

NCE/19/1901041 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade Nova De Lisboa

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

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Engenharia de Materiais

1.3. Study programme:

Materials Engineering

1.4. Grau:

Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Engenharia de Materiais

1.5. Main scientific area of the study programme:

Materials 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):

529

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:

543

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:

120

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):

2 anos (4 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):

2 years (4 semesters)

1.9. Número máximo de admissões:

40

1.10. Condições específicas de ingresso.

Os candidatos ao programa MEMat devem possuir um diploma do 1º ciclo em Engenharia de Materiais ou áreas afins (preferencial), Ciências Exatas ou Ciências Naturais, obtido em instituições reconhecidas. Estudantes que estejam a frequentar o último ano de um grau podem ser admitidos desde que apresentem o certificado de conclusão do grau antes da matrícula no MEMat. O ingresso no programa é sujeito a apreciação curricular e entrevista para avaliar a motivação e competências dos candidatos pela coordenação do curso.

1.10. Specific entry requirements.

Candidates should hold a 1st cycle degree in Materials Engineering or similar areas (preferred), Exact Sciences or Natural Sciences from a College, University or Technical School with a recognized standing. Students in the final year of a degree may be admitted as long as they present the certificate and official transcripts before enrolment. The admission to the program is subjected to curricular evaluation and an interview to assess motivation and skills of candidates by the coordination of the course.

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

-

1.11.1. If other, specify:

-

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

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

[1.13._Reg.459-2020_creditação de competencias_11-05-2020.pdf](#)

1.14. Observações:

A presente proposta resulta da adequação do atual mestrado Integrado em Engenharia de Materiais da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT NOVA) à nova organização, introduzida pelo Dec. Lei n.º 65 de 2018, de 16 de agosto. O 2.º ciclo em Engenharia de Materiais (MEMat) está dividido em 4 semestres. A estrutura curricular foi elaborada tendo em vista uma sólida formação em Materiais Avançados e Tecnologias, dada nos 3 primeiros semestres, sendo o último semestre (4.º) dedicado à Dissertação (30 ECTS). Uma unidade curricular de “Projeto de Dissertação” introduz o estudante a técnicas experimentais específicas para o seu trabalho e onde, com auxílio do seu supervisor, será elaborado todo o plano de trabalhos a desenvolver durante o período de Dissertação. Pressupõe-se, por isso, que a escolha da área científica/tema de Dissertação seja feita até ao final do 3.º Semestre. A Dissertação poderá ser realizada em ambiente industrial ou no âmbito de projetos de I&D em curso no Departamento de Ciência dos Materiais da FCT NOVA (DCM). Para a realização do trabalho de Dissertação o DCM dispõe de inúmeras parcerias, estando igualmente aberto a propostas dos estudantes, que contribuirão para a criação de novas parcerias que beneficiarão a médio-longo prazo os estudantes e Mestres em Engenharia de Materiais da FCT NOVA. A estrutura do ciclo de estudos foi definida tendo em conta a experiência de ensino de Ciências e Engenharia de Materiais (cerca de 40 anos) do DCM, assim como ciclos de estudo semelhantes a nível internacional (ex. MIT- EUA; Universidade de Leeds, RU; Imperial College, Londres - RU). O corpo docente do DCM é altamente qualificado e integra o CENIMAT|3N.

A frequência com aproveitamento da totalidade das Unidades Curriculares previstas, complementada pela submissão e aprovação da Dissertação de Mestrado, deverá conferir ao formando o grau de Mestre em Engenharia de Materiais. Contudo, na eventualidade de o mesmo, após aproveitamento nas restantes UC (perfazendo um mínimo de 84 ECTS) não apresentar uma dissertação de mestrado ou a mesma não merecer aprovação, será emitido pela NOVA um diploma de pós-graduação em Engenharia de Materiais, em conformidade com o disposto no art. 39.º, n.º 1, do Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de Março.

1.14. Observations:

This proposal intends to adapt the existing Integrated Master Course on Materials Engineering from FCT NOVA to the new legal organization introduced with DL n. 65/2018, from 16th August. The Second Cycle in Materials Engineering (MEMat) comprises 4 semesters. Its syllabus aims to offer a sound education on Advanced Materials and Materials Technologies, concentrated in the first 3 semesters. The 4th semester will be devoted to the Dissertation (MSc thesis, 30 ECTS). A “Dissertation Project” curricular unit is intended to familiarize the student with the experimental techniques specific to his assignment and, with guidance by the student’s supervisor, must also result in the preparation of experimental planning for the thesis. This implies that decision concerning the thesis subject be taken by the student until the end of the 3rd semester. The thesis preparation may be undertaken either in industry or at the university, under the aegis of any of a number of ongoing R&D projects in the Materials Science Department (DCM) from FCT NOVA. For that effect, DCM maintains a diversified number of partnerships and is open to new proposals by the students, an approach which offers itself to the reinforcement of the existing network, an eventuality which in time should benefit Materials Engineering students and graduates.

The establishment of the course structure has been influenced by the existing experience at DCM (> 40 years) teaching Materials Science and Engineering, as well as by similar offers at the international level (e.g. MIT – USA; University of Leeds; Imperial College – UK; Universidad de Barcelona – Spain; University of Sheffield – UK). DCM has a highly qualified faculty, and is part of CENIMAT|i3N.

Upon successful completion of the curricular units forming the course plan, complemented by approval of the Master thesis, the student is given a Master in Materials Engineering degree. However, if the student, after completion of the other curricular units (totaling at least 84 ECTS), does not submit a Master thesis or this is not found to merit approval, NOVA shall provide a post-graduate diploma in Materials Engineering, in accordance with the provisions in art. 19th, n. 1, from D-L no. 74/2006 from March 24th.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores

2.1.1. Órgão ouvido:

Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores

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

[2.1.2._Despachos Reitorais adaptacao assinados pelo Reitor_08-05-2020 18_MEMt.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico da FCT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FCT NOVA

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

[2.1.2._Dec_CC_MEMt.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da FCT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FCT NOVA

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

[2.1.2._Dec_CP_MEMt.pdf](#)

Mapa I - Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais

2.1.1. Órgão ouvido:

Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais

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

[2.1.2._Plano de Creditação_MIEMt.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 Mestrado em Engenharia de Materiais (MEMat) deve garantir/fornecer aos/inculcar nos mestrandos:

- *as competências e conhecimentos específicos essenciais ao exercício de uma profissão;*
- *a posse de instrumentos metodológicos de pesquisa e análise, no sentido de desenvolver a sua capacidade de aprendizagem e escolha crítica;*
- *informação sobre as diversas realidades e possibilidades profissionais;*
- *a indispensável articulação entre os conhecimentos adquiridos e os requisitos colocados pelo mercado de trabalho;*
- *o incentivo ao gosto pela resolução de problemas industriais e/ou I&D;*
- *o desenvolvimento de uma postura crítica e de autonomia criativa na área de conhecimento do curso;*
- *o fomento das capacidades de trabalho de equipa, liderança e empreendedorismo.*

De forma geral, o Mestre em Engenharia de Materiais deve ser capaz de compreender, manipular e modificar os materiais de modo a ir ao encontro das necessidades do mercado e contribuir para o desenvolvimento industrial.

3.1. The study programme's generic objectives:

Through attendance of the MEMat, the student should:

- *acquire the specific skills and knowledge seen as fundamental to exert a professional activity;*
- *possess the research and analytical methodological tools which are fundamental requisites for adequate learning and critical thinking;*
- *be informed as to the diversity of situations and professional possibilities;*
- *be capable to articulate the knowledge gathered during the course and the requirements of the job market;*
- *feel attracted to the difficulties inherent to the resolution of industrial and R&D problems;*
- *develop a critical view conducive to creative autonomy within the course's subject area;*
- *demonstrate the necessary capabilities for team work, leadership and entrepreneurship.*

The Master in Materials Engineering should understand, manipulate and modify materials in order to fulfil any market requirements, thus offering a contribution to industrial development.

