

Relativamente ao módulo de conformação, serão abordados temas fundamentais e transversais da tecnologia da deformação plástica (aulas T). Será fundamental introduzir os conceitos de formabilidade e explicar os fenómenos associados a este comportamento como o encruamento e anisotropia. Também é feita uma referência aos vários processos de conformação plástica, com ênfase para os diversos parâmetros tecnológicos, a conceção e o projeto de ferramentas e dos componentes a produzir. A informação relativa a estes processos é complementada com a caracterização dos materiais mais usados nos diversos processos de fabrico e a referência aos equipamentos utilizados. As aulas PL abordam diferentes tecnologias e a sua aplicação na produção de peças. Estas aulas incluem a caracterização em laboratório de alguns materiais com o envolvimento dos estudantes, que poderão posteriormente usar os resultados para análise da formabilidade dos materiais testados.

Os estudantes serão também solicitados a realizar trabalhos de grupo visando a consolidação e integração de conhecimentos. Estes trabalhos práticos incidirão num dos processos de fabrico estudados. Enquanto que nos trabalhos de maquinaria, será dada prioridade à produção de uma peça integrando os sistemas CAD/CAM/CNC, seleção de ferramentas, parâmetros de corte, otimização da sequência de maquinaria, execução e controlo de qualidade, nos trabalhos de conformação plástica os estudantes deverão propor uma tecnologia e realizar o anteprojecto das ferramentas necessárias à realização de uma peça, assim como a caracterização do material escolhido para o produto. As aulas culminam com a discussão dos projetos que resultam dos trabalhos de grupo propostos em cada tema da unidade curricular.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

Two groups of manufacturing processes are presented in two complementary modules, where the fundamental knowledge required to understand the processes is taught and a contact with the associated manufacturing technologies is provided to the students.

Regarding the machining module, lectures will address transversal topics of conventional machining, essential for the understanding of the different technological processes of conventional machining. The reference to the mechanics of metal cut is fundamental to introduce the knowledge required for the selection of cutting tools and the definition of the machining parameters. References are also made to the geometry of cutting tools, cutting tool materials, economical machining conditions and cutting fluids. The laboratory classes introduce the different conventional machining technologies (turning, drilling, milling, grinding) and their applications. Students will be conducted in the elaboration of machining sequences, definition of cutting parameters and selection of tools. These classes culminate with the validation of the machining sequences in the laboratory.

Regarding the modulus of metal forming, fundamental and cross-cutting themes of metal forming technology will be addressed in the lectures. It will be fundamental to introduce the concepts of formability and explain phenomena associated with this behaviour such as hardening and anisotropy. Reference is also made to the various plastic forming processes, with emphasis on the various technological parameters and the design of tools and components to be produced. Information on these processes is complemented by the characterization of representative materials for the various manufacturing processes and information about the machines technology used. The laboratory classes cover different technologies and their application in the production of parts. These classes will include the experimental characterization of some materials, with the involvement of students that can latter use the results to analyse the formability of different materials.

Students will be also requested to carry out a project aiming at consolidating and integrating knowledge. This practical exercise will focus on a manufacturing process studied. While in machining, priority will be given to the production of a part by integrating the CAD/CAM/CNC systems, tool selection, cutting parameters, optimization of the machining sequences, execution and quality control, in metal forming, students should select a technology and carry out the preliminary design of a part and of the tools needed to produce that part, as well as the characterization of the material chosen for the product. The classes culminate with the discussion of the projects that resulted from this activity.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livros de referência:

Maquinagem:

Groover, M.P. (2010). *Fundamentals of modern manufacturing. Materials, Processes, and Systems*. John Wileyand Sons Ltd.

Conformação plástica:

Rodrigues, J., Martins, P. (2005). *Tecnologia Mecânica – Tecnologia da deformação plástica*. Escolar Editora.

Bibliografia Principal:

Maquinagem:

Davim, J.P. (2008). *Princípios da maquinaria (2nd ed.)*. Publindústria.

Bibliografia Complementar:

Maquinagem:

Jesus, A.M.P. (2019). *Fundamentos do Corte. Teoria e Exercícios*. Edições FEUP.

Dias, F., Silva, T., Carvalho, D., Jesus, A.M.P., *Tecnologia da Maquinagem. Torno e Torneamento*. Edições FEUP, in press.

Gerling, H. (1997). *Alrededor de las máquinas-herramienta (3rd ed.)*. Reverté Barcelona

Conformação Plástica:

Duarte, J.F., Rocha, A.B., Santos, A.D. (2005). *Corte em ferramenta*. INEGI.

Santos, A.D., Duarte, J.F., Rocha, A.B. (2005). *Tecnologia da embutidura*. INEGI.

Mapa IV - Programação de Computadores**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Programação de Computadores***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Computer Programming***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***MTDCOM***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***T-13h; PL-39h***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Pré-requisitos**Álgebra Linear e Geometria Analítica: Cálculo vetorial e matricial.**Conhecimentos básicos em lógica proposicional.***4.4.1.7. Observations:***Linear Algebra and Analytical Geometry: Vector and matrix analysis.**Propositional logic basic knowledge.***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luísa Maria Pimenta Abreu Costa Sousa - T-13h (2 turmas) e 78 horas PL (10 turmas),***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Cristina Maria Clementino Fernandes de Faria Miranda Guedes - T-13h (2 turmas) e 78 horas PL (10 turmas).**Maria Filomena Guimarães Dias de Almeida – 78 horas PL (10 turmas).**Isilda Viana Pereira da Silva-39 horas PL (10 turmas).**Sónia Isabel Silva Pinto 78 horas PL (10 turmas).**Docente a contratar - 39 horas PL (10 turmas).***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No processo de ensino e aprendizagem desta unidade curricular espera-se que o estudante tenha adquirido competências para:**-decompor um problema inicial em problemas mais elementares**-elaborar um algoritmo para resolver um problema simples**-aplicar os conceitos e técnicas necessárias que permitam resolver alguns tipos de problemas, desenvolvendo programas em linguagem Python e Matlab**-testar um programa, interpretar e analisar os resultados obtidos**No final da uc o estudante deverá ter adquirido competências na área da programação de computadores e autonomia para se adaptar a ambientes de programação diferentes**Comp. Computacionais**O estudante deve adquirir conhecimentos e competências que permitam adaptar-se a ambientes de programação diferentes**Comp. Transversais**Capacidade de interação com outras uc's. Comunicação escrita e oral. Capacidade de trabalhar com os pares e interagir em equipa. Potenciar a criatividade e aplicação dos conhecimentos adquiridos para a resolução de novos problemas***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***By the end of the school term students should be able to:**• perform the decomposition of a large problem into smaller problems.*

- *develop an algorithm to solve a simple problem.*
- *apply the concepts and techniques for the design of algorithms, allowing basic numerical problems solution using Python and Matlab programming languages.*
- *analyse and evaluate test results.*

By the end of the school term students must have acquired skills in the area of computer programming and autonomy to adapt to different programming environments.

Computer Skills

Students must have acquired skills in the area of computer programming and be able to work in different programming environments.

Transversal Skills

Interaction skills with other curricular units. Written and oral communication. Ability to work with peers promoting team interaction. To promote the creativity and use of the acquired knowledge to solve new problems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. ALGORITMOS:** *Linguagem algorítmica. Tipos de dados e operadores. Instruções de: leitura, escrita e atribuição. Instruções condicionais e de repetição. Variáveis indexadas.*
- 2. INTRODUÇÃO À LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO PYTHON:** *Sequenciação. Declaração de variáveis e tipos de dados: enfoque no tipo numérico. Operadores aritméticos e relacionais. Instrução de atribuição, de leitura e escrita. Estruturas de seleção e de repetição. Estruturas de dados. Subrotinas e funções. Funções pré-definidas no Python-Ficheiros: métodos sobre ficheiros e ficheiros de texto vs. Binários. Manipulação de strings.*
- 3. INTRODUÇÃO AO MATLAB** *Estruturas básicas de dados. Operações aritméticas, relacionais e lógicas. Expressões numéricas e lógicas. Funções lógicas Controlo de fluxo. Ficheiros Matlab: Scripts e funções. Programação em MATLAB. Desenvolvimento de aplicações MATLAB para resolução de problemas básicos.*

4.4.5. Syllabus:

1. ALGORITHMS

Algorithmic language. General organization of an algorithm.

Data types and operators. Reading, writing and assignment statements. Conditional and repeating statements. Arrays.

2. INTRODUCTION TO THE PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE:

Sequencing. Declaration of variables and data types: focus on data of the numerical type.

Arithmetic and relational operators. Assignment statement. Reading and writing statements. Selection structures. Loop structures.

Data structures. Definition of subroutines and functions. Predefined functions in Python.

File Manipulation: Files, and text files and binary files.

String manipulation.

3. INTRODUCTION TO MATLAB. A MATLAB session. Basic data structures. Programming in MATLAB.

Arithmetic, relational and logical operations. Numerical and logical expressions. Logical functions

Flow control. Matlab files: Scripts and functions.

Development of MATLAB applications to solve basic engineering problems.

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

Esta unidade curricular tem como principal objetivo dotar os estudantes com conceitos básicos na área de programação de computadores e desenvolvimento de competências para utilizar programas no âmbito da Engenharia Mecânica. Para além da aprendizagem de conceitos básicos de algoritmia, utiliza-se a linguagem Python e o ambiente MATLAB. Estas duas linguagens são utilizadas ao longo do curso em várias unidades.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The main objective of this UC is to provide students with the basic concepts in the area of computer programming and develop skills to use programs in the Mechanical Engineering fields. Students will create algorithms and use two programming languages: Python and MATLAB. These languages are used throughout the course in several units.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A uc consta de uma aula T semanal de 1h e duas PL semanais de 1,5h cada uma. A aula T é expositiva e complementada de exemplos práticos ilustrativos. Nas aulas PL os estudantes elaboram algoritmos para resolver problemas numéricos básicos(15h) e desenvolvem programas em linguagem Python(15h) e em MATLAB (9h).

A avaliação tem três componentes: 1º teste, T1, que inclui algoritmia e linguagem Python ,2º teste, T2, inclui algoritmia e programação MATLAB; T3, avaliação das aulas PL

Exame de recurso é uma prova escrita cotada para 20 valores e que consta de toda matéria.

A classificação final (CF) é obtida por: $CF=0.40(\text{ Prova } T1)+0.50(\text{ Exame final - } T2)+0.1(\text{ nota das aulas})$ O estudante é aprovado à unidade curricular se: a) $CF \geq 9.5$; b) Obter pelo menos 40% na classificação da prova T2; c) Cumprimento das condições de obtenção de frequência. Os estudantes não aprovados estão admitidos à prova de recurso.

Uma classificação final superior a 18 valores implica a realização de uma prova oral.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lectures consist of exhibitions supported by Power Point presentation, 1h per week. Application of the concepts addressed to theoretical/practical cases, 1,5h twice a week. In practical classes students develop: algorithms to solve basic engineering problems (15h), programs in Python language (15h) and in MATLAB (9h) environment.

The assessment is composed by three components: - T1, a test that includes algorithms and Python language; T2, a test including algorithms and MATLAB environment; T3, evaluation of class performance.

The final classification grade (CF) is calculated according to the rule: $CF = 0.40(\text{ Test } T1) + 0.50(\text{ Final exam - } T2) + 0.1$

(T3).

The student obtains approval to the curricular unit if: a) CF> = 9.5; b) Obtain at least 40% in the classification of the test T2; c) Comply with FEUP assessment specific regulation.

Students who have not obtained approval are admitted to a Recursive Examination. A final grade higher than 18 points implies an oral exam.

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

A unidade curricular funciona , semanalmente com uma aula teórica semanal de 1h e duas aulas práticas laboratoriais (PL) de 1.5 h. Esta tipologia permite que o docente se dedique à exposição de matéria teórica na aula teórico-prática e subsequentemente, a resolução de problemas propostos nas aulas PL.

Problemas são propostos para resolver fora do contexto de sala de aula, para consolidar os conhecimentos, desenvolver um estudo auto-orientado e adquirir autonomia. A avaliação de desempenho das aulas PL varia entre 0 e 2 valores. O objetivo é envolver os estudantes e motivar uma atitude pró-ativa na resolução dos trabalhos propostos . Estas propostas baseia essencialmente em problemas numéricos com interesse e aplicabilidade no âmbito da Engenharia Mecânica. .

A utilização do computador nas aulas PL e na prova prática de avaliação no computador reflete a relevância que este recurso tecnológico tem no processo de aprendizagem desta unidade curricular O atendimento aos estudantes durante o semestre é agendado e pré-definido com a equipa docente.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit works in the regime of a theoretical class per week with a duration of 1h and two practical laboratory classes with the duration of 1.5 h each one. This typology of classes allows the teacher to devote himself to the presentation of theoretical material in the theoretical-practical class and subsequently, students will solve basic numerical problems in the practical laboratory classes.

Some problems are proposed (exercises sheets) to students to solve outside the classroom, in order to consolidate knowledge, develop a self-oriented study, acquire autonomy and preparation for assessment tests.

The laboratory practical classes evaluation grade varies between 0 and 2 values, aiming to involve the students and motivate a proactive collaboration in solving the proposed problems. The proposed problems are related to some fields of mechanical engineering.

The use of the computer in the practical laboratory classes and in the evaluation (computer test) reflects the relevance of this technological resource in the learning process of this curricular unit.

The attendance to students by the teachers along the semester is accordingly to a pre-established schedule.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Gutttag, John V. (2016); Introduction to Computation and Programming Using Python (Second Edition) United States: MIT Press Ltd. ISBN 978-0262529624

Zelle, John (2010); Python Programming: An Introduction to Computer Science (Second Edition) . United States: Franklin Beedle & Associates. ISBN 978-1590282410

Downey, Allen B (2015); Think Python: How to think like a computer scientist (Second Edition). New York: O'Reilly Media. ISBN: 978-0971677500[1]

Chapman, S. J (2016); MATLAB Programming for Engineers (5th edition). United States: Cengage Learning; ISBN 9781111576721

Notas da Unidade Curricular:

[1] Luísa Costa Sousa, "Apontamentos de Pascal", Texto de apoio, FEUP, Associação de Estudantes da Universidade do Porto, 107 páginas, 2000.

[2] Guedes, Cristina F. M. (2019); Apontamentos do Matlab de apoio às aulas da Unidade Curricular (disponibilizados nos conteúdos da Unidade Curricular no Sigarra

Mapa IV - PROJETO EXPERIMENTAL E COMPUTACIONAL

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

PROJETO EXPERIMENTAL E COMPUTACIONAL

4.4.1.1. Title of curricular unit:

EXPERIMENTAL AND COMPUTATIONAL PROJECT

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QAC LEM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:*13 PL***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Pré-requisitos**Conhecimentos básicos de Análise e Álgebra Matemática, Transferência de Calor, Mecânica dos Sólidos, Mecânica dos Fluidos, Análise Numérica e Método dos Elementos Finitos.**Conhecimentos de metodologias CAD para a modelação de sólidos. Conhecimentos de Desenho Técnico.**Conhecimentos de programação de computadores.***4.4.1.7. Observations:***Pre-requirements:**Basic Knowledge of Algebra and Calculus, Heat Transfer, Solid Mechanics, Fluid Mechanics, Numerical Analysis and Finite Element Method.**Knowledge of CAD methodologies for solid modelling. Knowledge of Technical Design. Computer programming skills.***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Alexandre Miguel P. Afonso 81,25h PL (25 t), Marco Paulo Lages Parente 81,25h PL (25 t)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Albertino José Castanho Arteiro 81,25h PL (25 turmas)**Docente a contratar 81,25h PL (25 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Aplicar os conceitos apreendidos ao longo dos 3 anos de formação na resolução dos problemas computacionais / experimentais propostos pelos docentes envolvidos.**1. Adquirir competências de programação em diversas linguagens.**2. Adquirir competências na preparação de trabalhos experimentais, incluindo a realização do ensaio e a análise dos resultados obtidos.**No final da unidade curricular é esperado que o estudante adquira uma visão global dos processos associados à resolução de problemas de engenharia.**Competências Computacionais**Utilização de diferentes softwares comerciais, de utilização em engenharia e de diferentes linguagens de programação, para a resolução dos problemas propostos.**Competências Experimentais**Idealização, planeamento, realização e análise de resultados, decorrentes dos trabalhos experimentais realizados.**Competências Transversais**Competências de comunicação, escrita de trabalhos científicos e trabalho em equipa.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Apply the concepts learned during the 3 years of training in solving the computational / experimental problems proposed by the involved teachers.**1. Acquire programming skills in several languages.**2. Acquire skills in the preparation of experimental works, including the implementation of the tests and the analysis of the results obtained.**At the end of the curricular unit it is expected that the student will acquire a global view of the processes associated with the resolution of engineering problems.**Computer Skills**Usage of different commercial software, of common use in engineering and different programming languages, to solve the proposed problems.**Experimental Skills**Idealization, planning, implementation and analysis of results, resulting from the experimental work carried out.**Transversal Competencies**Communication skills, scientific writing and teamwork.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

MODELAÇÃO NUMÉRICA DE PROBLEMAS EM ENGENHARIA

Implementação de códigos, numa qualquer linguagem de programação, para a resolução de problemas propostos, numa qualquer área científica.

TRABALHO EXPERIMENTAL APLICADO A PROBLEMAS EM ENGENHARIA

Realização de trabalhos experimentais, numa qualquer área científica. Os estudantes deverão idealizar, planear, preparar e realizar um ensaio experimental. Os trabalhos propostos, poderão abordar as áreas disciplinares mais distintas, desde a mecânica clássica às ciências humanas (estudos comportamentais).

4.4.5. Syllabus:**NUMERICAL MODELING OF ENGINEERING PROBLEMS**

Implementation of codes, in any programming language, for solving proposed problems, in any scientific area.

EXPERIMENTAL WORK APPLIED TO ENGINEERING PROBLEMS

Experimental work in any scientific area. Students should idealize, plan, prepare and conduct an experimental work. The proposed works may address the most distinct disciplinary areas, from classical mechanics to human sciences (behavioural studies).

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

O objetivo essencial desta UC é providenciar aos estudantes os conceitos fundamentais para que o estudante seja capaz de planear a forma de abordar um qualquer problema proposto.

Idealização: O estudante deverá de ser capaz de identificar o problema, as suas variáveis mais importantes e as simplificações necessárias à sua resolução. Modelação Numérica: O estudante deverá de ser capaz de utilizar ferramentas de programação para tratar numericamente o problema idealizado. Modelação Experimental: O estudante deverá de ser capaz de identificar e planear os ensaios experimentais necessários para o estudo do problema. Análise de Resultados: O estudante deverá de ser capaz de analisar e comparar resultados experimentais e numéricos, extraindo conclusões desse estudo. Comunicação: O estudante deverá de ser capaz de apresentar as abordagens utilizadas, as simplificações consideradas e o plano de trabalhos seguido e os resultados obtidos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The main objective of this curricular unit is to provide students with fundamental concepts, so that the student is able to plan how to approach any proposed problem.

Idealization: The student should be able to identify the problem, its most important variables and the simplifications required for its resolution. Numerical Modeling: Students should be able to use programming tools to numerically address the idealized problem. Experimental Modeling: Students should be able to identify and plan the experimental work required to study the problem. Analysis of Results: The student should be able to analyze and compare experimental and numerical results, drawing conclusions from this study. Communication: The student should be able to present the approaches used, the simplifications considered, the work plan followed and the results obtained.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

Carga horária semanal - 1h PL

Horas totais previstas – 13h

Estágio em Empresa / Mini-Projeto Individual / Caso de Estudo em Grupo – 104.

Preparação do relatório e apresentação oral – 45h.

Atendimento aos estudantes (horário a indicar por cada docente).

Avaliação:

A avaliação consiste em dois itens de avaliação, 1 relatório de estágio / mini-projeto individual / estudo de grupo, a entregar junho, com um peso individual de 80% na classificação final e uma apresentação final, com um peso final de 20%.

De forma a obterem aprovação à UC, os estudantes têm de participar em todos os elementos de avaliação.

Os estudantes que obtiveram uma média superior ou igual a 10 valores terão aprovação à UC.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies:

Weekly contact hours - 1h PL

Estimated total hours - 13h

Internship in Companies / Individual Mini-Project / Case Study Group – 104h.

Report preparation and oral presentation - 45h.

Attendance to students (schedule to be indicated by each teacher).

Evaluation / Evaluation:

The evaluation consists of two grading items, one individual mini-project / group study report, to be delivered in June, with an individual weight of 80% in the final classification and a final presentation with a final weight of 20%.

In order to gain approval to this UC, students must participate in all the grading elements.

Students who have attained an average of 10 or more will be approved to the UC.

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

A unidade curricular funciona no regime de 1 aula prática-laboratorial por semana com uma duração de 1.h. Esta tipologia de aulas permite que o docente acompanhe a evolução dos trabalhos. Os estudantes deverão de dedicar 1 dia por semana para a realização do estágio em empresa / mini-projeto / caso de estudo. A complexidade dos projetos propostos terá em conta a disponibilidade horária para a sua realização. Esta organização da UC possibilita aos estudantes a disponibilidade necessária para a dedicação ao projeto. O atendimento aos estudantes por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit works in the regime of 1 theoretical-practical class per week with a duration of 1.h. This type of classes allows the teacher to follow the evolution of the work. Students must dedicate 1 day per week to carry out the internship in the company / mini-project / case study. The complexity of the proposed projects will take into account the time available for their realization. This UC organization provides students with the necessary availability for dedication to the project. Support to the students by the teachers will exist throughout the semester at a pre-established time.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

Atkinson, K. E. (1988). An introduction to numerical mathematics. New York: John Wiley.

Makridakis, S. G., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (2010). Forecasting: methods and applications. New York: Wiley.

Dally, J. W., McConnell, K. G., & Riley, W. F. (1993). Instrumentation for engineering measurements. New York: Wiley.

Notas da Unidade Curricular:

Bibliografia adicional:

Hill, T. (2000). Operations management: strategic context and managerial analysis. Basingstoke: Macmillan.

Doebelin, E. O. (1985). Measurement systems: application and design. Tokyo: McGraw-Hill.

Schilling, R. J., & Harris, S. L. (2000). Applied Numerical Methods for Engineers Using Matlab and C. Pacific Grove: Brooks/Cole.

Burden, R. L., & Faires, J. D. (2005). Numerical analysis. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole.

Mapa IV - Projeto FEUP**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Projeto FEUP

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Project FEUP

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

DP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

40,5

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-3h; TP-10h

4.4.1.6. ECTS:

1,5

4.4.1.7. Observações:

UC transversal aos ciclos de estudo de engenharia

4.4.1.7. Observations:

Transversal course to the engineering programs

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Teresa Margarida Guerra Pereira Duarte (TP-10h – 7 turmas)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

José Manuel Ferreira Duarte (TP-30h – 7 turmas)

Abílio Manuel Pinho de Jesus (TP 20h – 7 turmas)

Sara Maria Pinho Ferreira (3h T – 2 turmas) - coordenador geral da u.c. na FEUP

Manuel Firmino da Silva Torres (3h T – 2 turmas) - coordenador geral da u.c. na FEUP

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- *Conhecer o campus da FEUP e serviços disponíveis;*
- *Integrar-se na comunidade académica da FEUP;*
- *Identificar as competências transversais e a sua importância na carreira da engenharia;*
- *Aplicar as competências transversais (soft skills tais como trabalho em equipa, comunicação, ética, etc.);*
- *Analisar cientificamente um tema / resolver um projeto de dificuldade limitada nas áreas de engenharia;*
- *Elaborar um poster, realizar uma apresentação e produzir um relatório científico, de acordo com as normas da comunidade científica.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- *To know the FEUP campus and available services;*
- *To integrate into the academic community of FEUP;*
- *To identify transversal competences and their importance in the engineering career;*
- *To apply transversal skills (soft skills such as teamwork, communication, ethics, etc.);*
- *To scientifically analyze a theme / solve a project of limited difficulty in the engineering areas;*
- *To make a poster, a presentation, and a scientific report according to the norms of the scientific community.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Técnicas de apresentação;*
 - *Comunicação visual (poster);*
 - *Relatório de engenharia (incluindo pesquisa e referências de bibliografia);*
- Será ainda ministrada formação nas áreas de:*
- *Serviços da FEUP, recursos informáticos e ferramentas colaborativas (ex: Google Apps e Moodle);*
 - *Aprendizagem eficaz (incluindo gestão de tempo, métodos de estudo, ética, plágio, etc.)*
- A UC inclui ainda um trabalho técnico sobre um tema específico do ciclo de estudo do estudante e formação associada a esse tópico que servirá para o trabalho no tema / projeto em equipa.*

4.4.5. Syllabus:

- *Presentation techniques;*
 - *Visual communication (poster);*
 - *Engineering report (including research and bibliographic references);*
- Training will also be provided in the areas of:*
- *FEUP's services, IT resources and collaborative tools (e.g. Google Apps and Moodle);*
 - *Effective learning (including time management, study methods, ethics, plagiarism, etc.)*
- The course also includes technical work on a specific subject of the student course and training associated with that topic that will serve for work on the theme/team project.*

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

No Projeto FEUP, os conteúdos programáticos foram definidos no sentido de permitirem a realização dos objetivos. A partir da revisão da literatura e de uma experiência de décadas de trabalho nestas áreas, identificaram-se diversos conteúdos para o programa como essenciais para a integração dos estudantes e o desenvolvimento de competências transversais. Assim, os conteúdos foram organizados em diversas áreas conforme as respetivas competências: 1) Integração: conhecer os serviços e recursos da faculdade, realizar dinâmicas de grupo e atividades de associação à comunidade FEUP; 2) Competências transversais - trabalho em equipa; comunicação, ética, etc.; análise científica de um tema e/ou resolução de um projeto em diversas áreas de engenharia, com produção de três elementos de comunicação (apresentações, pôsteres, relatórios) para a realização de um congresso final.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

In the Projeto FEUP, the syllabus was defined to allow the achievement of the objectives. Based on the literature review and the experience of decades of work in these areas, several contents for the program were identified as essential for the integration of students and the development of transversal competences. Thus, the contents were organized in several areas according to their respective competences: 1) Integration: to know the services and resources of the faculty, perform group dynamics and FEUP community association activities; 2) transversal skills - teamwork; communication, ethics, etc.; scientific analysis of a project theme and / or resolution in various engineering areas, with the production of three communication elements (presentations, posters, reports) for a final congress.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Semana inicial de formação intensiva dedicada à receção dos estudantes e formação presencial, complementada com e-learning, sobre os vários conteúdos programáticos. Esta semana inclui diversas palestras (métodos expositivo e interrogativo) e módulos de formação prática (métodos demonstrativo e ativo), sendo as respetivas atividades avaliadas num mini-teste.

Durante as restantes semanas realiza-se um trabalho de projeto em equipa. Este trabalho técnico elaborado com rigor científico sobre conteúdos adotados de outras UCs dos diversos ciclos de estudo, inclui a realização de um relatório e de um póster, assim como uma apresentação num Congresso Final com jurados do corpo docente. É alvo de avaliação a forma e o conteúdo do relatório realizado, do poster produzido e ainda da respetiva apresentação oral e defesa do projeto (questões do júri e/ou da audiência). Este trabalho é apoiado sistematicamente por um monitor e acompanhado por um supervisor que também avalia os trabalhos realizados.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The initial week of intensive training dedicated to student reception and face-to-face training, complemented with e-learning, on the various syllabus. This week includes several lectures (expository and interrogative methods) and training modules (demonstrative and active methods), being these activities evaluated in a mini-test.

During the next weeks, the students develop one team project work. This technical work, developed with scientific rigor, on content adopted from other UCs of the various courses includes a report, a poster as well as a presentation at the Final Congress with professors as jurors. The form and content of the report, the poster and the oral presentation and discussion of the project (questions of the jury and/or audience) are evaluated. This work is systematically supported by a monitor and a supervisor who also evaluate the performed work.

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

A metodologia está relacionada com o desenho dos objetivos de aprendizagem desta UC definidos em três níveis: saber, saber-fazer e saber-estar. Assim, os métodos expositivo e interrogativo são essencialmente usados para transmitir conhecimentos e incentivar nos estudantes uma análise e reflexão crítica sobre esses conhecimentos, adotando modos de trabalho pedagógico de tipo transmissivo e incitativo, promovendo estratégias de aprendizagem baseadas nos modelos comportamentalista e cognitivista. Os métodos demonstrativo e ativo são sobretudo usados para ensinar técnicas práticas, desenvolver competências e estimular a apropriação do conhecimento, utilizando um modo de trabalho pedagógico de tipo apropriativo e fomentando estratégias de aprendizagem baseadas nos modelos construtivista e sócio-construtivista. Com estas metodologias de ensino pretende-se que os estudantes possam atingir os resultados de aprendizagem desejados e que estejam capazes de utilizar as suas competências pessoais e interpessoais, em situações informais e em contextos académicos e profissionais onde ocorrem atividades inerentes à engenharia.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The methodology is related to the design of the learning objectives of this course, defined on three levels: knowledge, know-how, and know-being. Thus, the lecture and the interrogative methods are essentially used to transmit knowledge and encourage students in critical analysis and reflection on such knowledge, adopting pedagogical work modes of transmissive and incentive types, promoting learning strategies based on behavioral and cognitive models. Demonstrative and active methods are particularly used to teach practical techniques, develop skills and stimulate knowledge appropriation, using a pedagogical work mode of appropriative type and fostering learning strategies based on constructivist and socio-constructivist models.

With the use of these teaching methodologies, we intend to allow students to achieve the desired learning outcomes and to be able to use their personal and interpersonal skills, in informal situations and in academic and professional contexts where there are activities related to engineering.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Van Emden, J., & Becker, L. (2016). Presentation skills for students. Macmillan International Higher Education.

Tufte, E. R. (2001). The visual display of quantitative information (Vol. 2). Cheshire, CT: Graphics press.

Weyers, J. (2007). How to write dissertations and project reports. Pearson Education UK.