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

O Mestre em Engenharia de Materiais deve:

- *compreender, manipular e modificar os materiais de modo a ir ao encontro das necessidades do mercado e contribuir para o desenvolvimento industrial.*
- *ser polivalente e estar preparado para um mercado empresarial nacional/internacional muito diversificado.*
- *possuir competências de intervenção nos aspetos de seleção, utilização e desenvolvimento de materiais. Assim, a sua formação científico-tecnológica deve conferir-lhe as capacidades de inovação necessárias ao desenvolvimento e produção de novos materiais, bem como à produção dos materiais tradicionais por métodos alternativos, mais evoluídos e essenciais para a competitividade e para a resolução de problemas técnicos, sociais e ambientais.*
- *possuir as competências necessárias ao desenvolvimento de trabalho técnico e de investigação que o habilitem, p.ex., a poder trabalhar em laboratórios públicos ou privados ligados ao desenvolvimento, caracterização e controlo de qualidade de materiais.*

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

The Master in Materials Engineering should:

- *understand, manipulate and modify materials in order to fulfil any market requirements, thus offering a contribution to industrial development;*
- *be multifaceted and prepared for a very diversified global market;*
- *possess skills enabling him to select, use and develop advanced materials; for such, his scientific and technological education and training must provide him with capabilities for innovation to develop and fabricate new materials and also to manufacture traditional materials using alternative, more evolved methods, essential to insure a competitive edge and an adequate resolution of technical, societal and environmental problems;*
- *possess skills enabling him to perform technical tasks and research work, so as to be able to occupy a position on public or private laboratories dealing with issues concerning the development, characterization and quality control of materials.*

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 Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT NOVA) é uma instituição universitária dirigida às áreas de Ciência e de Engenharia, que tem como missão e estratégia:

- a) Uma investigação competitiva no plano internacional, privilegiando áreas interdisciplinares, incluindo a investigação orientada para a resolução de problemas que afetam a sociedade;*
- b) Um ensino de excelência, com uma ênfase crescente na investigação realizada, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional;*
- c) Uma base alargada de participação interinstitucional voltada para a integração das diferentes culturas científicas, com vista à criação de sinergias para o ensino e para a investigação;*
- d) Uma prestação de serviços de qualidade, quer no plano interno, quer no plano internacional, capaz de contribuir para o desenvolvimento social e para a qualificação dos recursos humanos.*

O curso de Mestrado em Engenharia de Materiais resulta da adequação do Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais na sequência da alteração introduzida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de Agosto. A FCT NOVA foi pioneira no contexto nacional, quando há mais de 40 anos propôs a criação da Licenciatura em Engenharia de Materiais, de caráter claramente interdisciplinar e de extrema importância para o desenvolvimento científico-tecnológico. Desde então o corpo docente associado a este ciclo de estudos desenvolve investigação em áreas de “ponta” no domínio da Ciência e Engenharia de Materiais. A FCT NOVA pretende afirmar-se como uma Research University e nesse sentido o Mestrado agora proposto, ao apoiar-se na investigação realizada no Departamento de Ciência dos Materiais e CENIMAT|3N, irá seguramente contribuir para este desígnio e para um ensino de elevada qualidade. Nesse sentido contribuem igualmente as parcerias que os docentes envolvidos na lecionação possuem com empresas e centros de investigação nacionais e internacionais.

Os objetivos desta formação transdisciplinar estão claramente alinhados com o projeto educativo, científico e cultural da FCT NOVA. O curso adequa-se ao “Perfil Curricular FCT”, que favorece o desenvolvimento de competências transversais, potencia a ligação à sociedade e desenvolve uma cultura de inovação, empreendedorismo e desenvolvimento científico. É uma aposta estratégica da FCT NOVA continuar a contribuir decisivamente para o desenvolvimento da educação avançada e investigação científica e inovação em áreas emergentes, sendo a escola pioneira no lançamento de diversas formações de 1.º, 2.º e 3.º ciclo, o que uma vez mais se verifica com o curso de mestrado proposto.

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:

The Faculty of Science and Technology from Universidade Nova de Lisboa (FCT NOVA) is a university institution directed towards the áreas of Science and Engineering. Its strategic mission is defined as:

- a) An internationally recognized research, which privileges interdisciplinary areas, including research activities oriented towards the resolution of societal problems;*
- b) An excellent teaching, emphasizing ongoing and past research, translated into internationally competitive academic offers;*
- c) An enlarged basis of interinstitutional participation, turned to the integration of different scientific cultures, in order to generate teaching and research synergies;*
- d) The ability to offer quality services, both internally and internationally, as a contribution to social development and to the qualification of human resources;*

The MSc course on Materials Engineering being proposed results from the adaptation of the Integrated MSc Course on Materials Engineering to the requirements of D-L n° 65/2018 from August 16th. FCT NOVA has pioneered the education in Materials Engineering at the national level, when, over 40 years ago, it offered this type of interdisciplinary specialty, with a significant impact. Since then, the specialists involved in this study cycle have been performing their research activities at the forefront of the Materials Science and Engineering field. FCT NOVA intends to stand out as a Research University. In that sense, the course now being proposed, which is supported by the research performed at the Materials Science Department (DCM) through its research center CENIMAT+i3N (Materials Research Center, a part of the Institute for Nanostructures, Nanomodelling and Nanofabrication, an Associated Laboratory ranked as Exceptional) will surely contribute to that desideratum. This should be further enhanced by the partnerships established with companies and research centers at the national and international levels.

The objectives of the proposed course are clearly in line with the educational, scientific and cultural project envisaged by FCT NOVA. The course is fully in accordance with the precepts of the "FCT Curricular Profile", which favors the development of transversal skills by the student, strengthens his links to society and instills a culture of innovation, entrepreneurship and scientific development. For FCT NOVA, a continued decisive contribution to advanced higher education and scientific research in emergent fields constitutes a strategic endeavor.

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 ciclo de estudos se estrutura: Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:

<sem resposta>

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

Mapa II -

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

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

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
Engenharia de Materiais / Materials Engineering	EMt	96	0	
Engenharia Industrial / Industrial Engineering	EI	6	0	
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0	
Micro e Nanotecnologias / Micro and Nanotechnology	MNt	3	0	
Qualquer Área Científica/Any Scientific Area	QAC	0	6	
Engenharia de Materiais/Engenharia Mecânica/Engenharia Industrial/Engenharia Química/Engenharia Biomédica/Informática/Ciências Humanas e Sociais	EMt / EMc / EI / EQ / EBm / I / CHS	0	6	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - - 1.º Ano / 1st Year

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:

1.º Ano / 1st Year

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)
Processamento de Materiais Metálicos/Metal Processing	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	
Processamento de Materiais Cerâmicos e Vidros/Ceramics and Glasses Processing	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	
Materiais Mesomorfos e Aplicações/Mesomorphic Materials and Applications	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	
Biomateriais/Biomaterials	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	
Nanomateriais e Nanotecnologias/Nanomaterials and Nanotechnologies	MNt	Semestre 1/Semester1	84	T: 21; PL: 21	3	
Empreendedorismo/Entrepreneurship	CC	Trimestre 2/Quarter2	80	TP: 45	3	
Processamento de Materiais Poliméricos/Polimeric Materials Processing	EMt	Semestre 2/Semester2	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	
Tecnologia de Revestimentos e Películas Finas/Coatings and Thin Films Technologies	EMt	Semestre 2/Semester2	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	
Materiais para a Conversão e Armazenamento de Energia/Materials for Energy Conversion and Storage	EMt	Semestre 2/Semester2	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	
Unidade Curricular do Bloco Livre B / Unrestricted Elective B	QAC	Semestre 2/Semester2	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional
Planeamento e Controlo da Qualidade / Quality Planning and Control	EI	Semestre 2/Semester2	168	T: 21; PL: 35	6	

(11 Items)

Mapa III - - 2.º Ano / 2nd Year

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:

2.º Ano / 2nd Year

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)
Seleção de Materiais e Sustentabilidade/Materials Selection and	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:56; OT:6	6	

Sustainability

Modelação Computacional de Materiais / Computational Modelling of Materials	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:56; OT:6	6	
Degradação e Proteção de Superfícies / Surface Degradation and Protection	EMt	Semestre 1/Semester1	168	T:21; PL:35; OT:6	6	
Projeto de Dissertação / Dissertation Project	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	
Opção I / Option I	EMt / EMc / EI / EQ / EBm / I / CHS	Semestre 1/Semester1	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional
Dissertação em Engenharia de Materiais / Dissertation in Materials Engineering	EMt	Semestre 2/Semester2	840	OT: 28	30	

(6 Items)

Mapa III - - 2.º Ano - Grupo de Opções I / 2nd Year - Option Group I

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:

2.º Ano - Grupo de Opções I / 2nd Year - Option Group I

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)
Biossensores / Biosensors	EMt	Semestre 1/Semester1	168	T:21; PL:35; OT:6	6	O aluno deve realizar 6 ECTS nestas ou noutras UC da mesma área aprovadas em Conselho Científico
Gravação Eletrónica de Informação / Recording Electronic Information	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	Students must perform 6 ECTS in these or other UC same area approved by the Scientific Council
Sensores: Materiais e Aplicações /Sensors: Materials and Applications	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	Optativa / Optional
Materiais e Sistemas Inteligentes / Smart Materials and Systems	EMt	Semestre 1/Semester1	168	T:21; PL:35; OT:6	6	Optativa / Optional
Optoeletrónica / Optoelectronics	EMt	Semestre 1/Semester1	168	T:21; PL:35; OT:6	6	Optativa / Optional
Energia Fotovoltaica: Materiais e Aplicações / Photovoltaic Energy: Materials and Applications	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	Optativa / Optional
Materiais Celulósicos e Papel / Paper and Cellulosic Materials	EMt	Semestre 1/Semester1	168	T:21; PL:35; OT:6	6	Optativa / Optional
Espumas e Materiais Celulares / Foams and Cellular Materials	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	Optativa / Optional
Tecnologias de Fundição e Soldadura / Foundry and Welding Technologies	EMc	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Optativa / Optional
Finanças para Empreendedores / Finance for Entrepreneurs	EI	Semestre 1/Semester1	168	TP: 28	6	Optativa / Optional
Engenharia Bioquímica I / Biochemical Engineering I	Q	Semestre 1/Semester1	168	T: 28; TP: 24; PL: 4	6	Optativa / Optional
Engenharia de Células e Tecidos/ Cell and Tissue Engineering	EBm	Semestre 1/Semester1	168	TP: 28; PL: 28	6	Optativa / Optional
Aprendizagem Automática / Machine Learning	I	Semestre 1/Semester1	168	TP: 28; PL: 28	6	Optativa / Optional
Gestão de Empresas / Business Management	CHS	Semestre 1/Semester1	84	TP: 28	3	Optativa / Optional
História da Tecnologia e da Engenharia / History of Technology and Engineering	CHS	Semestre 1/Semester1	84	TP: 28	3	Optativa / Optional
Microeconomia / Microeconomics	CHS	Semestre 1/Semester1	84	TP: 28	3	Optativa / Optional
Economia Industrial / Industrial Organization	CHS	Semestre 1/Semester1	84	TP: 28	3	Optativa / Optional

(17 Items)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Processamento de Materiais Metálicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processamento de Materiais Metálicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Metal Processing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

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):

Alexandre José da Costa Velhinho (Regente) - TP:21; PL:35; OT:6

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

<sem resposta>

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

O objetivo principal desta unidade curricular é o de dotar o aluno de sólidos conhecimentos sobre tecnologias e processos de enformação de materiais metálicos, bem como a sua articulação no panorama geral das tecnologias de processamento.

Tendo em consideração as relações estrutura-propriedades intrínsecas do material a processar, o estudante deverá ser capaz de identificar as vantagens e limitações dos diferentes processos, entender o funcionamento da maquinaria utilizada na implementação, e conhecer a importância dos parâmetros de processo. Tal deverá habilitá-lo a selecionar adequadamente as tecnologias a utilizar de acordo com o componente a fabricar, planificando as etapas de processamento de um dado material, em função quer das suas características quer da aplicação visada, bem como, perante um problema concreto de fabrico, avaliar as possíveis causas de erro e ser capaz de as corrigir.

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

The curricular unit's main objective is to confer to the student a solid knowledge about the metallic materials shaping technologies and processes, as well as their positioning in the general scheme of processing technologies.

Taking into account the structure-properties relationships governing material's behaviour, the student should be able to identify the relative advantages and limitations of the processes, to understand the functioning of the machinery used to implement those processes, and to understand the influence of the various process parameters. Thus, he/she should be in a position to adequately select the best technologies to be used to produce a given part, planning the sequence of processing steps of the material as a function of its properties as well as of the intended application; also, the student should be able, when presented with a defective processing result, to evaluate the possible causes for error and to correct them.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Tecnologias de processamento e sistemas de produção.*
- Dimensões, tolerâncias e acabamentos superficiais.*
- Tecnologias replicativas:*
 - Tecnologias de solidificação: processos de fundição.*
 - Tecnologias de pós: pulverometalurgia.*

- *Tecnologias de conformação mecânica: processos de forjamento, estampagem, laminagem, extrusão e trefilagem.*
- *Tecnologias subtrativas:*
 - *Maquinação convencional por arranque de apara;*
 - *Maquinação por abrasão;*
 - *Maquinação por processos não convencionais (mecânicos, elétricos, térmicos e químicos).*
- *Tecnologias aditivas*
 - *Cadeia de produção da produção aditiva*
 - *Sistemas de fabricação aditiva aplicados a metais*
- *Operações de acabamento, união e montagem.*

4.4.5. Syllabus:

- *Manufacturing: processing technologies and production systems.*
- *Dimensions, tolerances and surface finish.*
- *Replicative technologies:*
 - *Melting technologies: foundry and casting processes.*
 - *Powder metallurgy.*
 - *Mechanical forming technologies: forging, stamping, rolling, extrusion and drawing.*
- *Subtractive technologies:*
 - *Machining;*
 - *Grinding and other abrasive processes;*
 - *Non-conventional machining processes (mechanical, electrical, thermal and chemical).*
- *Additive manufacturing*
 - *AM value chain*
 - *AM applied to metals*
- *Finishing, joining and assembly processes.*

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

O programa cobre uma gama diversificada de tecnologias de enformação de materiais metálicos, de modo a suportar os objetivos da unidade curricular, através da compreensão dos condicionalismos colocados pelas relações entre estrutura e propriedades dos materiais metálicos nas condições de processamento inerentes aos diferentes tipos de tecnologia.

Os tópicos apresentados conferem um suporte adequado ao desempenho dos estudantes durante a realização de trabalho laboratorial, desde experiências simples fundição, de deformação plástica e de remoção de material em condições controladas até à caracterização estrutural dos materiais assim processados.

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

The syllabus covers a wide range of metallic materials shaping technologies, in order to support the main objectives of the curricular unit, by promoting a correct understanding of the constraints placed by the material's structure-properties relationships upon the processing conditions prevailing in each type of process.

The topics presented support the students on performing laboratorial work going from simple shaping experiments (casting, plastic deformation or material removal under controlled conditions) to the structural characterization of the processed materials.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Consideram-se dois tipos de aulas: teóricas e de laboratório. As aulas teóricas, serão ministradas com recurso a projetor multimédia, tendo os estudantes acesso a cópia do conteúdo projetado na página da disciplina, suportada na plataforma Moodle. Os trabalhos de laboratório serão realizados pelos próprios estudantes, sob orientação do docente e focam os diferentes tópicos do programa.

O ensino poderá ser complementado por visitas de estudo a unidades industriais de processamento de materiais metálicos.

A avaliação será constituída por 2 testes, complementados por um trabalho de grupo e por um trabalho individual.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Two types of lessons will be considered: Lectures and laboratory. Lectures will be given using PowerPoint slides, students having access to copies on the course page in the Moodle platform. The laboratory work will be performed by the students under the guidance of the teacher and focus on the different topics of the syllabus.

A series of visits to industrial plants dedicated to metallic materials processing may complement the unit.

Evaluation consists of two written tests, complemented by the execution and analysis of a collective assignment and an individual assignment.

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

O ensino tem um caráter teórico e experimental que permitirá aos alunos adquirir e aplicar os conhecimentos na determinação das vias de processamento adequadas à obtenção de componentes metálicos. Nas aulas teóricas a matéria é exposta, o que permitirá a consolidação dos conhecimentos que posteriormente serão postos em prática nas aulas de laboratório. Desta forma, aulas teóricas e de laboratório complementam-se de forma a fornecer uma aprendizagem integrada. Os trabalhos de laboratório assumem um peso importante na avaliação da unidade curricular já que é através destes que os alunos adquirem competências em termos experimentais que lhes permitirão dominar as possibilidades das diferentes vias tecnológicas de enformação, bem como os efeitos do processamento sobre a estrutura e o desempenho final dos componentes. A realização de visitas de estudo permitirá ainda aos alunos a necessária transposição de conceitos para o ambiente industrial.

No decurso do semestre, proceder-se-á a um apelo constante a conhecimentos adquiridos anteriormente, procurando-se ainda estabelecer as bases para assuntos relacionados a tratar em unidades curriculares posteriores de índole semelhante, neste ou noutros cursos afins.

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

Teaching has theoretical and experimental components that will allow students to acquire and apply knowledge to determine the possible processing routes to produce a metallic part. In lectures, the subjects will be presented and explained, which will allow the consolidation of knowledge that will later be put into practice in labs. Thus, lectures and laboratory classes complement each other in order to provide an integrated learning. Lab works assume an important role in the evaluation of the curricular unit as it is through these that students acquire skills that will allow them to master the different technological routes for metal shaping, as well as the effects of processing on the final part's structure and performance. Study visits are designed to facilitate the transposition of acquired knowledge to an industrial environment.

Throughout the semester, a constant demand will be placed on knowledge previously acquired, and special care will be taken in order to establish firm bridges to subsequent studies undertaken by the student.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Mikell P. Groover, "Fundamentals of Modern Manufacturing – Materials, Processes and Systems", 3rd edition, ed. John Wiley & Sons, Inc., (2006), 1022 pp. [ISBN-13 978-0-471-74485-6 / ISBN-10 0-471-74485-9]

J.T. Black, Ronald A. Kohser, "DeGarmo's Materials & Processes in Manufacturing", 10th edition, ed. John Wiley & Sons, Inc., (2008), 1036 pp. [ISBN 978-0470-05512-0]

J. Rodrigues, P. Martins, "Tecnologia Mecânica: Tecnologia da Deformação Plástica – Aplicações Industriais" Vol. II, 1ª edição, ed. Escolar Editora (2005) [ISBN 972-592-185-2]

J.M.G. Ferreira, "Tecnologia da Fundição", 2ª edição, ed. Fundação Calouste Gulbenkian (2007) [ISBN 972-1-0837-2]

J.M.G. Ferreira, "Tecnologia da Pulverometalurgia", 1ª edição, ed. Fundação Calouste Gulbenkian (2002) [ISBN 972-31-0974-3]

C.K. Chua, K.F. Leong, "3D Printing and Additive Manufacturing: Principles and Applications", 5th edition, ed. World Scientific (2017) [ISBN 978-981-3146-76-1]

Mapa IV - Processamento de Materiais Cerâmicos e Vidros

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processamento de Materiais Cerâmicos e Vidros

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Ceramics and Glasses Processing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

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 Margarida Rolim Augusto Lima (Regente) – TP:21; PL:35; OT: 6

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Conhecimento sobre os processos tecnológicos de produção de materiais cerâmicos e de vidros. Identificação e caracterização das matérias-primas, particularmente as utilizadas na produção industrial de cerâmicos tradicionais. Identificação, descrição e classificação dos métodos de fabrico de materiais cerâmicos e vítreos. Análise das principais questões ambientais relacionadas com o processamento de cerâmicos e vidros.

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

Knowledge about the technological processes for the production of ceramic and glass materials. Identification and characterization of the raw materials, with particular emphasis on the industrial production of traditional ceramics. Identification, description and classification of the methods used in the processing of ceramic and glassy materials. Analysis of the main environmental aspects related with the processing of ceramics and glasses.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Processamento de pós (moagem, caracterização dos pós). Fabrico de vidros (matérias-primas; composições típicas de vidros comerciais; fusão; afinagem; viscosidade, métodos de conformação; tratamentos térmicos (recozimento e têmpera). Fabrico de vidrados (composição; acordo vidrado-substrato cerâmico; defeitos de vidrados; pigmentos cerâmicos). Métodos de conformação de cerâmicos (prensagem; enchimento por barbotina; métodos de conformação plásticos). Secagem (efeitos da temperatura e humidade na velocidade de secagem). Densificação dos cerâmicos. Fornos (tipos de fornos para indústria cerâmica e vidreira).

4.4.5. Syllabus:

Powder processing (grinding and milling, methods for powder characterization). Glass technology (raw materials; typical compositions for commercial glasses; glass melting; glass fining; glass forming methods; thermal treatments (annealing and tempering). Glazes (composition; ceramic substrate-glaze compatibility; defects in glazes; colouring ceramic pigments, methods for glaze application). Shape-forming processes (pressing; slip casting; plastic methods). Drying (effect of temperature and humidity on drying rate). Ceramics densification. Kilns and furnaces (kilns for ceramic industry and kilns for glass industry).

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

Nesta disciplina são dados a conhecer os processos tecnológicos de produção de materiais cerâmicos e vidros. É feita a caracterização das matérias-primas, particularmente as utilizadas na produção industrial de cerâmicos tradicionais e de vidros comerciais. São identificados, descritos e classificados os métodos de fabrico de cerâmicos e vidros. É feita uma análise das principais questões ambientais relacionadas com o processamento de cerâmicos e vidros, bem como de cimentos e betões. São dados ainda conhecimentos sobre a aplicação das tecnologias de cerâmicos e vidros na reciclagem de resíduos sólidos.

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

In this course the topics are related with the technological processes for production of ceramics and glasses. The characterization of the raw materials, with particular emphasis on those used in the industrial production of traditional ceramics and commercial glasses will be studied. Several methods used in the processing of ceramics and glasses will be identified, classified and specified. Several environmental issues related with ceramics and glasses production will be analyzed, together with the case for cement and concrete production. Topics on the application of ceramic technology to the recycling of inorganic solid wastes will be studied.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, aulas teórico-práticas e aulas práticas no laboratório. Serão realizadas visitas de estudo a unidades industriais de cerâmica e vidro. Frequência - Obtida pela realização dos trabalhos de laboratório, sua apresentação e discussão oral (L). Método de avaliação- Pela realização de 3 testes (T1, T2 e T3) ou por exame final. No caso de realização de testes, para haver dispensa de exame final, é necessário ter no primeiro teste (T1) nota igual ou superior a 7,5 valores, e a nota (T), resultante dos testes realizados, $T = (T1 + T2 + T3) / 3$, deve ser igual ou superior a 9,5 valores. No caso de realização de exame, a nota de exame (E) terá de ser igual ou superior a 9,5 valores. Para os alunos que realizem testes, a Nota Final da disciplina $= (0,5T + 0,5L)$, (L) é a nota correspondente à avaliação dos trabalhos práticos de laboratório. Para os alunos que façam só o exame final, a Nota Final da disciplina $= 0,5E + 0,5L$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes, theoretical-practical classes and practical classes in the laboratory. Study visits will be made to ceramic and glass industrial units. Frequency- Gained by performing the lab essays, the practical report is subject to an oral presentation and discussion (L). Evaluation Methods -By performing 3 mid-term tests (T1, T2 and T3) or by final exam. In case that mid-term tests are performed, in order to get exemption from final exam, the students need to have in first test (T1) at least a grade of 7.5 out of 20, and T, the grade resulting from both tests, $T = (T1 + T2 + T3) / 3$, has to be at least 9.5. In case that only final exam is performed, the exam grade (E) has to be at least 9.5. For the students that perform mid-term tests, Final Grade $= 0.5T + 0.5L$, (L) corresponds to the grade obtained from the evaluation of the lab essays. For the students that perform final exam, Final Grade $= 0.5E + 0.5L$.

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

Nesta disciplina são dados a conhecer os processos tecnológicos de produção de materiais cerâmicos e vidros. É feita a caracterização das matérias-primas, particularmente as utilizadas na produção industrial de cerâmicos tradicionais e de vidros comerciais. São identificados, descritos e classificados os métodos de fabrico de cerâmicos e vidros. É feita uma análise das principais questões ambientais relacionadas com o processamento de cerâmicos e vidros, bem como de cimentos e betões. São dados ainda conhecimentos sobre a aplicação das tecnologias de cerâmicos e vidros na reciclagem de resíduos sólidos. Embora não tenha requisitos prévios, aconselham-se os alunos a frequentar a disciplina só depois de terem frequentado e tido aproveitamento na disciplina de Materiais Cerâmicos e Vidros.