Cornelsen, J. M. (2012). Escrever... com normas: guia prático para elaboração de trabalho. Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press.

Hofmann, A. H. (2014). Scientific writing and communication: papers, proposals, and presentations. Oxford Univ. Press.

Neves, J., Garrido, M., & Simões, E. (2006). Manual de competências pessoais, interpessoais e instrumentais—teoria e prática. Lisboa: Edições Sílabo.

Caldeira, B. R., & Ferreira, N. A. (2012). Faz o Curso na Maior. Lua de Papel.

Webster, G. (2017). The Chicago Manual of Style.

Mapa IV - SISTEMAS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

SISTEMAS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS

4.4.1.1. Title of curricular unit:

HYDRAULIC AND PNEUMATIC SYSTEMS

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

AUT

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

39h TP+ 19,5h PL

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

Eletricidade

Mecânica dos Fluidos I

Mecânica: cinemática

4.4.1.7. Observations:

Pre-requisites

Electricity

Fluid Mechanics I

Mechanics: kinematic

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

João Pedro B. R. F.Carneiro (TP=78 TP 3 t), Paulo Augusto Ferreira de Abreu (39 TP 3 t)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Manuel Romano Barbosa – 97.5 PL (12 turmas)

Novo docente a contratar – 136.5 PL (12 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

1. Conhecer as tecnologias envolvidas nos sistemas hidráulicos e pneumáticos

2. Conhecer as funções desempenhadas por cada órgão,

3. Efetuar um dimensionamento elementar de sistemas hidráulicos e pneumáticos

4. Selecionar componentes para uma aplicação.

5. Saber conceber sistemas hidráulicos e pneumáticos elementares, mediante uma especificação.

Competências Computacionais

Representação e animação do funcionamento de sistemas hidráulicos e pneumáticos com o software PneusimPro ou similar

Competências Experimentais

Montagem experimental de circuitos pneumáticos e hidráulicos

Competências Transversais

Trabalho em grupo em todas as aulas laboratoriais

Competências Experimentais

Montagem experimental de circuitos pneumáticos e hidráulicos

Competências Transversais

Trabalho em grupo em todas as aulas laboratoriais

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

1. To know the technologies used in hydraulic and pneumatic systems

2. To know the functions played by each element in hydraulic and pneumatic systems

3. To be able to perform the dimensioning of basic hydraulic and pneumatic systems

4. To be able to select components for a given application

5. To be able to design basic hydraulic and pneumatic systems, given a set of requirements.

Computational Skills*Drawing and animation of hydraulic and pneumatic systems using PneusimPro software or similar.***Hands-on skills***To be able to assemble basic hydraulic and pneumatic systems***Transversal skills***Team work in every laboratory sessions***4.4.5. Conteúdos programáticos:****CONCEITOS TRANSVERSAIS:***Grandezas, energia e potência de sistemas hidráulicos e pneumáticos. Aplicações. Sistemas de acionamento de potência.***TECNOLOGIA DE SISTEMAS PNEUMÁTICOS:***Ar comprimido: produção, tratamento, regulação.**Atuadores e válvulas: tipos, seleção, construção, dimensionamento.**Representação simbólica de sistemas pneumáticos.**Análise de circuitos pneumáticos e electropneumáticos.**Conceção de circuitos.***TECNOLOGIA DE SISTEMAS HIDRÁULICOS:***Topologia de sistemas hidráulicos**Geradores e motores. Atuadores. Tipos, tecnologias e dimensionamento. Características. Rendimento.**Válvulas hidráulicas direcionais, manométricas e fluxométricas.**Representação simbólica de sistemas hidráulicos.**Equipamento auxiliar.**Circuitos hidráulicos: classificação. Estudo de circuitos. Cálculo de sistemas hidráulicos.**Caraterísticas funcionais: análise experimental.**Conceção de circuitos.***4.4.5. Syllabus:****TRANSVERSAL TOPICS:***Quantities, energy and power of hydraulic and pneumatic systems. Applications. Power actuating systems.***PNEUMATIC SYSTEMS TECHNOLOGY:***Compressed air: production, treatment units.**Actuators and valves: types, selection, design, dimensioning.**Symbolic representation of pneumatic systems.**Pneumatic and electro-pneumatic systems analysis.**Pneumatic and electro-pneumatic systems analysis design.***HYDRAULIC SYSTEMS TECHNOLOGY:***Types of hydraulic systems**Pumps and motors. Actuators. Types, technologies and dimensioning. Characteristic curves. Efficiency.**Directional, manometric and flow hydraulic valves.**Symbolic representation of hydraulic systems.**Auxiliary equipment.**Classification, analysis and dimensioning of hydraulic circuits.**Experimental analysis of hydraulic components characteristics..**Circuit design.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

O objetivo desta UC é que os estudantes conheçam as tecnologias utilizadas nos sistemas pneumáticos e óleo-hidráulicos, bem como sejam capazes de conceber e dimensionar sistemas elementares utilizando essas tecnologias. Assim, a UC arranca com uma análise de conceitos transversais à pneumática e à óleo-hidráulica, nomeadamente quanto às grandezas utilizadas e ao cálculo de energia e potência. Posteriormente, dadas as especificidades de sistemas pneumáticos e óleo-hidráulicos, o conteúdo programático é dividido nestes dois tipos de sistemas. Para cada um deles, foca-se a produção da respetiva forma de energia, as características e a representação normalizada de elementos de comando (válvulas) e de potência (atuadores lineares, angulares e motores). Finalmente, e para cada tipo de sistema, é realizada a análise e a conceção de circuitos elementares.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The main goal of this curricular unit is to allow students to know the technologies used in pneumatic and hydraulic systems, as well as the design and dimensioning of basic circuits using these technologies. To this end, the curricular unit starts with the presentation of transversal topics to pneumatic and hydraulic systems, namely in what regards the physical quantities, energy and power. Given the specificities of pneumatic and hydraulic systems, the contents are then divided into these two parts. For each part, focus is given on the production of the corresponding energy, the

characteristics and the normalized representation of command (valves) and power (linear and angular actuators, motors) elements. Finally, and for each type of system, the analysis and design of elementary circuits is performed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino / Teaching methodologies:

Carga horária semanal - 3h TP + 1.5h PL

Horas totais previstas – 58.5h

Estudo autónomo - 26h

Preparação para exames – 77.5h

Atendimento aos alunos (horário a indicar por cada docente).

Avaliação / Evaluation:

A classificação final na UC é composta pelas seguintes componentes:

A) classificação por avaliação distribuída (com um peso de 55% da avaliação final), na sala da aula e durante o semestre letivo,

Esta ponderação de 55% é composta por:

A1) Trabalhos realizados em grupo durante as aulas práticas laboratoriais e avaliação individual de desempenho durante as aulas, perfazendo 10% da avaliação final

A2) Prova prática laboratorial individual realizada a meio do período letivo, perfazendo 20% da avaliação final

A3) Prova prática laboratorial individual realizada no final do período letivo, perfazendo 25% da avaliação final

B) Classificação do exame final igual a 45% da avaliação final

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The final grade of the curricular unit is calculated in the following way:

A) distributed evaluation during the semester (weight of 55% of the final grade), made in classroom during the semester, composed by:

A1) Work groups performed during laboratory classes, and individual performance assessment, with a weight of 10% of the final grade

A2) Individual laboratory exam performed at the middle of the semester, with a weight of 20% of the final grade

A3) Individual laboratory exam performed at the end of the semester, with a weight of 25% of the final grade

B) Final exam, with a weight of 45% of the final grade

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

A unidade curricular funciona no regime de 2 aulas teórico-práticas por semana com uma duração de 1.5h cada uma e 1 aulas laboratorial com uma duração de 1.5h cada uma. Esta tipologia de aulas permite que nas aulas teórico-práticas os estudantes sejam expostos a matéria mais conceptual enquanto nas aulas laboratoriais os estudantes contactem diretamente com os diversos elementos que estudaram nas aulas teórico-práticas. Pretende-se assim obter uma harmonização entre uma abordagem mais conceptual e uma mais “hands-on”, já que ambas são fundamentais no tipo de matéria, essencialmente tecnológica, lecionada em Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos. Desta forma, nas aulas laboratoriais os estudantes contactam diretamente com diversos tipos de válvulas, atuadores, bombas, motores e outros elementos acessórios. As atividades centram-se não só na análise e determinação experimental das características mas também na montagem de circuitos elementares.

Há ainda a utilização de uma ferramenta computacional de representação e animação de circuitos hidráulicos e pneumáticos.

O atendimento aos estudantes por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit has 2 TP classes per week with a duration of 1.5h each and 1 laboratory session per week with a duration of 1.5h each. This allows for the more conceptual topics to be presented in the TP classes while in the laboratory classes the students have a direct contact with several of the elements studied in the TP classes. The ultimate goal is to provide students with both a conceptual and a hands-on approach which is considered to be crucial given the technological nature of the contents of the curricular unit. In this way, in lab sessions students contact directly with the valves, actuators, pumps and other elements that they studied in the TP classes. The activities are focused not only on the analysis and experimental determination of the characteristic curves of the different elements but also in the assembly of elementary circuits. Also, a computational tool of representation and animation of hydraulic and pneumatic circuits is used.

Students can contact the lecturers during the semester with predetermined timetables and during the exams period in more extended periods.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livros de referência:

Beater, P. (2007). Pneumatic Drives - System Design, Modelling and Control. Springer. DOI 10.1007/978-3-540-69471-7.

Murrenhoff, H. (2016). Fundamentals of Fluid Power, Part 1: Hydraulics. Shaker Verlag

Murrenhoff, H., Reinertz, O. (2016). Fundamentals of Fluid Power, Part 2: Pneumatics. Shaker Verlag
Notas da Unidade Curricular:
[1] Ffreitas, 2001 "TECNOLOGIAS DE ACIONAMENTO INDUSTRIAL", FEUP-DEMEGI
Bibliografia adicional:
Gotz, W., (1991). Hidráulica, Teoria e Aplicações. Bosch. Bosch Technical Publications
Nicolas, A., (2002). Óleohidráulica. MacGraw-Hill Professional.

Mapa IV - TERMODINÂMICA I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

TERMODINÂMICA I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

THERMODYNAMICS I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FEN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

52 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos
Análise Matemática: Derivação e integração.

4.4.1.7. Observations:

Mathematical Analysis: Derivation and integration.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Clíto Félix Alves Afonso, 52h TP (4 turmas)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

Óscar David dos Santos Mota - 52h TP (4 turmas)
Szabolcs Varga – 52 horas TP (4 turmas)
Nelson Rangel Moreira – 52 horas TP (4 turmas)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

- 1. Compreender o conceito de energia.*
 - 2. Ser capaz de fazer a distinção fundamental entre trabalho e calor.*
 - 3. Compreender o princípio da conservação da massa.*
 - 4. Saber utilizar os quatro princípios básicos da energia, designadamente a Lei Zero, a Primeira Lei, a Segunda Lei e a Terceira Lei da Termodinâmica para a análise de sistemas.*
 - 5. Ter a noção clara de processos reversíveis e irreversíveis e ser capaz de realizar balanços entrópicos.*
- Competências Transversais*
Aplicação do conceito de energia e suas transformações a diversos sistemas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

- 1. Understand the concept of energy.*
- 2. Being able to make the fundamental distinction between work and heat.*
- 3. Understand the principle of conservation of mass.*
- 4. Know how to use the four basic principles of Thermodynamics, namely Law Zero, First Law, Second Law and Third*

Law of Thermodynamics for systems analysis.

5. Have a clear notion of reversible and irreversible processes and be able to carry out entropic balances.

Transversal skills

Application of the concept of energy and its transformations to different systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

TERMODINÂMICA E ENERGIA A necessidade da compreensão do conceito de energia e suas aplicações. CONCEITOS FUNDAMENTAIS Propriedades extensivas, intensivas. Sistemas fechados e abertos, fronteira e vizinhança. Estado e equações de estado. Equilíbrio termodinâmico. ENERGIA E TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA Energias microscópicas e macroscópicas. Energia interna. Calor, trabalho e Lei Zero da Termodinâmica. SUBSTÂNCIAS PURAS SIMPLES E COMPRESSÍVEIS Equações de estado. PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA Ciclos, sistemas fechados, Princípio da Conservação da Massa, sistemas abertos em regime permanente e transitório. Primeira Lei da Termodinâmica aplicada a gases perfeitos e substâncias bifásicas. SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA Máquinas térmicas motoras e inversas. Eficiência térmica. Irreversibilidade. Ciclo de Carnot. Enunciados da Segunda Lei da Termodinâmica. Escala termodinâmica de temperaturas. ENTROPIA Desigualdade de Clausius.

4.4.5. Syllabus:

THERMODYNAMICS AND ENERGY

The need of understanding the concept of energy and its applications.

FUNDAMENTAL CONCEPTS

Extensive and intensive properties. Closed and open systems, border and neighborhood. State and equations of state.

Thermodynamic equilibrium.

ENERGY AND ENERGY TRANSFER

Microscopic and macroscopic energies. Internal energy. Heat, Work and the Zero Law of Thermodynamics.

PURE, SIMPLE AND COMPRESSIBLE SUBSTANCES

Equations of state.

FIRST LAW OF THERMODYNAMICS

Cycles, closed systems, Principle of Mass Storage, open systems in permanent and transient regime. First Law of Thermodynamics applied to perfect gases and biphasic substances.

SECOND LAW OF THERMODYNAMICS

Thermal engines and reverse thermal engines. Thermal efficiency. Irreversibility. Carnot cycle. Statements of the Second Law of Thermodynamics. Thermodynamic temperature scale.

ENTROPY

Inequality of Clausius. The property entropy. T-ds relations.

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

Genericamente a Termodinâmica é uma ciência que trata de energia, as diferentes formas sob as quais se manifesta, as suas transformações e as interações entre energia e massa. Sabe-se que a energia é a chave do avanço da civilização e que a evolução das sociedades humanas depende da conversão de energia para o ser humano. Para que tal utilização de energia tenha podido ocorrer e tenha sido posta ao serviço do homem, ele teve de compreender as leis que regem, quer as suas transformações quer a sua utilização. Esta UC trata da problemática da energia, maioritariamente vocacionada para a engenharia mecânica sob o ponto de vista macroscópico, estando os conteúdos programáticos ordenados por capítulos, de ordem sequencial e interligados. Os quatro alicerces da energia, Lei Zero, Primeira Lei, Segunda Lei e Terceira Lei são apresentados de forma sequencial de modo a que haja uma coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da aprendizagem.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Generally, thermodynamics is a science that deals with energy, the different forms under which it manifests itself, their transformations and the interactions between energy and mass. It is known that energy is the key to the advance of civilization and that the evolution of human societies depends on the conversion of energy to the human being. In order that such use of energy may have occurred and has been put at the service of man, he had to understand the laws governing, both their transformations and their use. This UC deals with the energy problem, mostly dedicated towards mechanical engineering from a macroscopic point of view, being the programmatic contents ordered by chapters, sequential and interconnected.