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

In this course the topics are related with the technological processes for production of ceramics and glasses. The characterization of the raw materials, with particular emphasis on those used in the industrial production of traditional ceramics and commercial glasses will be studied. Several methods used in the processing of ceramics and glasses will be identified, classified and specified. Several environmental issues related with ceramics and glasses production will be analyzed, together with the case for cement and concrete production. Topics on the application of ceramic technology to the recycling of inorganic solid wastes will be studied. It is advisable that the students attend this course only after attending and obtaining a positive mark in the previous courses on Ceramic and Glass Materials.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- "Principles of Ceramics Processing", J.S. Reed, second edition, John Wiley & Sons, 1995
- "Tecnologia do Processamento Cerâmico", A. Tomás da Fonseca, Universidade Aberta, 2000
- "Modern Ceramics Engineering, Properties, Processing and Use in Design", D. W. Richerson, 2nd. Ed., Marcell Dekker Inc., 1992
- "Ceramic Processing and Sintering", M. N. Rahaman, Marcell Dekker Inc., 1995
- "Glass Science and Technology- Processing I, D. R. Uhlmann and N. Kriedl, volume 2, Academic Press, 1984
- "Introdução à Ciência e Tecnologia do Vidro", M. Helena F. V. Fernandes, Universidade Aberta, 1999
- "Materials Science and Technology-Glasses and Amorphous Materials", volume 9 edited by R. W. Cahn, P. Haasen, E. J. Kramer, VCH Publishers, 1991
- "The Technology of Glass and Ceramics" an Introduction, J. Hlavac, Elsevier Science Publishers, 1983

Mapa IV - Materiais Mesomorfos e Aplicações**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Materiais Mesomorfos e Aplicações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mesomorphic Materials and Applications

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

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 Helena Figueiredo Godinho - TP:21; PL:35; OT:6

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

No aspeto formativo esta unidade curricular (UC) visa fornecer aos alunos conhecimentos científicos e tecnológicos sobre os materiais mesomorfos, familiarizá-los com vários ramos do conhecimento (elasticidade, reologia de fluidos, defeitos cristalinos, transições de fase), desenvolver a sua capacidade de raciocínio e relacionamento interdisciplinar e despertar aptidões para a criação científica e a inovação tecnológica. No aspeto informativo a UC visa dar a conhecer aos alunos as múltiplas potencialidades de aplicação dos cristais líquidos e colocá-los a par dos progressos científicos e tecnológicos mais recentes. Esta disciplina possui os seguintes objetivos pedagógicos: promover o interesse pela pesquisa sobre a utilização dos materiais mesomorfos em novas aplicações; estimular a capacidade de resolver problemas de índole teórica, e de índole prática, laboratorial; realização de trabalhos de grupo, de relatórios dos trabalhos de laboratório e suas discussões.

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

In the formative aspect, this curricular unit (UC) aims to provide students with scientific and technological knowledge about mesomorphic materials, familiarize them with various branches of knowledge (elasticity, fluid rheology, crystalline defects, phase transitions), develop their ability to interdisciplinary reasoning and relationship and awakening skills for scientific creation and technological innovation. In terms of information, the UC aims to make students aware of the multiple potential applications of liquid crystals and bring them up to date with the latest scientific and technological progress. This course has the following pedagogical objectives: to promote interest in research on the use of mesomorphic materials in new applications; to stimulate the capacity to solve problems of a theoretical nature and of a practical, laboratory nature; group work, reports on laboratory work and their discussions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução. Importância tecnológica e biológica dos Materiais Mesomorfos (Materiais Biológicos e bio inspirados nas cutículas de insetos, nas pétalas e bagas das plantas, nos fios produzidos pelas teias de aranha)*
- 2. Líquidos anisotrópicos; classificação, organização molecular e propriedades óticas. Grau de ordem. Texturas e defeitos de orientação. Demonstrações Experimentais*
- 3. Elasticidade de curvatura. Energia livre de deformação. Equações de equilíbrio.*
- 4. Sistemas Confinados; diferentes geometrias. Demonstrações Experimentais*
- 5. Soluções líquidas organizadas: Liotrópicos (diagramas de fase). Demonstrações Experimentais*
- 6. Sistemas Macromoleculares anisotrópicos; fibras líquidas e filmes poliméricos e elastoméricos. Demonstrações Experimentais*
- 7. Dinâmica; principais diferenças entre um fluido anisotrópico e um líquido isotrópico.*
- 8. Aplicações; Cores estruturais, Têxteis inteligentes, Sensores cromáticos, mecânicos, ópticos e eletro-óticos*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction. Technological and biological importance of Mesomorphic Materials (Biological and bio-inspired materials on insect cuticles, petals and plant berries, on spider webs)*
- 2. Anisotropic liquids; classification, molecular organization and optical properties. Degree of order. Textures and orientation defects. Experimental Demonstrations*
- 3. Elasticity of curvature. Deformation free energy. Equations of equilibrium.*
- 4. Confined Systems; different geometries. Experimental Demonstrations*
- 5. Organized liquid solutions: Liotropics (phase diagrams). Experimental Demonstrations*
- 6. Anisotropic Macromolecular Systems; liquid fibers and polymeric and elastomeric films. Experimental Demonstrations*
- 7. Dynamics; differences between an anisotropic fluid and an isotropic liquid.*
- 8. Applications; Structural colors, Intelligent textiles, Chromatic, mechanical, optical and electro-optical sensors*

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

O conteúdo programático apresentado cobre os aspectos fundamentais relacionados com os materiais mesomorfos e suas aplicações. É dado enfoque em aspetos fundamentais assim como tecnológicos no sentido de fornecer ao aluno as ferramentas necessárias para compreender as relações estrutura-propriedades para este tipo de materiais e ficar habilitado a desenvolver novos materiais com características anisotrópicas.

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

The course gives background for students to understand in detail issues related to mesomorphic materials and their applications. The focus is on fundamentals, preparation and characterization in order to provide students with tools necessary to understand the structure-properties relationship in this type of anisotropic soft materials and be able to be innovative in the field.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular será constituída por aulas teórico-práticas e de laboratório. As aulas teórico-práticas serão complementadas com a resolução de problemas e efetuando estudo de casos, recorrendo à análise de artigos científicos. Os trabalhos de laboratório serão realizados pelos alunos, sob orientação do docente, e focam os diferentes aspetos dos materiais moles anisotrópicos.

Frequência na unidade curricular é obtida pela realização dos trabalhos de laboratório e discussão dos respetivos

relatórios.

Avaliação: realização de dois testes ou de exame final.

A nota final obtida corresponde a 30% da nota teórico-prática (exame ou média dos testes) e 70% da nota prática (nota de frequência).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Two types of lessons will be considered: Lectures (theory/practice) and laboratory. The theory/practice lectures will be complemented by the resolution of problems as well as with the analyses of different case studies based on scientific articles. The laboratory work will be performed by the students under the guidance of the teacher and focus on the different aspects of soft anisotropic materials.

Frequency in the curricular unit will be achieved by evaluation of the work performed in the laboratory and reports discussion. Assessment: completion of 2 tests or a final exam.

The final grade obtained is 30% of theoretical part (tests average or final exam classification) and 70% of the laboratory grade (frequency).

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

O ensino nesta UC tem caráter teórico/prático e experimental. Nas aulas teórico/práticas a matéria é exposta e são estudados casos (análise de artigos científicos) o que permitirá a consolidação dos conhecimentos que posteriormente serão expostos em prática nas aulas de laboratório. Desta forma, aulas teóricas/práticas e de laboratório complementam-se de forma a fornecer uma aprendizagem integrada.

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

This CU involves teaching of theoretical/practical lessons as well as a strong laboratory component. In the lectures different aspects of liquid crystalline science and technology will be studied and case studies will be analysed (scientific papers), which will allow the consolidation of knowledge that will later be put into practice in labs. Thus, lectures and laboratory classes complement each other in order to provide an integrated learning.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Condensed Matter Physics", Gert Strobl, Springer, 2003, London.

"Nematic and Cholesteric Liquid Crystals" (Concepts and Physical Properties illustrated by experiments), Patrick Oswald, Pawel Pieranski, Taylor and Francis, 2005, NY.

"Capillarity and wetting Phenomena; Drops, Bubbles, Pearls, Waves", Pierre-Gilles de Gennes, Françoise Brochard-Wyart and David Quéré, Springer, 2010, NY.

"Shapes, Nature's Patterns", Philip Ball, Oxford University Press, 2009, NY.

"The Physics of Liquid Crystals", P.G. de Gennes and J. Prost, Oxford University Press 2nd, 1993, UK.