The four foundations of energy, Law Zero, First Law, Second Law and Third Law are presented in a sequential way so that there is a coherence of the programmatic contents with the learning objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino / Teaching methodologies:

Carga horária semanal - 3 h T +1,5h TP Horas totais previstas – 52 h TP Preparação para exames – 104 h Avaliação / Evaluation: A avaliação é realizada por dois mini-testes teóricos na plataforma Moodle, sem consulta, a realizar durante o semestre, tendo cada um peso de 15% na nota final, uma prova prática escrita com um peso de 70% na nota final. O acesso ao exame escrito, que engloba toda a matéria lecionada, requer uma nota média de pelo menos 2,00 valores no conjunto das duas provas Moodle. As faltas de comparação aos testes Moodle, ao exame são classificadas com zero valores. Na época de recurso a avaliação será composta por uma prova teórica incluindo toda a matéria, com um peso de 30%, e uma prova prática escrita, que engloba também toda a matéria, com peso de 70%, sendo que o acesso à prova escrita de recurso requer uma nota mínima de 2,00 valores na prova teórica de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The evaluation is carried out by two theoretical mini-tests on the Moodle platform, without consultation, to be carried out during the semester, each with a weight of 15% in the final grade, a written practical test with a weight of 70% in the final grade. Access to the written exam, which encompasses all the subjects taught, requires an average grade of at least 2.00 values in the set of the two Moodle tests. Failures to appear on the Moodle tests, on the exam are classified with zero values.

At the time of appeal the evaluation will consist of a theoretical test including all the subject, with a weight of 30%, and a written practical exam, which also includes the entire matter, weighing 70%, with access to the written appeal exam requires a minimum grade of 2.00 in the theoretical appeal.

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

A unidade curricular funciona no regime de duas aulas teórico-práticas por semana com uma duração respetiva de 2 h cada uma. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique na parte inicial à exposição de matéria teórica, logo seguida de um exemplo prático de aplicação resolvido pelo docente. Subsequentemente, será proposto aos estudantes a resolução de problemas envolvendo energia, e que abordem a temática subjacente ao conteúdo teórico ministrado. Esta tipologia de aulas apresenta a vantagem da inexistência de hiatos entre a apresentação dos conceitos teóricos e a sua aplicação na resolução de problemas práticos.

O atendimento aos alunos por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit works in the regime of two theoretical-practical classes per week with a respective duration of 2 h each. This typology of classes allows the teacher to devote himself in the initial part to the presentation of theoretical material, followed by a practical example of application solved by the teacher. Subsequently, students will be proposed to solve problems involving energy, and to address the thematic underlying the theoretical content taught. This typology of classes presents the advantage of the absence of gaps between the presentation of theoretical concepts and their application in the resolution of practical problems.

The attendance to the students by the teachers exists throughout the semester at a pre-established time. At the test times, the teachers offer more extensive periods of service on previous days.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro aconselhado:

Afonso, C. (2012). Termodinâmica para Engenharia. FEUP edições. ISBN: 978-972-752-143-2.

Bibliografia adicional:

Mota, O. (2017). Exercícios Resolvidos de Termodinâmica, Lidel - Edições Técnicas. ISBN: 978-989-752-268-0,

Coelho, P. (2017). Tabelas Termodinâmicas, Lidel - Edições Técnicas. ISBN: 978-989-752-262-8.

Çengel, Y. A. (2014). Thermodynamics, McGraw-Hill. ISBN: 978-981-459-529-2.

Sonntag, B. (1998). Fundamentals of Thermodynamics. Wiley. ISBN: 978-047-118-361-7.

Howell, J. R., Buckius, R. O. (1992). Fundamentals of Engineering Thermodynamics. McGraw-Hill. ISBN: 978-007-911-389-4.

Rogers, G., Mayhew, Y. (1992). Engineering thermodynamics work and heat transfer, Longman. ISBN: 978-058-204-566-8.

Notas da Unidade Curricular:

Power Point contendo toda a matéria da UC.

978-007-911-389-4.

Rogers, G., Mayhew, Y. (1992). Engineering thermodynamics work and heat transfer, Longman. ISBN: 978-058-204-566-8.

Mapa IV - TERMODINÂMICA II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

TERMODINÂMICA II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

THERMODYNAMICS II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FEN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

52 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

*Pré-requisitos**Análise Matemática: Derivação e integração.**Conteúdo da UC Termodinâmica I.*

4.4.1.7. Observations:

*Mathematical Analysis: Derivation, integration, resolution of 1st order differential equations.**Syllabus of Thermodynamics I*

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Clíto Félix Alves Afonso, TP 104 horas (4 t), Óscar David dos Santos Mota, TP 104 horas (4 t)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

*1.Saber analisar qualquer sistema motor térmico à luz da Primeira e da Segunda Lei da Termodinâmica.**2.Estar apto a propor melhorias em sistemas motores térmicos existentes em termos dos seus parâmetros caracterizadores.**3.Saber analisar qualquer máquina frigorífica e bomba de calor à luz da Primeira e da Segunda Lei da Termodinâmica bem como propor soluções para um melhor desempenho.**4.Estar apto a analisar misturas gasosas não reativas e reativas com ênfase para o condicionamento de ar e processos de combustão.**No final da unidade curricular é esperado que o estudante saiba analisar o desempenho de sistemas de conversão de energia térmica.**Competências Computacionais**Não aplicável**Competências Experimentais**Aquisição de competências por parte dos estudantes para a realização de trabalhos experimentais no âmbito de sistemas de conversão de energia, tendo por base trabalhos laboratoriais.**Competências Transversais**Aplicação do conceito de energia a diversos sistemas.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

*1. Know how to analyze any thermal motor system in the light of the First and Second Law of Thermodynamics.**2. Be able to propose improvements in existing thermal motor systems in terms of their characterizing parameters.**3. Know how to analyze any refrigerating machine and heat pump in the light of the First and Second Law of Thermodynamics, as well as propose solutions for better performance.**4. Be able to analyze non-reactive and reactive gas mixtures with an emphasis on air conditioning and combustion processes.**At the end of the course it is expected that the student knows how to analyze the performance of thermal energy conversion systems.**Computational Skills**Not applicable**Experimental Skills**Acquisition of skills on the part of students to carry out experimental work in the context of energy conversion systems, based on laboratory work.**Transversal skills**Application of the energy concept to different systems.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

CONCEITOS FUNDAMENTAIS PARA A ANÁLISE DE SISTEMAS CONVERSORES DE ENERGIA Rendimento, razão de trabalho e consumo específico. CICLOS MOTORES TÉRMICOS Ciclo Carnot, ciclos Rankine, ciclos Joule-Brayton e ciclos motores alternativos. CICLOS FRIGORÍFICOS E BOMBAS DE CALOR. Análise do COP. Fluidos frigoríficos, sua classificação e o seu impacto no meio ambiente. MISTURAS GASOSAS. Fração molar, volúmica, mássica e a relação entre elas. Lei de Gibbs- Dalton e de Amagat. Propriedades de misturas gasosas. Análise à luz da 2ª lei da Termodinâmica. PSICROMETRIA Introdução. Ar húmido. Quantificação do teor de vapor de água no ar húmido. Cartas psicrométricas. Propriedades do ar húmido. Análise de processos térmicos envolvendo ar húmido e respetivos

balanços energéticos. COMBUSTÃO Introdução. Combustão estequiométrica e com excesso de ar. Análise de fumos. Primeira e Segunda Lei da Termodinâmica aplicada a processos de misturas reativos. Temperatura adiabática de combustão. Rendimento de combustão.

4.4.5. Syllabus:

FUNDAMENTAL CONCEPTS FOR THE ENERGY CONVERSION SYSTEMS ANALYSIS.

Efficiency, work ratio and specific consumption.

THERMAL ENGINE CYCLES

Carnot, Rankine, Joule-Brayton and Reciprocating engines cycles.

REFRIGERATING SYSTEMS AND HEAT PUMPS.

Analysis of the COP. Refrigerant fluids, their classification and impact on the environment.

GAS MIXTURES

Mass, molar and volume fraction of mixtures and their relationship. Dalton's, Gibb Daltons' and Amagat's law.

Properties of gaseous mixtures. Second Law analysis of mixture processes.

PSYCHROMETRY

Introduction. Humid air. Quantification of water vapor content in humid air. Psychrometric charts. Properties of moist air. Analysis of thermal processes involving humid air and respective energy balances.

COMBUSTION

Introduction. Stoichiometric combustion and with excess air; flue analysis; adiabatic flame temperature.

First and Second Law of Thermodynamics applied to reactive mixtures. Combustion efficiency.

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

A Termodinâmica é de entre as grandes áreas científicas e técnicas, uma área mãe por excelência visto que suporta a problemática da conversão energética calor vs. trabalho ou energia térmica-energia mecânica e constitui o lastro das ciências vivas. Neste contexto, nos conteúdos programáticos desta UC, capítulo a capítulo, valorizam-se os princípios básicos e estrutura-se a conceptualização e a estratégia da utilização da Termodinâmica na problemática da conversão energética calor vs. trabalho. Para tanto, a maioria destes sistemas existentes são analisados, fazendo-se uma comparação entre todos, vantagens e inconvenientes. Sendo que na nossa sociedade o setor da refrigeração é vital, o estudo de sistemas frigoríficos e bombas de calor é realizado em detalhe. Nos dois capítulos finais são pormenorizadamente analisados o condicionamento de ar bem como o processo de combustão, essencial para a análise das máquinas térmicas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

Thermodynamics is among the great scientific and technical areas, a mother area par excellence since it supports the problem of energy conversion vs. heat. work or thermal energy-mechanical energy and constitutes the backbone of the living sciences. In this context, in the programmatic contents of this UC, chapter by chapter, the basic principles are valued and the conceptualization and the strategy of the use of thermodynamics in the problematic of the energetic conversion of heat vs. work are structured. To do so, most of these existing systems are analyzed, making a comparison between all, advantages and disadvantages are discussed. Being that in our society the refrigeration sector is vital, the study of refrigeration systems and heat pumps is carried out in detail. In the two final chapters the air conditioning and the combustion process, essential for the analysis of the thermal machines, are analyzed in detail.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino / Teaching methodologies: Carga horária semanal - 3 h T/semana (52/semestre) +1,5h/semanais TPLaboratório – 6 h/semestre Horas totais previstas – 52 h Preparação para exames – 104 h

Atendimento aos alunos (horário a indicar por cada docente). Avaliação / Evaluation: A avaliação desta UC é realizada por dois mini-testes teóricos na plataforma Moodle, sem consulta, a realizar durante o semestre, tendo cada um peso de 15% na nota final, uma prova prática escrita com um peso de 60% na nota final, e a avaliação decorrente de trabalhos laboratoriais com um peso de 10% na nota final. O acesso ao exame escrito, que engloba toda a matéria lecionada, requer uma nota média de pelo menos 2,00 valores no conjunto das duas provas Moodle. As faltas de comparência aos testes Moodle, ao exame, ou a um trabalho laboratorial são classificadas com zero valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The evaluation of this UC is carried out by two theoretical mini-tests on the Moodle platform, without consultation, to be carried out during the semester, each with a weight of 15% in the final grade, a written practical test with a weight of 60% in the final grade, and the evaluation resulting from laboratory work with a weight of 10% in the final grade. Access to the written exam, which encompasses all the subjects taught, requires an average grade of at least 2.00 values in the set of the two Moodle tests. Failures to attend Moodle tests, exam, or laboratory work are classified with zero values.

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

A unidade curricular funciona no regime de duas aulas teóricas por semana com uma duração respetiva de 1,5 h cada uma e uma aula teórico-prática semanal com a duração de 1,5h. Esta tipologia de aulas permite que o docente se dedique na parte inicial à exposição de matéria teórica, logo seguida de um exemplo prático de aplicação resolvido pelo docente. Subsequentemente, será proposto aos estudantes a resolução de problemas envolvendo mecanismos, e que abordem a temática subjacente ao conteúdo teórico ministrado. Esta tipologia de aulas apresenta a vantagem da inexistência de hiatos entre a apresentação dos conceitos teóricos e a sua aplicação na resolução de problemas práticos. Paralelamente irão decorrer três trabalhos laboratoriais ao longo do semestre com uma duração de 1 h cada.

O atendimento aos alunos por parte dos docentes existe ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedente períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The curricular unit operates on the basis of two theoretical classes per week with a respective duration of 1.5 hours each and a theoretical-practical per week with a duration of 1,5h. This typology of classes allows the teacher to dedicate himself in the initial part to the exposition of theoretical material, soon followed by a practical example of application solved by the teacher. Subsequently, students will be proposed to solve problems involving mechanisms, and that address the theme underlying the theoretical content taught. This typology of classes has the advantage of the absence of gaps between the presentation of theoretical concepts and their application in solving practical problems. At the same time, three laboratory works will take place throughout the semester, each lasting 1 h.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

Afonso, C. (2012). Termodinâmica para Engenharia. FEUP edições. ISBN: 978-972-752-143-2.

Bibliografia adicional:

Mota, O (1917. Exercícios Resolvidos de Termodinâmica Aplicada, Editorial FEUP, ISBN: s/n.

Coelho, P. (2017). Tabelas Termodinâmicas, Lidel - Edições Técnicas. ISBN: 978-989-752-262-8.

Çengel, Y. A. (2014). Thermodynamics, McGraw-Hill. ISBN: 978-981-459-529-2.

Sonntag, B. (1998). Fundamentals of Thermodynamics. Wiley. ISBN: 978-047-118-361-7.

Howell, J. R., Buckius, R. O. (1992). Fundamentals of Engineering Thermodynamics. McGraw-Hill. ISBN: 978-007-911-389-4.

Rogers, G., Mayhew, Y. (1992). Engineering thermodynamics work and heat transfer, Longman. ISBN: 978-058-204-566-8.

Notas da Unidade Curricular:

Power Point contendo toda a matéria da UC.

Mapa IV - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

TRANSFERÊNCIA DE CALOR

4.4.1.1. Title of curricular unit:

HEAT TRANSFER

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FEN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

58,5 TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Pré-requisitos

Análise Matemática: derivação, integração, resolução de equações diferenciais de 1ª e 2ª ordens.

Termodinâmica: 1ª lei e balanços de energia.

Mecânica dos Fluidos: equação da quantidade de movimento em escoamentos.

4.4.1.7. Observations:

Calculus: derivatives, integration, solution of 1st and 2nd order differential equations.

Thermodynamics: 1st law and energy balances.

Fluid Mechanics: momentum equation for steady flows.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Armando Carlos Figueiredo Coelho de Oliveira, 58,5 horas TP (4 turmas)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

José Luís Coelho Alexandre – 58,5 horas TP (4 turmas).

Docente a designar –58,5 horas TP (4 turmas).

Docente a designar –58,5 horas TP (4 turmas).

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):

1. Compreender os mecanismos e os modos de transferência de calor.

2. Identificar as equações fundamentais que os traduzem.

3. Compreensão da sua modelação matemática com recurso a diversas simplificações.

4. Primeiro contacto com técnicas experimentais de transferência de calor.

No final da unidade curricular é esperado que o estudante saiba analisar e tratar problemas básicos de transferência de calor em sistemas energéticos.

Competências Computacionais

Não aplicável

Competências Experimentais

Medição de temperaturas em sólidos e escoamentos.