Mapa IV - Biomateriais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biomateriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomaterials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

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):***João Paulo Miranda Ribeiro Borges (Regente) - TP:21; OT:6***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Paula Isabel Pereira Soares - PL:35***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objetivo principal desta UC é o de fornecer aos estudantes conhecimentos aprofundados na área dos biomateriais, nomeadamente, a sua composição, processos de fabrico e aplicações. Pretende-se que os estudantes adquiram conhecimentos relativos à interação dos biomateriais com os tecidos e desta forma sejam capazes de desenvolver estratégias para modular a resposta do hospedeiro. Os avanços científicos recentes serão discutidos com base em artigos científicos e complementarão diferentes matérias abordadas nas aulas teórico-práticas. Aspectos ligados à legislação, regulamentos e normas em vigor e ensaios clínicos para a introdução de novos produtos serão abordados. As aulas laboratoriais permitirão ao estudante a aquisição de competências relativas ao processamento e caracterização de biomateriais. Pretende-se também que o estudante ganhe prática e domínio em apresentações orais públicas em escrita científica usando, para o efeito, apresentações orais para a turma e um projeto final.

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

The main objective of this course is to provide students with in-depth knowledge in the field of biomaterials, namely its composition, manufacturing processes and applications. It is intended that students acquire knowledge regarding the interaction of biomaterials with tissues and thus be able to develop strategies to modulate the host response. Recent scientific advances will be discussed based on scientific articles and will complement different subjects covered in the practical classes. Aspects related to existing legislation, regulations and standards, and clinical trials for introducing new products will be addressed. Laboratory classes will allow the student to acquire skills related to the processing and characterization of biomaterials. It is also intended that the student gain practice and mastery in public oral presentations in scientific writing using oral presentations to the class and a final project.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**TP:**

Introdução: aspectos económicos, sociais e éticos na investigação em Biomateriais
Biomateriais sintéticos (biodegradáveis ou não) e naturais (Relações estrutura-propriedades; Aplicações clínicas e state-of-the-art em investigação na área).
Interações proteínas-biomaterial.
Interações sangue-biomaterial.
O papel do sistema imunitário na regulação dos processos inflamatórios.
Os processos de cicatrização.
A superfície do biomaterial e sua interação com o ambiente fisiológico.
Princípios básicos de biomineralização.
Avaliação da biocompatibilidade e do desempenho dos biomateriais: Questões técnicas e regulamentares.

PL:*Semanas 1 a 5**-L1 – Síntese de pós de hidroxiapatite (HA)**-L2 – Libertação controlada de fármacos a partir de nanofibras**-L3 – Síntese de nanopartículas de magnetite e avaliação do potencial para aplicação no tratamento do cancro por hipertermia.**Semanas 6 a 14**Desenvolvimento de um projeto: materiais produzidos nos trabalhos L1-L3 são usados no trabalho.***4.4.5. Syllabus:****TP:**

Introduction: Economic, Social and Ethical Aspects in Biomaterials Research
Synthetic (biodegradable or not) and natural biomaterials: Structure-property relationships; Clinical and state-of-the-art research applications in the field).
Protein-biomaterial interactions.
Blood-biomaterial interactions.
The role of the immune system in regulating inflammatory processes.
The healing processes.
The surface of the biomaterial and its interaction with the physiological environment.
Basic principles of biomineralization.
Assessment of biocompatibility and biomaterials performance: technical and regulatory issues.

PL:*Weeks 1 to 5**-L1 - Synthesis of hydroxyapatite (HA) powders*

-L2 - Controlled drug release from nanofibers

-L3 - Synthesis of magnetite nanoparticles and evaluation of potential for application in the treatment of cancer by hyperthermia.

Weeks 6 to 14

Project development: Materials produced in L1-L3 jobs are used in the project.

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

O conteúdo programático apresentado cobre uma gama suficientemente alargada de materiais biocompatíveis (biomateriais) de modo a ilustrar os aspetos relacionados com a aplicação destes em ambiente biológico e a possibilidade de criar matrizes para regeneração de tecidos (Engenharia de Tecidos). É dado enfoque no trinómio composição-propriedades-processamento dos diferentes tipos de materiais de forma a fornecer aos alunos ferramentas para a compreensão da interação dos diferentes materiais com tecidos biológicos e para o desenvolvimento de novos biomateriais funcionais (materiais inteligentes). As aulas práticas laboratoriais permitem a exploração experimental de técnicas de síntese/processamento e caracterização de Biomateriais.

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

The syllabus presented covers a sufficiently wide range of biocompatible (biomaterials) materials to illustrate the aspects related to their application in a biological environment and the possibility of creating tissue regeneration matrices (Tissue Engineering). Focus is given to the composition-properties-processing triad of different types of materials to provide students with tools for understanding the interaction of different materials with biological tissues and for the development of new functional biomaterials (intelligent materials). Laboratory classes allow the experimental exploration of synthesis / processing techniques and characterization of biomaterials.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas (TP) para exposição de matéria e resolução de problemas/casos práticos de aplicações.

Aulas práticas laboratoriais para exploração experimental de técnicas de síntese/processamento e caracterização de biomateriais. Apresentação de artigos e discussão em equipa. Preparação de um projeto final e apresentação oral (em grupo).

Avaliação Contínua envolvendo trabalhos individuais (30%) e atividades em grupo: apresentação de artigos e discussão em equipa (20%); questionários de atividades laboratoriais (15%) e projeto final (35%).

Um exame final poderá substituir os trabalhos individuais.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

TP lectures/discussion for presentation of topics and discussion of case studies. Lab classes to obtain hands-on experience on biomaterials processing and characterization techniques. Paper presentation and discussion (team work). Final term project development and oral presentation (team work)

Continuous assessment involves Individual homework assignments – 30% and group activities: Presentation and discussion of selected papers – 20%, Lab Quiz – 15%, Final term project – 35%.

Final exam may substitute Individual homework assignments.

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

Temas-chave são primeiramente introduzidos em apresentações Teóricas, seguido de discussão de artigos selecionados sobre esses temas - isso garante uma discussão aprofundada e raciocínio sobre os assuntos. As apresentações e discussão pública, permitem relacionar as matérias apreendidas sobre os vários aspectos relacionados com o desenvolvimento e aplicação de materiais em Medicina, enquanto se desenvolvem competências de apresentação, discussão e pensamento crítico relacionado com trabalho científico.

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

Short focused lectures on the key topics from syllabus, followed by discussion of selected papers on those themes – this ensures in depth discussion and reasoning on the course subjects. The short focused article presentations allow to correlate and critically discuss the apprehended concepts within the broader framework of nanomaterials for medical applications. These steps should allow the development of critical reasoning on the fundamental aspects of Biomaterials in Medicine, oral and written presentation of scientific works, open discussion and team work. – all fundamental in contemporary education.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Buddy D. Ratner et. al (ed), Biomaterials Science - An introduction to Materials in Medicine, Academic Press, New York, 2013 (3ª Ed.)

2. Rolando Barbucci (Ed.), Integrated Biomaterials Science, Kluwer Academic Pub., New York, 2002.

3. Paul Ducheyne, Kevin E. Hwaly, Dietmar W. Hutmacher, David W. Grainger, C. James Kirkpatrick (Ed.), Comprehensive Biomaterials, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 2011.

4. Kay C. Dee, David A. Puleo, Rena Bizios, An Introduction to Tissue-Biomaterial Interactions, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, United States, 2002.

5. Artigos de Revistas Científicas com relevância para as matérias lecionadas.

Mapa IV - Nanomateriais e Nanotecnologias**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Nanomateriais e Nanotecnologias***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Nanomaterials and Nanotechnologies***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***MNt***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:21; PL:21***4.4.1.6. ECTS:***3***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):***Rui Alberto Garção Barreira do Nascimento Igreja - T:21; PL:21***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

A UC de Nanomateriais e Nanotecnologia tem como objetivo dar a conhecer aos alunos a influência das dimensões dos materiais nas suas propriedades e na construção de dispositivos e nano-sistemas. É pretendido desenvolver competências em nanociência e nanomateriais tendo em vista a potencial utilização da nanotecnologia em aplicações industriais.

Para alcançar estes objetivos pretende-se introduzir um conjunto de conceitos tais como a manipulação de átomos e moléculas com vista à formação de novos dispositivos, síntese e manipulação de nano-objetos para a construção de materiais nanoestruturados com novas propriedades e a nano-engenharia e montagem de nano-objetos para a construção futura de nano-máquinas, tais como computadores, sensores, dispositivos mecânicos, médicos, etc. Este programa permite aos alunos a participação no desenvolvimento e estudo numa das áreas de maior crescimento da ciência e tecnologia da actualidade.

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

The Nanomaterials and Nanotechnology program goals focus on understanding the size dependent properties of materials, devices and nano-systems. It intends to improve the students competence at all levels from the nano-science basics and nanomaterials to the industrial applications of nanotechnology. This includes the introduction of a variety of novel concepts e.g. manipulation of atoms and molecules to form novel products and nano-devices, the synthesis and consolidation of the nano-objects to construct nanostructured materials with novel properties or other larger objects with nanometer precision, as well as nano-engineering and assembly of nano-objects to build future nano-machines such as computers, sensors, mechanical or medical devices. This program will give the students the opportunity to participate in the development of and work in one of the fastest growing and most expanding areas of future science and technology.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

As aulas compreendem a maioria das técnicas de fabrico utilizadas em micro e nanotecnologias divididas segundo os tópicos seguintes:

Introdução à Nanotecnologia – demonstrações. Conceitos físicos na nanofabricação. Nanotecnologia e Fotónica. Nano-bio motores. Nanotubos e nanofios de carbono. A química dos nanomateriais de carbono. Aplicações de nanotubos e flurenos.

Nanoeletrónica. Nanosensores. Nanoatuadores/ Nanomanipuladores. Fabrico e síntese de nanomateriais. Técnicas de fabrico – mecânicas. Técnicas de nano caracterização.

4.4.5. Syllabus:

The lectures will cover basic fabrication technologies and applications of micro- and nanotechnologies following the topics: Introduction to Nanotechnology – demonstrations. Physics of nanofabrications. Nanotechnology and photonics. Nano-bio motors. Carbon Nanotubes and Nanowires. Chemistry of Carbon nano-materials. Applications of Nanotubes and fullerenes.

Nanoelectronics. Nanosensors. Nanoactuators / Nanomanipulators. Fabrication and synthesis of nanomaterials. Fabrication techniques – mechanical. Nano-characterization techniques. Scanning probe methods.

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

O programa da disciplina começa com uma introdução à Nanotecnologia, dando a conhecer aos alunos os conceitos mais importantes. Em seguida, a disciplina torna-se mais específica sendo analisados em maior detalhe os vários processos de micro e nano fabricação com vista ao fabrico de novos nano-dispositivos. São também estudadas as propriedades dos materiais à nanoescala.

Esta é uma disciplina interdisciplinar na sua essência tocando várias ciências e tecnologias onde se procura dar forte ênfase à inovação, mostrando o estado da arte do que se faz actualmente neste campo. Esta componente de ensino tem uma componente laboratorial muito importante permitindo aos alunos uma ligação estreita com a investigação científica realizada nesta nova e promissora área da ciência.

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

The discipline program begins with an introduction to nanotechnology, presenting students with the most important concepts. Then the subject becomes more specific and discussed in more detail the various processes of micro and nano fabrication for the manufacture of new nano-devices. We also study the properties of materials at the nanoscale. This is an interdisciplinary course in essence, crossing different sciences and technologies and seeking to give a strong emphasis on innovation, showing the state of the art of what is done today in this field. This unit has an important lab component allowing students to have close links with the scientific research carried out in this new and very promise area of science.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina é constituída por aulas teórico-práticas e aulas práticas de laboratório, onde se pretende que o aluno tome contacto com as várias técnicas de síntese de nanomateriais e micro e nanofabricação de dispositivos.

Devido à multidisciplinaridade desta unidade, são convidados investigadores para lecionarem seminários no âmbito dos conteúdos programáticos. Uma grande parte das aulas práticas é ministrada nos laboratórios de micro e nanotecnologias, que compreendem uma sala limpa de 200 m2 com todas as condições para micro e nanofabrico de dispositivos onde os alunos terão a oportunidade de acompanhar os processos de fabrico de micro e nanodispositivos desenvolvidos pelo grupo de investigação. A avaliação da disciplina será efetuada com base na média ponderada do conjunto monografia e trabalhos práticos e teste final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course consists of theoretical-practical classes and laboratory practice, where you want the students experience with various techniques for synthesis of nanomaterials and micro and nanofabrication of devices. Due to the multidisplinary of this course, invited speakers will give seminars in some of the topics described above. Part of the laboratory classes will be given at the Microelectronic Laboratory, comprising 200 m2 of cleanroom area with all the facilities for microand nanofabrication research. In the lab the students will take the opportunity to see the fabrication of some micro and nano devices that are currently being developed inside the research group. The course evaluation will be performed by a monograph and by reports of the students (in groups) reporting the work performed in the laboratory. The final score is calculated based on the weighted average of the whole monograph and practical work and final exam.

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

A metodologia de ensino e avaliação está de acordo com os objetivos propostos, no sentido em que permite aos alunos adquirirem conhecimentos a nível teórico e prático. Para além disso o método de avaliação promove o desenvolvimento de competências práticas numa das áreas da ciência e tecnologia em maior crescimento permitindo um contacto dos estudantes com a investigação científica e tecnológica.

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

The methodology of teaching and assessment is consistent with the proposed objectives, in that it enables students to acquire knowledge of the theoretical and practical level. In addition the method of evaluation promotes the development of practical skills in a high growth area of science and technology allowing a close contact between students and the research group.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Apontamentos das aulas.

Bibliografia recomendada:

Bharat Bhushan, Handbook of Nanotechnology, Springer 2007.

M. Madou, Fundamentals of Microfabrication – The science of miniaturization, CRC Press, 2002

C. P. Poole, F.J. Owens, Introduction to Nanotechnology, Wiley, 2003.
M. Kohler, W. Fritzsche, Nanotechnology, Wiley, 2004.

Mapa IV - Empreendedorismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Empreendedorismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Entrepreneurship

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CC

4.4.1.3. Duração:

Trimestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:45

4.4.1.6. ECTS:

3

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):

António Carlos Bárbara Grilo - TP:45

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

<sem resposta>

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

O curso pretende motivar os estudantes para o empreendedorismo e para a necessidade da inovação tecnológica. O programa cobre vários tópicos que são importantes para a adoção de uma cultura aberta aos riscos suscitados em processos de criação de novos produtos ou atividades que exigem características empreendedoras.

No final desta unidade curricular, os estudantes deverão ter desenvolvido um espírito empreendedor, uma atitude de trabalho em equipa e estar aptos a:

- 1) Identificar ideias e oportunidades para empreenderem novos projetos;*
- 2) Conhecer os aspetos técnicos e organizacionais inerentes ao lançamento dos projetos empreendedores;*
- 3) Compreender os desafios de implementação dos projetos (ex: mercado, financiamento, gestão da equipa) e encontrar os meios para os ultrapassar;*
- 4) Expor a sua ideia e convencer os stakeholders.*

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

This course is intended to motivate students for entrepreneurship and the need for technological innovation. It covers a list of topics and tools that are important for new venture creation as well as for the development of creative initiatives within existing enterprises. Students are expected to develop an entrepreneurship culture, including the following skills:

- 1) To identify ideas and opportunities to launch new projects;*
- 2) To get knowledge on how to deal with technical and organizational issues required to launch entrepreneurial projects;*
- 3) To understand the project implementation challenges, namely venture capital and teamwork management, and find the right tools to implement it;*
- 4) To show and explain ideas and to convince stakeholders.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O empreendedorismo como estratégia de desenvolvimento pessoal e organizacional. Processos de criação de ideias. A proteção da propriedade intelectual: patentes e formalismos técnicos. A gestão de um projeto de empreendedorismo: planeamento; comunicação e motivação; liderança e gestão de equipas Marketing e inovação para o desenvolvimento de novos produtos e negócios. O plano de negócios e o estudo técnico-financeiro. Financiamento e Sistemas de Incentivos: formalidades e formalismos. A gestão do crescimento e o intraempreendedorismo.

4.4.5. Syllabus:

Strategy for entrepreneurship. Ideation and processes for the creation of new ideas. Industrial property rights and protection: patents and technical formalities. Managing an entrepreneurial project: planning; communication and motivation; leadership and team work. Marketing and innovation for the development of new products and businesses. Business plan and entrepreneurial finance. System of Incentives for young entrepreneurs. Managing growth and intrapreneurship.