Avaliação de coeficientes de convecção.

Obtenção experimental de fluxos de calor.

Competências Transversais

Capacidade de aplicar os conhecimentos adquiridos ao projeto e cálculo de sistemas térmicos de engenharia.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

1. Understanding the modes and mechanisms of heat transfer.

2. Identify the fundamental equations that represent them.

3. Understanding their mathematical modeling using different simplifications.

4. First contact with experimental techniques in heat transfer.

At the end of the course it is expected that the student will be able to analyse and solve basic heat transfer problems regarding energy systems.

Computational skills

Not applicable

Experimental skills

Temperature measurements in solids and fluid flows.

Evaluation of heat transfer coefficients.

Measurement and evaluation of heat fluxes.

Cross skills

Ability to apply the acquired concepts to the design and evaluation of thermal energy systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

MECANISMOS E MODOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

TC e Termodinâmica. Condução, convecção e radiação. Resistência térmica.

CONDUÇÃO

Equação de Fourier. Condutibilidade e difusibilidade térmica. Equação geral da condução. Condução 1D estacionária: placa, cilindro e esfera, com/sem geração de calor; alhetas. «Condução transiente: sistema global; soluções 1D para placa, cilindro e esfera, com convecção.

CONVECÇÃO

Equação da energia num escoamento. Números adimensionais e coeficiente de convecção. Escoamentos internos e externos e correlações. Convecção natural: placa, cilindro, cavidades, e correlações.

MUDANÇA DE FASE

Condensação em filme no exterior de placas/tubos e correlações. Ebulição em reservatório: regimes e correlações.

RADIAÇÃO

Radiação eletromagnética e térmica. Corpo negro e suas propriedades. Propriedades radiativas. Trocas de radiação.

Radiação/ convecção combinadas.

PERMUTADORES DE CALOR

Tipos. Diferença de temperatura logarítmica e eficiência. Relações eficiência-NTU.

4.4.5. Syllabus:

MODES AND MECHANISMS OF HEAT TRANSFER

Heat Transfer vs Thermodynamics. Conduction, convection and radiation. Thermal resistance. CONDUCTION Fourier equation. Thermal conductivity and diffusivity. Conduction equation. Steady 1D conduction: plate, cylinder and sphere, with/without heat generation; fins. Transient conduction: global system; 1D solutions for plate, cylinder and sphere with convection. CONVECTION Energy equation for a steady flow. Dimensionless numbers and convection coefficient. Internal and external flows: correlations. Natural convection and correlations: plate, cylinder, enclosures.

PHASE CHANGE Film condensation outside plates and tubes; correlations. Pool boiling: regimes and correlations

THERMAL RADIATION Electromagnetic and thermal radiation. Black body and properties. Radiative properties.

Radiation exchanges in a non-participating media. Combined radiation/ convection. HEAT EXCHANGERS Types. Log-mean temperature difference and thermal efficiency. Efficiency-NTU relations.

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

O objetivo essencial desta UC é iniciar os estudantes na análise e resolução de problemas básicos de transferência de calor, envolvendo os seus diversos mecanismos. Os tópicos do conteúdo programático constituem uma sequência típica de apresentação dos conceitos: após uma introdução inicial (INTRODUÇÃO AOS MECANISMOS E MODOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR), os tópicos vão evoluindo no sentido de uma complexidade crescente (CONDUÇÃO, CONVECÇÃO, RADIAÇÃO). O tópico final (PERMUTADORES DE CALOR) aborda uma área de aplicação prática corrente na Engenharia Térmica. Com estes tópicos o estudante ficará habilitado a abordar a maioria dos problemas correntes envolvendo Transferência de Calor.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The main objective of this course is to introduce the analysis and solution of basic heat transfer problems, involving different modes. The contents follow a typical sequence: after an initial introduction, they evolve with an increasing degree of complexity; the final topic (HEAT EXCHANGERS) addresses a practical thermal engineering application. With these topics the student will acquire the ability to solve the most common heat transfer problems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologias de ensino:

Carga horária / semana – 4,5 TP Horas laboratoriais extra - 12 h Lab Horas totais previstas – 70,5 h Preparação para exames – 90 h Atendimento aos alunos Avaliação:

A avaliação consiste em:

2 testes teóricos no Moodle, com um peso de 15% cada na classificação final; é exigida uma classificação média mínima de 6/20; 3 trabalhos práticos laboratoriais, a realizar em grupo; no final de cada trabalho cada aluno responde a uma ficha de avaliação; peso dos 3 trabalhos de 10% na classificação final; um teste prático final, de resolução escrita de problemas, com peso de 60% na classificação final, a que têm acesso os estudantes com a classificação mínima nos testes teóricos.

Os estudantes que: não obtiverem a média de 10/20; não obtiverem classificação mínima nos testes teóricos; tenham faltado a pelo menos uma das avaliações (teórica ou prática); poderão aceder ao Recurso (peso de 90% - não haverá recurso dos trabalhos laboratoriais) , com prova teórica e prática).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies: Weekly teaching load 4.5 h TPLaboratorial extra-load 12 h Lab Total hours foreseen 70.5 h Preparation for evaluation/exams 90 h Student tutoring Evaluation The evaluation consists in: 2 theoretical tests in Moodle, each with a weight of 15% in the final classification; a minimum average score of 6.0/20 is required; 3 practical laboratory works, in groups, during the semester; at the end of each work each student answers an evaluation form; the 3 works have a weight of 10% in the final classification; a final practical test, with written solution of problems, with a weight of 60% in the final classification; only the students that obtained the minimum score in the theoretical tests are admissible. The students that: do not get a combined score of at least 10/20; do not obtain the minimum score in the theoretical tests; have not attended at least one of the evaluations (theoretical or practical)

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

A unidade curricular funciona no regime de duas aulas teóricas por semana com a duração de 1,5 h (cada) e uma aula teórico-prática por semana com uma duração de 1,5 h. Esta tipologia de aulas permite a exposição de matéria teórica, sendo já abordados alguns problemas práticos típicos, que depois é seguida do tratamento de problemas práticos mais extensos na aula teórico-prática. São ainda propostos aos estudantes problemas adicionais, para resolução durante o período de estudo individual.

Existe um atendimento aos alunos por parte dos docentes ao longo de todo o semestre em horário pré-estabelecido. Nas épocas de testes os docentes disponibilizam nos dias antecedentes períodos de atendimento mais prolongados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

This course will have two theoretical classes per week, each with a duration of 1.5 h, and a practical session per week with a duration of 1.5 h. This schedule allows the presentation of theory and some practical examples, followed by the solution of more extensive problems in the practical sessions. Additional problems will be proposed to the students, for extra individual study.

The teachers will receive the students during the semester, following a pre-defined schedule. More extensive support will be provided in the exam periods.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro de referência:

Bergman, T. L., Lavine, A. S., Incropera, F. P. and DEWitt, D. P., Fundamentals of heat and mass transfer. John Wiley and Sons, 2011. ISBN: 978-0470-50197-9

Notas da Unidade Curricular:

[1] Armando Oliveira, "APRESENTAÇÕES DAS AULAS TEÓRICAS", FEUP-DEMec.

[2] Armando Oliveira, M. Dias de Castro, "PROBLEMAS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR", FEUP-DEMec.

Bibliografia adicional:

Çengel, Yunus A.; Heat Transfer - A Practical Approach. McGraw Hill, 2002. ISBN: 0-07-011505-2

Rui Figueiredo, José Costa e António Raimundo; *Transmissão de calor: Fundamentos e Aplicações*. Lidel, 2015. ISBN: 978-972-757-983-9

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

O 1º ciclo de estudos em Engenharia Mecânica (LiEM) pretende oferecer uma formação sólida em ciências básicas e um conjunto de conhecimentos abrangentes nas grandes áreas científicas e técnicas da Engenharia Mecânica. Assim, as metodologias de ensino/aprendizagem nas unidades curriculares (UC) da LiEM privilegiarão a proximidade e o acompanhamento do estudante, ao mesmo tempo promovendo o desenvolvimento do sentido crítico, a capacidade de estudo autónomo e o desenvolvimento do trabalho em grupo.

A tipologia de aulas e metodologias de ensino/aprendizagem (exposição, resolução de problemas, análise de casos de estudo, ensino/aprendizagem baseado em projeto individual ou em grupo, etc.) de cada UC estão adaptadas aos objetivos definidos (conhecimento, compreensão, aplicação, análise, etc.).

A tipologia de aulas na grande maioria das UCs inclui:

- aulas de ensino teórico-prático (TP) para um máximo de 60 estudantes;
- aulas de ensino prático e laboratorial (PL) para um máximo de 20 estudantes.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The 1st cycle of studies in Mechanical Engineering (LiEM) aims to offer a solid background in basic science and a comprehensive body of knowledge in the major scientific and technical areas of Mechanical Engineering.

Thus, the teaching / learning methodologies in the curricular units of LiEM will privilege the student's proximity and supervision, while promoting the development of critical sense, autonomous study capacity and the development of group work skills.

The typology of classes and teaching / learning methodologies (exposure, problem solving, case study analysis, individual / group project-based teaching / learning, etc.) of each curricular units is tailored to its objectives (knowledge, understanding, application, analysis, etc.).

The typology of classes in the vast majority of the curricular units includes:

- theoretical-practical classes (TP) for a maximum of 60 students;
- practical and laboratory classes (PL) for up to 20 students.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

Os docentes fazem o planeamento da unidade curricular (UC) e, no início do ano letivo, disponibilizam a ficha da UC no sistema de informação da FEUP (SIGARRA). São indicadas todas as atividades e uma estimativa da carga de trabalho que lhes está associada (por forma a totalizar o número de ECTS x 27h). No início de cada semestre, o Diretor do ciclo de estudos (CE) reúne com os regentes das UCs de cada ano, para ajustar uniformemente a distribuição do trabalho requerido pelas UCs. As fichas das UCs são depois validadas pelo Diretor do CE. A meio do semestre, há uma reunião da Comissão de Acompanhamento para analisar o funcionamento do CE. No final do semestre, os regentes elaboram no SIGARRA um relatório da UC, indicando a adequação do trabalho exigido e os resultados obtidos. É ainda efetuado um inquérito aos estudantes, via SIGARRA, onde estes podem exprimir as suas opiniões. Os estudantes são também auscultados via Comissão de Acompanhamento e representantes de ano.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

Teachers plan the curricular unit and, at the beginning of the academic year, make it available at the information system SIGARRA. All activities and an estimate of the associated workload (in order to total the number of ECTS x 27h) are indicated. Every year, at the beginning of the semester, there is a meeting between the Cycle of Studies Director and the Courses teachers, with the aim to uniformly adjust the distribution of work required by the curricular units. After verification, the plans of the curricular units are validated by the Director. Midway through the semester, there is a Monitoring Committee meeting to review the functioning of the Cycle of Studies. At the end of the semester, the teachers prepare in SIGARRA a report on their curricular units, indicating the adequacy to the required work. Students are also surveyed via SIGARRA, where they can express their views on the work required by the curricular units. Students are also heard via the Monitoring Committee and year representatives.

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Os objetivos de aprendizagem e os métodos, componentes, pesos e datas de avaliação, são definidos na ficha de UC e disponibilizados aos estudantes via SIGARRA, após validados pelo Diretor ciclo estudos (CE). O funcionamento das UCs é acompanhado também pelas Comissões Científica e de Acompanhamento do CE.

A avaliação da aprendizagem privilegia um método misto, combinando um exame final com uma componente de avaliação distribuída com peso significativo, ou mesmo unicamente uma avaliação distribuída.

Assim, a aprendizagem científica é avaliada sobretudo em exame ou mini-teste escrito, individual. A aprendizagem técnica, de experimentação, de projeto, de realização, de interpretação de resultados e de relacionamento interpessoal é avaliada sobretudo em trabalhos ou projetos (individuais ou grupo), realizados durante o semestre. A aprendizagem de competências de comunicação é avaliada através de relatórios e apresentações.

Ao Conselho Pedagógico compete zelar pelas normas regulamentares nos processos.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

The learning objectives and the methods, components, weights and assessment dates are defined for each curricular unit and made available to the students via SIGARRA, after validation by the Cycle of Studies Director. The activity in the curricular units is also monitored by the Scientific and Monitoring Committees of the cycle of studies. Learning assessment favors a mixed method, combining a final exam with a weighted distributed assessment component, or even just a distributed assessment. Thus, scientific learning is assessed mainly in an individual written exam or mini-test. Technical learning, experimentation, design, achievement, interpretation of results and interpersonal relationships are mainly assessed in assignments or projects (individual or group), carried out during the semester. Learning communication skills are assessed through reports and presentations.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Os docentes do 1º ciclo de estudos em Engenharia Mecânica (LiEM) encontram-se, na sua maioria, integrados em Grupos de Investigação sediados no Instituto de Ciência em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial (INEGI) e no INESC TEC. Assim,

- *Para as unidades curriculares (UCs) da LiEM será transferida a excelência de ID&T dos docentes, com a proposta de pequenos trabalhos ligados a projetos em curso, apelativos para os estudantes;*
- *São propostos pelos docentes trabalhos extracurriculares ligados a projetos de ID&T em curso, apelativos para os estudantes;*
- *São realizadas sessões de infoliteracia na Biblioteca da FEUP, permitindo adquirir conhecimentos e competências no domínio da localização, avaliação, utilização e comunicação de informação.*

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

The teachers involved in the Degree in Mechanical Engineering (LiEM) are mostly integrated in Research Groups based at INEGI and INESC TEC. Therefore,

- *For the LiEM curricular units, the excellence of the R&D of the teachers will be transferred, with the proposal of small works linked to ongoing projects, appealing to the students;*
- *Teachers offer extracurricular work linked to ongoing R & D projects, appealing to students;*
- *Infoliteracy sessions are held at the FEUP Library, allowing acquiring knowledge and skills in the field of localization, evaluation, use and communication of information.*

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:

O 1º ciclo de estudos em Engenharia Mecânica (LiEM) possui um total de 180 ECTS, organizados num conjunto coerente de unidades curriculares (UC).

Os 180 ECTS garantem que os estudantes adquirem:

- *uma formação de carácter não profissionalizante, sólida em ciências básicas e abrangente nas grandes áreas científicas da Engenharia Mecânica;*
- *uma formação com componente laboratorial/experimental e computacional elevada;*
- *competências transversais (e.g. minicursos de formação com duração de 12 horas - 1,5 ECTS, atividades estudiantis com foco na formação em soft skills, projetos multidisciplinares envolvendo a participação de estudantes em múltiplas Unidades Orgânicas da UP);*
- *experiência na realização de projetos em ambiente académico, de investigação ou empresarial, nomeadamente um Projeto Integrador (e.g. resolução de “problema real” de uma empresa, participação em projeto multidisciplinar em área relevante, realização de estágio em ambiente empresarial ou em unidade de ID&T).*

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

The Degree in Mechanical Engineering (LiEM) has a total of 180 ECTS, organized into a coherent set of curricular units. The 180 ECTS ensures that students acquire:

- *a non-vocational training, solid in basic sciences and comprehensive in the major scientific areas of Mechanical Engineering;*
- *a high laboratory / experimental and computational component training;*
- *transversal skills (e.g. 12-hour short training courses of 1.5 ECTS, student activities focusing on soft skills training, multidisciplinary projects involving the participation of students in multiple UP Organic Units);*
- *Experience in conducting projects in an academic, research or business environment, namely an Integrating Project (e.g. solving a company's “real problem”, participating in a multidisciplinary project in the relevant area, conducting internship in a business environment or in an R&D).*

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

A definição do número de ECTS das unidades curriculares (UCs) aproveitou o histórico das UCs do atual Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM), tendo também sido amplamente discutida em reuniões envolvendo os docentes das UCs, a vários níveis:

- reuniões entre as direções de ciclo de estudos (CE) / departamento de Engenharia Mecânica (DEMec) e coordenadores de áreas disciplinares / responsáveis pelas especializações;
- reuniões entre coordenadores de áreas disciplinares / responsáveis pelas especializações e docentes;
- reuniões entre a direção de ciclo de estudos (CE) e docentes.

Nas discussões aos vários níveis convergiu-se para a atribuição do número de ECTS a cada UC, tendo em conta a sua especificidade.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

The definition of the ECTS number of the curricular units took advantage of the history of the existing courses of the Integrated Master in Mechanical Engineering (MIEM), and was also widely discussed in meetings involving the teaching staff of the curricular units at various levels:

- Meetings between the cycle of studies Director/ Mechanical Engineering Department (DEMec) Director and disciplinary area coordinators / specialists;
- meetings between subject area coordinators / specialists and teachers;
- meetings between the cycle of studies direction (EC) and teachers;

In discussions at various levels, it was agreed to allocate the number of ECTS to each UC, taking into account its specificity.

4.7. Observações

4.7. Observações:

A reformulação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM), seguindo princípios orientadores da FEUP e o que é feito em muitas Escolas de referência Europeias, pretende manter a formação do Engenheiro Mecânico FEUP com uma duração de 5 anos. A ideia é preservar um “produto” que é reconhecidamente competitivo e que agrada ao mundo empresarial.

O 1º CE em Engenharia Mecânica (LiEM), de 3 anos, tem caráter não profissionalizante, sendo uma “preparação” para o Mestrado em Engenharia Mecânica (M.EM) de 2 anos, não visando oferecer competências em conceção e dimensionamento de máquinas e estruturas.

A LiEM passa a contar com Competências Transversais (e.g. minicursos de formação com duração de 12 horas - 1,5 ECTS, atividades estudantis com foco na formação em soft skills, projetos multidisciplinares envolvendo a participação de estudantes em múltiplas Unidades Orgânicas da UP), reforço das atividades computacionais e experimentais, e um Projeto Integrador (e.g. resolução de “problema real” de uma empresa, participação em projeto multidisciplinar em área relevante, realização de estágio em ambiente empresarial ou em unidade de ID&T).

O M.EM é um CE diferenciador em relação àquilo que se pratica em Portugal. O conteúdo técnico e científico das especializações está desenhado para ir ao encontro das necessidades da indústria, reforçando-se a área dos transportes (sobretudo aeronáutica) e incluindo-se uma 7ª especialização de caráter transversal (Engenharia Mecânica Geral).

4.7. Observations:

The reformulation of the Integrated Master in Mechanical Engineering (MIEM), following FEUP’s guidelines and what is done in many European Reference Schools, aims to maintain the formation of the FEUP Mechanical Engineer with a duration of 5 years. The idea is to preserve a “product” that is admittedly competitive and appeals to the business world.

A 3-year degree in Mechanical Engineering (LiEM), not aiming to offer skills in the design and dimensioning of machines and structures, is a “preparation” for the 2-year Master of Mechanical Engineering (M.EM).

LiEM will offer Cross-Skills training (e.g. 12-hour short training courses of 1.5 ECTS, student activities focusing on soft skills training, multidisciplinary projects involving student participation in multiple UP Organic Units), reinforcement of computational and experimental activities, and an Integrating Project (e.g. solving a company’s “real problem”, participating in a multidisciplinary project in a relevant area, conducting internship in a business environment or in an R&D unit).

M.EM is a differentiating Cycle of Studies from what is available in Portugal. The technical and scientific content of the specializations is designed to meet the needs of the industry, it is reinforced in the area of transport (especially aeronautics), and includes a 7th transversal specialization (General Mechanical Engineering).

5. Corpo Docente

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

Lucas Filipe Martins da Silva – Diretor, Tempo integral; Professor Catedrático

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme’s teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Abel Dias dos Santos	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Mecânica	100	Ficha submetida
Abílio Manuel Pinho de Jesus	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Albertino José Castanho Arteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Mecânica	100	Ficha submetida
Alcibíades Paulo Soares Guedes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia e Gestão Industrial	100	Ficha submetida
Alexandre Miguel Prior Afonso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Álvaro Henrique Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Mecânica	100	Ficha submetida
Ana Rosanete Lourenço Reis	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Mecânica	100	Ficha submetida
António Manuel Ferreira Mendes Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
António José Pessoa Magalhães	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Eng. Eletrotécnica e de Computadores /Electrical and computers engineering	100	Ficha submetida
António Carlos Corte Real de Sousa	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Engenharia Industrial e Gestão	39.3	Ficha submetida
Armando Carlos Figueiredo Coelho Oliveira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Mecânica	100	Ficha submetida
Carlos Alberto da Conceição António	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica / Mechanical Engineering	100	Ficha submetida
Catarina Rosa Santos Ferreira de Castro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências da Engenharia	100	Ficha submetida
Clíto Félix Alves Afonso	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Mecânica	100	Ficha submetida
Cristina Maria Clementino Fernandes de Faria Miranda Guedes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Mecânica Computacional	100	Ficha submetida
Fernando Jorge Lino Alves	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Materiais	100	Ficha submetida
Fernando Manuel Coutinho Tavares de Pinho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Francisco Manuel Andrade Pires	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Mecânica	100	Ficha submetida
Francisco Manuel Madureira e Castro Vasques de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Informática Industrial	100	Ficha submetida
Germano Manuel Correia dos Santos Veiga	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
João Pedro Barata da Rocha Falcão Carneiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Mecânica	100	Ficha submetida
João Manuel Ribeiro da Silva Tavares	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Jorge Humberto Oliveira Seabra	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Tribologia	100	Ficha submetida
José Augusto Gonçalves Chousal	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Mecânica	100	Ficha submetida
José Manuel Ferreira Duarte	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
José Luís Soares Esteves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
José Pedro Arteiro Reina	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Mecânica	100	Ficha submetida
José Augusto Trigo Barbosa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
José António dos Santos Almacinha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida

José Manuel de Almeida César de Sá	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Mecânica	100	Ficha submetida
José Manuel Laginha Mestre da Palma	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Mecânica	100	Ficha submetida
José Duarte Ribeiro Marafona	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Produção	100	Ficha submetida
Laura Campo Deaño	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física Aplicada	100	Ficha submetida
Lucas Filipe Martins da Silva	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Mecânica	100	Ficha submetida
Luís António de Andrade Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Mecânica	100	Ficha submetida
Luísa Maria Pimenta Abreu Costa Sousa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Manuel Romano dos Santos Pinto Barbosa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia / Engineering	100	Ficha submetida
Marcelo Francisco de Sousa Ferreira de Moura	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Mecânica	100	Ficha submetida
Marco Paulo Lages Parente	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Mecânica	100	Ficha submetida
Maria de Fátima de Castro Chousal	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Eletrotécnica	100	Ficha submetida
Maria Filomena Guimarães Dias de Almeida	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Matemática Aplicada	100	Ficha submetida
Maria Gabriela Beirão Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Gestão e engenharia industrial	100	Ficha submetida
Maria Henriqueta Dourado Eusébio Sampaio da Nóvoa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Maria Luísa Romariz Madureira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Mechanical Engineering	100	Ficha submetida
Maria Teresa Coelho Dias Arede	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Mário Filipe Amorim Faria de Oliveira Lopes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Gestão e Economia da Saúde	21.4	Ficha submetida
Miguel Augusto Vigário de Figueiredo	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Licenciado	Mecânica	30	Ficha submetida
Oscar David dos Santos Mota	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Paulo Augusto Ferreira de Abreu	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Mecânica	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Ponces Rodrigues de Castro Camanho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Aeronáutica	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Leal Ribeiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Mecânica	100	Ficha submetida
Renato Manuel Natal Jorge	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Mecânica	100	Ficha submetida
Ricardo João Camilo Carbas	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Mecânica	21.4	Ficha submetida
Rui Jorge Sousa Costa de Miranda Guedes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Mecânica	100	Ficha submetida
Rui Jorge de Lemos Neto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Mecânica	100	Ficha submetida
Sónia Isabel Silva Pinto	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia	60	Ficha submetida
Teresa Margarida Guerra Pereira Duarte	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
António Luís Galamba de Oliveira Felgueiras de Carvalho	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Mecânica	21.4	Ficha submetida
Bruno André Faria Areias	Assistente ou equivalente	Mestre	Mecânica	23.6	Ficha submetida
Carlos Miguel da Costa Gomes Fernandes	Professor Auxiliar convidado ou	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida

Carlos Manuel de Sousa Moreira da Silva	equivalente Professor Auxiliar ou equivalente	Licenciado	Mecânica	100	Ficha submetida
Fernando Pala Beirão Macedo	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Engenharia Mecânica	25	Ficha submetida
Augusto Duarte Campos Barata da Rocha	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica Opção Projetos de Máquinas	100	Ficha submetida
Igor André Rodrigues Lopes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Mecânica Computacional	21.4	Ficha submetida
Isilda Viana Pereira da Silva	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Engenharia Estrutural / Structural Engineering	59.3	Ficha submetida
José Luís Coelho Alexandre	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica /Mechanic Engineering	100	Ficha submetida
Manuel Firmino da Silva Torres	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências da Educação	100	Ficha submetida
Mariana Rita Ramos Seabra	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Mecânica	48.6	Ficha submetida
Nelson Augusto Rangel Moreira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	48.6	Ficha submetida
Rodrigo Pinto Carvalho	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Mecânica	25	Ficha submetida
Sara Maria Pinho Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Civil	100	Ficha submetida
Szabolcs Varga	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Alimentar	100	Ficha submetida
				6345	

<sem resposta>

5.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

5.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

5.4.1.1. Número total de docentes.

72

5.4.1.2. Número total de ETI.

63.41

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	59	93.045260999842

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor

5.4.3. Corpo docente academicamente qualificado – docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor* / "Academically qualified teaching staff" – staff holding a PhD*

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	ETI / FTE	Percentagem / Percentage
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	60.58	95.536981548652

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / “Specialised teaching staff” of the study programme.

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	60.58	95.536981548652 63.41
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	2.84	4.4787888345687 63.41

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	59	93.045260999842 63.41
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0.95	1.4981864059297 63.41

Pergunta 5.5. e 5.6.

5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação do desempenho do pessoal docente seguirá as regras estabelecidas pela legislação aplicável. Os docentes são periodicamente avaliados de acordo com o regime de avaliação de desempenho do Regulamento de avaliação de desempenho dos docentes da UP (Despacho n.º 5880/2017 de 4 de julho) e mais especificamente no Regulamento de Avaliação de desempenho dos Docentes da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Despacho n.º 5096/2012 de 12 de abril de 2012, Diário da República, 2.ª série — N.º 73), o qual se encontra em reformulação.

Complementarmente, existem procedimentos para avaliar o processo de ensino-aprendizagem, através da realização de inquéritos pedagógicos aos estudantes. Os resultados são utilizados na análise de funcionamento do CE e na atribuição de diplomas de reconhecimento pedagógico aos docentes.

Anualmente a FEUP faz um levantamento das necessidades de formação dos recursos humanos da UP, sendo disponibilizadas ações de formações para o pessoal docente.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The performance evaluation of the teaching staff will follow the rules established by the applicable legislation. Teachers are periodically evaluated according to the performance appraisal regime contained in the UP Teachers Performance Evaluation Regulation (Order No. 5880/2017 of July 4) and more specifically in the Performance Evaluation of FEUP (Order No. 5096/2012 of April 12, 2012, published in Diário da República, 2nd Series - No. 73), which is in reformulation.

In addition, there are procedures for assessing the teaching-learning process by conducting pedagogical surveys for students. The results are used in the analysis of the functioning of the CE and in the awarding of educational recognition diplomas to teachers.

A survey of the human resources training needs of the UP is made annually, and training actions are made available to the teaching staff.

5.6. Observações:

O corpo docente do 1º CE em Engenharia Mecânica (LiEM) é altamente qualificado. Ao nível da investigação científica e transferência de conhecimento, os docentes da LiEM pertencem, na sua maioria, a Grupos de Investigação sediados no Instituto de Ciência em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial (INEGI). Perante a Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) estes docentes são Membros Integrados do Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica (LAETA). Um número mais reduzido pertence ao INESC TEC.

Os docentes da LiEM são periodicamente avaliados de acordo com o regime de avaliação de desempenho da UP e da FEUP. Além disso, existem outros mecanismos de avaliação que deram provas de bom funcionamento no atual Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM).

Os docentes têm ao seu dispor ações de formação diversas promovidas pela FEUP, tendo por objetivo a melhoria das suas atividades pedagógicas.

5.6. Observations:

The Degree in Mechanical Engineering (LiEM) teaching staff is highly qualified. In terms of scientific research and knowledge transfer, most of LiEM's teachers belong to Research Groups based at the INEGI. Regarding the Foundation for Science and Technology (FCT), these teachers are Integrated Members of the Associated Laboratory of Energy, Transport and Aeronautics (LAETA). A smaller number belongs to INESC TEC.

LiEM's teachers are periodically evaluated according to the UP and FEUP performance appraisal regime. In addition, other evaluation mechanisms have proven to work well in the current Integrated Master in Mechanical Engineering (MIEM).

Teachers have at their disposal various training activities promoted by FEUP, aiming at the improvement of their pedagogical activities.

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Os Serviços Académicos (SERAC) garantem as atividades no âmbito da administração, gestão e apoio na área de gestão de CE e cursos; a área do acesso, ingresso e certificação e a área de gestão de estudante, de acordo com as instruções tutelares e as diretivas dos Órgãos de Gestão, constituindo a relação com o estudante o vetor essencial da sua atuação.

Para o desenvolvimento destas atividades, o SERAC conta com 18 recursos humanos a tempo inteiro, que dão apoio transversal a todos os CE da FEUP.

Dois elementos do DEMec, atualmente afetos a tempo integral ao MIEM, garantirão as atividades de secretariado executivo do ciclo de estudos. Os restantes (3) elementos do secretariado do DEMec darão apoio parcial.

Os técnicos (9) não docentes do DEMec darão apoio às aulas que envolvem laboratórios e equipamentos especializados.

Os técnicos (6) do Gabinete de Sistemas de Informação (GSI) darão apoio às atividades de informática, incluindo tarefas relacionadas com o ensino, investigação e serviços.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

The Academic Services guarantee the activities of administration, management and support in the area of the cycle of studies management, managing the admission and certification and also the student management area, according to the tutelary instructions and the directives of the Management Bodies, making the relationship with the student the essential vector of its performance.

For the development of these activities, the Academic Services have 18 full-time human resources, which provide transversal support to all studies / courses of the Faculty of Engineering.

Two elements of DEMec will ensure the executive secretariat activities of the cycle of studies. The remaining (3) members of the DEMec secretariat will provide partial support.

DEMec non-teaching technicians (9) will support classes involving laboratories and specialized equipment.

Information Systems Office technicians (6) will support IT activities, including teaching, research and service related tasks.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

Dos 18 recursos humanos afetos aos Serviços Académicos, 3 possuem mestrado, 11 licenciatura e 4 o ensino secundário. O número de recursos humanos dos Serviços Académicos com formação superior ajusta-se ao aumento de complexidade do serviço e às suas necessidades, tendo-se verificado uma evolução em termos de habilitações, que se reflete indiretamente na qualidade do trabalho realizado.

O secretariado executivo do ciclo de estudos é garantido por 2 recursos humanos, a tempo integral, com Licenciatura. Os restantes elementos do Secretariado (3), que dão apoio parcial têm o ensino secundário.

No que aos Técnicos de Laboratório diz respeito há 9 funcionários que dão apoio à lecionação: 3 com Mestrado; 2 com Bacharelato e 4 com o Ensino Secundário.

Os 6 colaboradores que integram o GSI têm as seguintes qualificações: 2 mestrado, 3 licenciatura e 1 o 12º ano.

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

Of the 18 human resources allocated to the Academic Services, 3 have a master's degree, 11 have a bachelor degree and 4 secondary education. The number of human resources of the Academic Services with higher education is adjusted to the increasing complexity of the service and its needs. There has been an evolution in terms of qualifications, which is indirectly reflected in the quality of the work performed.

2 full time Human Resources with bachelor degree guarantee the executive secretariat of the cycle of studies. The remaining members of the Secretariat (3), which provide partial support, have secondary education.

As far as Lab Technicians are concerned, 9 workers support teaching activities: 3 with Masters; 2 with Bachelor Degree and 4 with Secondary Education.

The qualifications of the resources allocated to CICA are distributed as follows: 2 Master's degree, 3 "licenciatura" degree, 1 high school diploma.

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação de desempenho do Pessoal Não Docente obedece a metodologias e a critérios pré-definidos. Os Trabalhadores em exercício de funções públicas são avaliados de acordo com o Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho na Administração Pública (SIADAP), e os Trabalhadores com contrato em regime de direito privado da

UP são avaliados de acordo com o Sistema de Avaliação de Desempenho da Universidade do Porto (SIADUP). Promove-se a avaliação de desempenho como instrumento de reconhecimento do mérito e de melhoria da qualidade. Anualmente a UP define um plano de formação do pessoal não docente, que resulta do levantamento de necessidades de formação, no sentido de melhorar as qualificações do pessoal.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The performance evaluation of Non-Teaching Staff follows pre-defined methodology and criteria. Employees in public service are assessed in accordance with the Integrated System of Performance Assessment in Public Administration (SIADAP), and workers with contract under the private law of UP are assessed in accordance with the Performance Evaluation System of Public Administration. University of Porto (SIADUP). Performance evaluation is promoted as a tool for recognizing merit and improving quality. Each year the UP defines a training plan for non-teaching staff, which results from a survey of training needs in order to improve staff qualifications.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

O ciclo de estudos (CE) terá acesso aos recursos disponíveis na FEUP, tais como:

Campus FEUP:

–área de implantação 25838m²

–espaço construído 84400m²

–área descoberta 23000m²

Salas de aula:

-Anfiteatros (53-184 lugares, 34)

-de computadores (16-32 lugares, 21)

-de desenho (27-35 lugares, 2)

- de exames (44-89 lugares, 15)

- tipo teórico-práticas (28-32 lugares, 38)

Laboratórios:

-Computadores(20-40 lugares, 10)

-Ensino(4 salas)

–Automatismos industriais

–CEMAC, oficinas mecânicas

–Circuitos lógicos

–Climatização

–Controlo automático

–Eletricidade aplicada

–Ensaio mecânicos

–Ensaio mecânicos

–LET, CEFAD

–Novas tecnologias energéticas

–Óleo-hidráulica

–Robótica

–Desenho técnico

–Sistemas sustentáveis de energia

–Software CAD

–Tecnologia mecânica

–Tribologia, CETRIB

–Vibrações, LOME

–Instrumentação

–Materiais

-Adesivos M103 C

–Óptica, LOME

-Sala de estudo - Edifício M

-Design Studio – Edifício M

Biblioteca:

–Salas de estudo individual(1-2 lugares, 18)

–Salas de leitura(500 lugares, 11)

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

The CE will have access to the resources of FEUP.

Campus FEUP:

- deployment area 25838m²

- built space 84400m²

- discovery area 23000m²

Classrooms:

- Amphitheatres (53-184 seats, 34)
- computers (16-32 seats, 21)
- drawing (27-35 seats, 2)
- exams (44-89 seats, 15)
- theoretical-practical type (28-32 seats, 38)

Laboratories:

- Computers (20-40 seats, 10)
- Teaching (4 rooms)
- Industrial automation
- CEMAC, mechanical workshops
- Logic circuits
- Air conditioning
- Automatic control
- Applied electricity
- Mechanical tests
- Mechanical tests
- LET, CEFAD
- New energy technologies
- Oil-hydraulic
- Robotics
- Technical drawing
- Sustainable energy systems
- CAD software
- Mechanical technology
- Tribology, CETRIB
- Vibrations, LOME
- Instrumentation
- Materials
- Stickers M103 C
- Optics, LOME
- Study room - Building M
- Design Studio - Building M

Library:

- Individual study rooms (1-2 seats, 18)
- Reading rooms (500 seats, 11)

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Alguns equipamentos e materiais disponíveis

FEUP:

77 Laboratórios de Ensino, 1200 Computadores para aulas

Biblioteca:

22 editoras de revistas científicas (16bOn+4U.Porto+2FEUP)

12 Bases de dados bibliográficas (6bOn+5 U.Porto+1FEUP)

4 Enciclopédias e dicionários

7 Editoras de e-books (2bOn+7FEUP)

17 Bibliotecas repositórios digitais

85000 Livros de texto

3000 Revistas em papel

43000 Títulos com acesso on-line

Laboratórios DEMec:

Reómetro UM/MC 100 da PHYSICA

Túnel de vento secção de trabalho de 400X400 mm² e velocidade máx. de 20 m/s

Prensa de pratos quentes

Máquina de tração de 30 kN

Máquina servo-hidráulica INSTRON de 100 kN

Máquina de impacto

Estufas

Hottes para produtos químicos

Câmara de alta velocidade

Grenalhadora

Misturadora de alta rotação

Forno de indução

Câmara termográfica

Dispositivo para medir a temperatura de transição vítrea

Máquina de ensaios de fluência

Software Análise de Imagem Stream Basic

Forno 1700°C

Sistema de refrigeração por compressão

Simulador de turbina de gás

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

Some equipment and materials available

FEUP:

77 Teaching Laboratories, 1200 Class Computers

Library:

22 publishers of scientific journals (16 bOn + 4 U.Porto + 2 FEUP)

12 Bibliographic databases (6 bOn + 5 U.Porto + 1 FEUP)

4 Encyclopedias and dictionaries

7 eBook publishers (2 bOn + 7 FEUP)

17 Digital repository libraries

85000 Textbooks

3000 paper magazines

43000 Titles with online access

DEMec Laboratories:

PHYSICA UM / MC 100 rheometer

Wind tunnel 400X400 mm2 working section and max. 20 m / s

Hot plate press

30 kN traction machine

100 kN INSTRON servo-hydraulic machine

Impact machine

Greenhouses

Fume hoods for chemicals

High speed camera

Shotgun

High speed mixer

Induction oven

Thermographic camera

Device for measuring the glass transition temperature

Creep testing machine

Stream Basic Image Analysis Software

1700 °C oven

Compression cooling system

Gas turbine simulator

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.**8.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica****8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity**

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
LAETA Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica	Excelente	INEGI – Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Industrial (INEGI/UP)	52	
Inesc Tec - INESC Tecnologia e Ciência	Muito Bom	Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência (INESC TEC)	5	
Centro de Estudos de Fenómenos de Transportes / Transport Phenomena Research Center - CEFT	Excelente	FEUP	4	
Centro de Investigação do Território, Transportes e Ambiente / Research Center for territory, transports and Environment - Citta	Excelente	FEUP	1	
CMUP - Centro de Matemática da Universidade do Porto	Excelente	Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP/UP)	1	

Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/5096ebdd-2c6c-8209-48c7-5e78cfa3fe1e>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/5096ebdd-2c6c-8209-48c7-5e78cfa3fe1e>

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

ADIRA 14.0

Desenvolvimento de soluções tecnológicas e de software Industria 4.0 aplicadas a bens de equipamento.

Atlantic Power Cluster

Estratégia Transnacional de Energias Marinhas

BOSCH Termotecnologia, SA

Caetano 2500EL

Autocarro Eléctrico

COST

Materiais Nano Compósitos

EUCARBON

European Space Qualified Carbon Fibers and Impregnated Based Materials

FAMEST

Footwear, Advanced Materials, Equipments and Software Technologies - Calçado e tecnologias avançadas de materiais, equipamentos e software

FIBERPLAS

Produção de Semi-produtos Compósitos de Matriz Termoplástica e Fibras Sintéticas

FilTube

Estruturas tubulares não-convencionais em material compósito para aplicações aeroespaciais

HW 125

Primeira pilha de combustível a hidrogénio portuguesa

I-BUS

Componentes para Autocarros de Turismo

IfDamagElse

Modelação e simulação numérica do dano em chapas metálicas: abordagem acoplada com o comportamento anisotrópico e a assimetria tensão-compressão para a previsão da Formabilidade

iMC Salt

Desenvolvimento de equipamento inovador para Monitorizar e Controlar a adição de SAL - impacto no consumo

ImpactBondDesign

Metodologia para projeto de estruturas multimaterial coladas resistentes ao impacto para a indústria automóvel.

INDÚSTRIA ESPACIAL

Investigação e Desenvolvimento Aplicado

INTENDU

Tecnologias Integradas para Instalação de longo prazo de plataformas robóticas subaquáticas

LUCIS

Demonstração de Pilhas de Hidrogénio em Ambiente Real

MagAdhesive

Juntas adesivas graduadas com aplicação de micro partículas de cortiça

MAMTool

Maquinabilidade de componentes produzidos por fabricação aditiva para a indústria dos moldes

MOSHO

Soluções avançadas para materiais de impacto, reparação de aeroestruturas em compósito e sua monitorização

NANOFLUÍDOS MAGNÉTICOS

Modelação e controlo do processo de moldação

NANOPOL

Polímeros condutores elétricos nanoestruturados incluindo grafeno para aplicações de alto desempenho

NOVAS FERRAMENTAS

Ferramentas de Corte - Ligas e Materiais Avançados

PASSARO

Capabilities for innovative Structural and functional testing of Aerostructures

PRODUTECH_SIF

Soluções para a Indústria de Futuro

PROJECTO PET

Mamografia

Projeto CAETANO SC01

Desenvolvimento de um Sistema de Chassis Soldado para Autocarro Caetano Bus

Projeto MCHP4HOME

Desenvolvimento e validação de um conceito de uma unidade de cogeração híbrida

Projeto Tooling Edge

Tecnologias nucleares na área Aeronáutica e da Saúde para o sector dos Moldes

ProjLigEst

Desenvolvimento de modelos constitutivos e ferramentas para o projeto estático e dinâmico de ligações adesivas estruturais

RAIA

Observatório Oceanográfico

RESCOMPRES

Reservatórios em Compósitos para Alta Pressão

SpaceCarbon

European Carbon Fibres and Pre-impregnated Materials for Space Applications

TRAVÃO ELECTROMAGNÉTICO

Implementação de um travão eletromagnético de emergência nos carros elétricos históricos dos STCP

8.4. List of main projects and/or national and international partnerships underpinning the scientific, technologic, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme.**ADIRA 14.0**

Development of Industry 4.0 technological and software solutions applied to equipment goods.

Atlantic Power Cluster

Transnational Marine Energy Strategy

BOSCH Termotecnologia, SA**Caetano 2500EL**

Electric bus

COST

Nano Composite Materials

EUCARBON

European Space Qualified Carbon Fibers and Impregnated Based Materials

FAMEST

Footwear, Advanced Materials, Equipments and Software Technologies - Footwear and Advanced Materials, Equipment and Software Technologies

FIBERPLAS

Production of Thermoplastic Matrix Composites and Synthetic Fibers

FilTube

Unconventional Composite Material Tubular Structures for Aerospace Applications

HW 125

First Portuguese hydrogen fuel cell

I-BUS

Tour Bus Components

IfDamagElse

Modeling and numerical simulation of sheet metal damage: approach coupled with anisotropic behavior and stress-compression asymmetry for predicting forma

iMC Salt

Development of Innovative Equipment to Monitor and Control SAL Addition - Impact on Consumption

ImpactBondDesign

Methodology for design of impact-resistant bonded multimaterial structures for the automotive industry.

SPACE INDUSTRY

Applied Research and Development

INTENDU

Integrated Technologies for Long Term Installation of Underwater Robotic Platforms

LUCIS

Real-Time Hydrogen Battery Demonstration

MagAdhesive

Graduated adhesive joints with application of cork micro particles

MAMTool

Machinability of components produced by additive manufacturing for the mold industry

MOSHO

Advanced Solutions for Impact Materials, Composite Aerospace Repair and Monitoring

MAGNETIC NANOFUIDS

Molding process modeling and control

NANOPOL

Nanostructured electrical conductive polymers including graphene for high performance applications

NEW TOOLS

Cutting Tools - Alloys and Advanced Materials

PASSARO

Capabilities for innovative Structural and functional testing of Aero structures

PRODUTECH_SIF

Future Industry Solutions

PET PROJECT

Mammography

CAETANO SC01 Project

Development of a Welded Chassis System for Caetano Bus

MCHP4HOME Project

Development and validation of a concept of a hybrid cogeneration unit

Tooling Edge Project

Aeronautical and Health Nuclear Technologies for the Molds Sector

ProjLigEst

Development of constitutive models and tools for the static and dynamic design of structural adhesive bonds.

RAIA

Oceanographic Observatory

RESCOMPRES

High Pressure Composite Tanks

SpaceCarbon

European Carbon Fibers and Pre-Impregnated Materials for Space Applications

ELECTROMAGNETIC BRAKE

Implementation of an emergency electromagnetic brake on the STCP's historic electric cars

9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

A FEUP promove todos os anos o Inquérito à Empregabilidade. Os resultados permitem conhecer os indicadores de empregabilidade e contribuem para melhorar a transição para o mercado de trabalho e para o desenvolvimento da estratégia da FEUP de apoio aos graduados no seu processo de desenvolvimento académico, profissional e sociocultural.

Os dados relativos aos graduados em 2017/18 indicam uma taxa de empregabilidade na ordem dos 97% para o MIEM. Os dados obtidos de janeiro a março de 2019, evidenciam ainda que 53% dos estudantes do MIEM obtinham o 1º emprego antes de terminar o CE; 36% entre 1 a 3 meses depois de concluir e apenas 1% levou mais do que 6 meses para encontrar o 1º emprego.

Dados da DGEEC mostram que a percentagem de recém-diplomados do MIEM (558 nos anos 2014-2017) que, em 2018, se encontravam registados como desempregados no IEFP era de 1,8%. Este número compara com 2,5% de desempregados titulares de cursos na mesma área de formação e subsistema de ensino do MIEM.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

As part of the follow-up given to students after graduation, FEUP promotes the Employability Survey every year. The results are important because they allow to know the employability indicators and contribute to a better transition processes to the labor market and to the development of FEUP's strategy to support graduates in their academic, professional and socio-cultural development process.

Data for graduates in 2017/18 indicate an employability rate of 97% for the MIEM. The data obtained from January to March 2019 also show that 53% of the students of the MIEM obtained the 1st job before finishing the CE; 36% between 1 and 3 months after graduation and only 1% took more than 6 months to find 1st job.

Data from DGEEC show that the percentage of recent graduates from MIEM (558 in the years 2014-2017) who, in 2018, were registered as unemployed in the IEFP was 1.8%. This figure compares with 2.5% of unemployed graduates owning courses in the same area and teaching subsystem as MIEM.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Não existem dados da DGES relativos ao 1º CE em Engenharia Mecânica (LiEM), porém os dados relativos ao atual Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM) mostram bem a elevada capacidade deste CE em atrair estudantes.

Com a reformulação do MIEM em LiEM e Mestrado em Engenharia Mecânica (M.EM), espera-se que a LiEM, tirando partido do prestígio da FEUP e do MIEM, tenha uma elevada capacidade de atração de estudantes nacionais e internacionais, nomeadamente de países de língua oficial portuguesa.

A LiEM será ainda particularmente apelativa para estudantes que, desde logo, desejem ingressar no M.EM.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

There are no data from DGES on the Bachelor in Mechanical Engineering (LiEM), but data on the current Integrated Master in Mechanical Engineering (MIEM) show well the high capacity of this CE to attract students.

With the reformulation of MIEM in LiEM and Master in Mechanical Engineering (M.EM), it is expected that LiEM, taking advantage of the prestige of FEUP and MIEM, will have a high attractiveness of national and international students, namely from Portuguese speaking countries.

LiEM will still be particularly appealing to students wishing to join M.EM.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Memorando de Entendimento das Escolas de Engenharia, que abrange a U. Aveiro e a U. Minho (2018):

- *colaboração entre as partes em torno do ensino, investigação e inovação na área de Engenharia;*
- *desenvolvimento de uma plataforma de discussão e partilha entre universidades que tenham escolas, faculdades ou departamentos de engenharia.*

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

Memorandum of Understanding of Engineering Schools, covering U. Aveiro and U. Minho (2018):

- *collaboration between the parties around engineering teaching, research and innovation;*
- *development of a discussion and sharing platform between universities that have schools, colleges or engineering departments.*

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

A reformulação do atual MIEM em 1º e 2º ciclos de estudos resulta num figurino compatível com o que de melhor se pratica na Europa. De facto, o esquema seguido por Universidades de referência, como as Universidades Politécnica de Turim, Politécnica de Milão, Técnica de Munique, EPF de Lausanne, KTH de Estocolmo, ETH de Zurique, Aalborg e Lovaina é de 3 anos para o 1º ciclo e de 2 anos para o 2º ciclo.

Existem também engenheiros com uma formação de 1º ciclo, mas esses são formados em Escolas mais vocacionadas

para a via profissionalizante, à semelhança dos Politécnicos.

Existem também Universidades de referência que adotam outros esquemas, tais como as Universidades de Aachen, Técnica de Delft e Politécnica de Barcelona, que seguem os figurinos de 1º/2º ciclos 7/3, 6/3 e 8/4 semestres, respetivamente.

Nas Universidades inglesas o esquema adotado é diferente, com a existência dos “MEng” que são semelhantes a mestrados integrados de 4 anos.

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The reformulation of the current MIEM in a bachelor and a master degree results in an output compatible with the best practice in Europe. In fact, this organization is adopted by reference Universities such as the Polytechnic University of Turin, the Polytechnic of Milan, The Technical University of Munich, EPF of Lausanne, KTH of Stockholm, ETH of Zurich, Aalborg and Leuven, with 3 years for the 1st cycle and 2 years for the 2nd cycle.

There are also engineers with a first cycle education, but these are trained in other schools that are more vocationally oriented, like the Portuguese Polytechnics.

There are also reference Universities that adopt other schemes, such as the Universities of Aachen, TU Delft and the Polytechnic of Barcelona, which follow the 1st / 2nd cycles of 7/3, 6/3 and 8/4 semesters, respectively.

In the English Universities the scheme adopted is different, with the existence of the “MEng” which are similar to 4 year integrated master’s degrees.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Da análise da oferta formativa em diversos países do Espaço Europeu de Ensino Superior foi possível encontrar Escolas que lecionam ciclos de estudos (CE) análogos à LiEM. No ponto 10.1. são indicadas algumas dessas Instituições.

A maioria das Escolas tem os seus CEs organizados em 1º/2º ciclo com duração de 6/4 semestres. Ou seja, as licenciaturas e os mestrados têm uma duração e estrutura semelhantes às da LiEM e do M.EM. Isto corresponde, por um lado, a CEs de 1º ciclo de banda larga, cariz não profissionalizante e fornecedores de bases sólidas. Por outro lado, os CEs de 2º ciclo oferecem formação de elevada densidade técnico-científica, com ligação à indústria e às atividades de investigação científica, nas diversas áreas da Engenharia Mecânica (oferta de vários ramos de especialização e unidades curriculares opcionais). Daqui resultam objetivos de aprendizagem semelhantes aos preconizados para a LiEM e M.EM, que facilitarão a mobilidade no espaço europeu.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

From the analysis of the educational offer in several countries of the European Higher Education Area, it was possible to find a set of Schools that teach cycles of studies analogous to the LiEM. In point 10.1 some of these institutions are indicated.

Most Schools have their Cycles of Studies organized in 1st / 2nd cycle lasting 6/4 semesters. That is, the degrees and masters have a similar duration and structure to those of LiEM and M.EM. This corresponds, on the one hand, to broadband 1st cycle Cycle of Studies, non-professionalizing and providing solid scientific bases. On the other hand, the 2nd Cycle of Studies offers training of high technical-scientific depth, linked to industry and scientific research activities, in the various areas of Mechanical Engineering (offering various branches of specialization and optional curricular units). This results in learning objectives similar to those for LiEM and M.EM, which will facilitate mobility within the European area.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	----------------------------------------------------------------	------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

*A LiEM beneficiará do prestígio do atual MIEM e da FEUP na captação dos melhores estudantes.
A LiEM assume-se como um CE de caráter não profissionalizante, fornece uma formação sólida em ciências básicas, sendo uma "preparação" para prossecução de estudos de 2º ciclos.
A maioria dos docentes da LiEM é doutorada, em dedicação exclusiva e tem atividade de investigação de excelência.
A LiEM tem um bom rácio de estudantes por docente, garantindo a sua sustentabilidade económica.
A estrutura da LiEM está bem definida e em linha com a adotada em Universidades de referência.
A LiEM possui um mecanismo de coordenação dos semestres.
A LiEM é apoiada por serviços técnicos eficientes e um sistema de informação de qualidade.
A LiEM tem acesso a recursos adequados, como salas, laboratórios, recursos informáticos e biblioteca.
A FEUP usa sensores/indicadores de qualidade que são utilizados para tomadas de decisão.
Na FEUP existem mecanismos eficientes de integração, apoio e aconselhamento dos estudantes.*

12.1. Strengths:

*The LiEM will benefit from the prestige of the current MIEM and FEUP, namely in attracting the best students.
LiEM is a non-professional course, providing a solid background in basic sciences and a "preparation" for pursuing 2nd cycle courses.
Most of LiEM's teachers are doctors, exclusively dedicated and belonging to a research activity of excellence.
LiEM has a good student to teacher ratio, ensuring its economic sustainability.
LiEM's structure is well defined and in line with that adopted in European Reference Universities.
LiEM has a semester coordination mechanism, organized by curriculum years.
LiEM is backed by efficient technical services and a quality information system.
LiEM has access to adequate physical resources such as rooms, labs, computer resources and library.
FEUP implements a set of quality sensors / indicators that are used for decision making.
At FEUP, there are efficient mechanisms for integration, pedagogical support and student counseling.*

12.2. Pontos fracos:

A média de idades dos docentes da LiEM é elevada.

Escassas oportunidades de progressão e promoção na carreira docente têm reflexo negativo na disponibilidade dos docentes para certas tarefas.

A mobilidade dos docentes é reduzida.

Poucos docentes frequentam ações de formação.

Não existe uma avaliação sistemática da eficácia e do impacto da formação de docentes no seu desempenho efetivo (há apenas uma avaliação do nível de satisfação no final de cada atividade de formação).

A dimensão do ciclo de estudos (CE) cria dificuldades no acompanhamento próximo de todos os estudantes.

Há pouca sensibilização dos estudantes para aspetos de inovação e empreendedorismo de base tecnológica, assim como para aspetos sociais e profissionais.

12.2. Weaknesses:

The average age of LiEM teachers is high.

Few opportunities for career advancement and promotion have a negative impact on the availability of teachers for certain tasks.

The mobility of teachers is low.

Few teachers attend training courses.

There is no systematic assessment of the effectiveness and impact of teacher education on their effective performance (there is only one assessment of the level of satisfaction at the end of each training activity).

The size of the CE creates difficulties in closely following all students.

There is little student awareness of technology-based aspects of innovation and entrepreneurship, as well as social and professional aspects.

12.3. Oportunidades:

A LiEM pode captar muitos estudantes nacionais e internacionais, tirando partido do prestígio da FEUP e do MIEM, no que respeita à empregabilidade dos formados.

A LiEM pode vir a atrair estudantes que, desde logo, tenham como objetivo prosseguirem estudos no M.EM, desenhado para cobrir áreas de Engenharia Mecânica emergentes.

As parcerias com universidades estrangeiras podem aumentar a mobilidade dos docentes e estudantes da LiEM.

As substituições de elementos do corpo docente que se terão de realizar poderão permitir a diversificação da formação e baixar a sua média de idade.

O esforço no desenvolvimento de “soft skills” permitirá aos estudantes adquirirem as competências relacionais que hoje em dia lhes são exigidas.

O reforço do ensino laboratorial e da programação pode melhorar a preparação dos estudantes.

A existência de atividades extracurriculares, de natureza tecnológica e cultural, ajudam ao desenvolvimento das capacidades dos estudantes.

12.3. Opportunities:

LiEM can attract many national and international students, taking advantage of the prestige of FEUP and the current MIEM, particularly as regards the employability of graduates.

LiEM may attract students who, from the outset, aim to pursue their studies by enrolling in the future M.EM, designed to cover emerging areas of Mechanical Engineering, such as aeronautical and engineering structures of vehicles.

Partnerships with foreign universities are an opportunity to significantly increase the mobility of LiEM teachers and students.

The replacement of faculty members that will have to be carried out may allow for the diversification of faculty training and lowering their average age.

The effort in developing soft skills will enable students to acquire the relational skills required of them today.

Enhanced laboratory teaching and programming can improve student preparation.

Various extracurricular activities, technological and cultural, help to promote the development of students' skills.

12.4. Constrangimentos:

Os estudantes que, no final do 1º CE em Engenharia Mecânica (LiEM), pretendam ingressar no mercado de trabalho podem sentir dificuldades pelo facto da LiEM possuir um carácter não profissionalizante.

O ECDU e as regras de avaliação de desempenho de docentes podem condicionar a sua disponibilidade para o exercício de tarefas de ensino e de gestão.

O corpo docente, bastante envelhecido, e as dificuldades em recrutar novos docentes, podem trazer dificuldades no serviço docente em algumas unidades curriculares.

A dimensão do ciclo de estudos (CE) pode condicionar a sua forma de organização e o seu funcionamento.

12.4. Threats:

Students who, at the end of their Degree in Mechanical Engineering (LiEM), want to enter the job market may find it difficult because LiEM has a non-professional character.

The ECDU and teacher performance appraisal rules may condition teachers motivation to perform teaching and management tasks.

The aging and difficulties in recruiting new teachers can lead to difficulties in teaching service in some curricular units.

The size of the CE may affect its form of organization and its functioning.

12.5. Conclusões:

A reformulação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM) segue os princípios orientadores da FEUP e o que é feito em muitas Escolas de referência Europeias. A ideia principal é preservar um “produto” – o Engenheiro Mecânico FEUP – que é reconhecidamente de qualidade, assumindo que uma formação completa deverá ter uma duração de 5 anos. Assim,

- O 1º CE em Engenharia Mecânica (LiEM) tem assumidamente um carácter não profissionalizante, sendo uma “preparação” para o 2º CE em Engenharia Mecânica (M.EM).*
 - O M.EM é um ciclo de estudos (CE) diferenciador em relação àquilo que se pratica em Portugal, oferecendo um número de especializações que permite trabalhar com grupos de estudantes de dimensão compatível com aulas de laboratório e uma maior interação estudante/docente.*
 - A LiEM e o M.EM beneficiarão do prestígio do atual MIEM e da FEUP, reforçando-o, para atrair estudantes e garantir a empregabilidade dos formandos.*
 - A FEUP possui um campus moderno e com todas as condições para assegurar o funcionamento dos seus CE.*
 - A FEUP e o atual MIEM possuem práticas bem estabelecidas de monitorização da qualidade dos seus CE.*
 - A LiEM beneficiará da excelência dos laboratórios do DEMec e INEGI, bem como da qualidade dos docentes em termos de investigação, consultoria e transferência de tecnologia.*
- A LiEM beneficiará das parcerias com instituições diversas, a nível de ensino, investigação e transferência de tecnologia.*

12.5. Conclusions:

The redesign of the Integrated Master in Mechanical Engineering (MIEM) follows the guiding principles of FEUP and what is done in many European Reference Schools. The main idea is to preserve a “product” - the FEUP Mechanical Engineer - which is admittedly of quality, assuming that a full training should last 5 years. Like this,

- The Degree in Mechanical Engineering (LiEM), has a non-professional character, being a “preparation” for the Master in Mechanical Engineering (M.EM).*
 - M.EM is a differentiated CE compared to what is practiced in Portugal, offering a number of specializations that allow working with groups of students compatible with laboratory classes and greater student / teacher interaction.*
 - LiEM and M.EM will benefit from and enhance the prestige of the current MIEM and FEUP to attract students and ensure the employability of trainees.*
 - FEUP has a modern campus with all the conditions to ensure the functioning of their CE.*
 - FEUP and MIEM have well-established quality monitoring practices for their Cycle of Studies.*
 - LiEM will benefit from the excellence of the DEMec and INEGI laboratories as well as the quality of teachers in terms of research, consulting and technology transfer.*
- LiEM will benefit from partnerships with diverse institutions in education, research and technology transfer.*