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

O conteúdo programático foi desenhado para incentivar o estudante ao empreendedorismo e à percepção e análise da envolvente em busca de oportunidades de negócio, de forma a que consiga aplicar os conhecimentos adquiridos:

- 1) na transformação de conhecimento científico em ideias de negócio;*
- 2) na criação, seleção e desenvolvimento de uma ideia para um novo produto ou serviço;*
- 3) na elaboração de um plano de negócio e de um plano de marketing;*
- 4) na exposição das suas ideias em curto tempo e em ambientes stressantes.*

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

The syllabus was designed to encourage the student for entrepreneurship and for the perception and analysis of new business opportunities; with this program, the student may apply the knowledge provided:

- 1) to transform scientific knowledge in business ideas;*
- 2) to create, select and develop an idea for a new product or service;*
- 3) to draw a business plan and a marketing plan;*
- 4) to better explain and present its ideas in a short time and stressed environments.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este CE será ministrado a estudantes dos 4º ou 5º anos dos programas de Mestrado integrado e de 2º ciclo. O programa é dimensionado para decorrer entre o 1º e o 2º semestre, num período de 5 semanas, envolvendo um total de 45 horas presenciais, organizadas em 15 sessões de 3 horas e exigindo um esforço global de 3 ECTS. As aulas presenciais baseiam-se na exposição dos conteúdos do programa. Os estudantes serão solicitados a aplicar as competências adquiridas através da criação e desenvolvimento de uma ideia (produto ou negócio). As aulas integrarão estudantes provenientes de diversos cursos com vista a promover a integração de conhecimento derivado de várias áreas científicas e envolverão professores e "mentores" com background diverso em engenharia, ciência, gestão e negócios. A avaliação compreende a apresentação e defesa da ideia num elevator pitch e do respetivo relatório (realizado em grupo de 4-5 elementos). A apresentação contribuirá com 60% e o relatório com 40% para a nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course is directed to students from the 4th and 5th years of the "Mestrado Integrado" (Integrated Master) and students from the 2nd cycle (Master). The program was designed for a duration of 5 weeks, with a total of 45 hours in class (15 sessions of 3 hours each) - 3 ECTS. Classes are based in an exposition methodology. Students will be asked to apply their skills in the creation and development of an idea, regarding a new product or a new business. Classes integrate students from different study programs to promote the integration of knowledge derived from various scientific areas and involve academic staff and "mentors" with diverse background in engineering, science, management and business. Students evaluation is based on the development and presentation of an idea/project in an elevator pitch, and its report. The work should be developed in teams of 4-5 members. The presentation should account for 60% of the final mark and the report 40%.

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

Considerando o tempo disponível (5 semanas), a metodologia de ensino preconiza que em cada semana sejam discutidos e trabalhados (em grupo) os temas apresentados, os quais tinham sido definidos nos objetivos de aprendizagem.

Na 1ª semana os temas a abordar estão relacionados com os aspetos estratégicos do empreendedorismo, a geração de ideias, a liderança e a gestão de equipas; como resultado os estudantes deverão constituir e organizar as suas equipas para poderem definir o problema que se pretende resolver. Na 2ª semana, os temas apresentados permitirão que o estudante possa evoluir no seu projeto acrescentando opções de soluções ao problema identificado na semana anterior e proceder à seleção de uma delas. Na 3ª semana, a abordagem ao mercado e às condições de comercialização viabilizarão a concretização do plano de marketing.

Na 4ª semana, abordar-se-ão os aspetos relacionados com a viabilidade financeira do projeto, possibilitando a realização do respetivo plano de negócio e do seu financiamento. Na última semana, abordar-se-á o processo de exposição da ideia aos potenciais interessados, tendo os estudantes que realizar a apresentação e defesa do seu projeto num elevator pitch, perante um júri.

Neste sentido, a metodologia privilegia

- 1) a apresentação de casos práticos e de sucesso;*

- 2) a promoção de competências nos domínios comportamentais, nomeadamente, no que respeita ao desenvolvimento do sentido crítico, à defesa de ideias e argumentos baseados em dados técnico-científicos, à tolerância e capacidade de gestão de conflitos em situações adversas e stressantes.
- 3) a participação dos estudantes nos trabalhos colocados ao longo da unidade curricular e a sua apresentação.

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

Considering the available time (5 weeks), the teaching methodology praises that, in each week, the subjects presented and defined in the learning objectives are discussed and worked (in groups). In the first week, the subjects introduced to students are related with entrepreneurial strategic issues, generation of ideas, leadership and work team management; as a result, the students will have to organize their teams to be able to define the problem. In the 2nd week, the subjects presented will allow the student to pursue its project; they have to consider different options for the problem identified in the previous week. In the 3rd week, the market related issues are approached, and the students are asked to build a marketing plan. In the 4th week, financial issues are addressed, making it possible to accomplish a business plan. In the last week, the process of how to expose the idea to potential stakeholders is addressed; the students are required to present and argue their project in an elevator pitch.

This methodology gives priority to:

- 1) the presentation of practical and successful cases;
- 2) the promotion of soft skills, namely, in what concerns to the development of critical thinking, the defense of ideas and arguments based on technical-scientific data, to the tolerance and capacity of dealing with conflicts in adverse and stressful situations.
- 3) the participation of the students in practical works and assessments and their presentation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Books

Burns, P. (2010). *Entrepreneurship and Small Business: Start-up, Growth and Maturity*, Palgrave Macmillan, 3rd Ed.

Kotler, P. (2011). *Marketing Management*, Prentice-Hall

Shriberg, A. & Shriberg (2010). *Practicing Leadership: Principles and Applications*, John Wiley & Sons, 4th Ed.

Spinelli, S. & Rob Adams (2012). *New Venture Creation: Entrepreneurship for the 21st Century*. McGraw-Hill, 9th Ed.

Byers, Thomas H., Dorf R. C., Nelson, A. (2010). *Technology Ventures: From Idea to Enterprise*, 3rd Ed., McGraw-Hill

Hisrich, R. D. (2009). *International Entrepreneurship: Starting, Developing, and Managing a Global Venture*, Sage Publications, Inc

Hisrich, R.D., Peters, M. P., Shepherd, D.A. *Entrepreneurship*, 7th Ed., McGraw-Hill, 2007

Journals

Entrepreneurship Theory and Practice

Mapa IV - Processamento de Materiais Poliméricos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processamento de Materiais Poliméricos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Polimeric Materials Processing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

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 Teresa Cidade - TP:21; PL:35; OT:6

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

<sem resposta>

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

No final desta unidade curricular o estudante deverá ter adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- Conhecer as diferentes técnicas de processamento de materiais poliméricos, incluindo de materiais poliméricos reciclados, e identificar as suas vantagens e limitações em função quer do tipo de material quer do objeto a fabricar.
- Conhecer os conceitos básicos dos processos utilizados na reciclagem/valorização mecânica de materiais poliméricos, tendo como objetivo o uso de tecnologias mais limpas.
- Compreender o funcionamento das máquinas utilizadas nas diferentes tecnologias de processamento, quer de materiais virgens quer de materiais reciclados.
- Ser capaz de selecionar a tecnologia e os parâmetros de processo mais apropriados para o fabrico de um dado objeto num determinado material.
- Ser capaz de, perante um problema concreto de fabrico, avaliar as possíveis causas de erro e propôr correções.

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

At the end of this curricular unit, the student must have acquired the knowledge, skills and competences that enable him to:

- Know the different techniques of processing polymeric materials, including recycled polymeric materials, and identify their advantages and limitations depending on the type of material and the object to be manufactured.
- To know the basic concepts of the processes used in the recycling / mechanical valorization of polymeric materials, aiming at the use of cleaner technologies.
- Understand the operation of the machines used in the different processing technologies, both for virgin and recycled materials.
- Be able to select the technology and process parameters most appropriate for the manufacture of a given object in a given material.
- To be able, in the face of a specific manufacturing problem, to evaluate possible causes of errors and propose corrections.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Processos contínuos: Extrusão (de tubos, perfis, placas, folhas e filmes, fibras, extrusão-insuflação e extrusão-sopro, co-extrusão e extrusão-granulação), Pultrusão. Equipamentos e procedimentos, condições operatórias, materiais e aplicações.

Processos descontínuos: injeção, injeção sopro, calandragem, termoformação, RIM, moldação por rotação, moldação por compressão, co-injeção, SMC, extrusão-moldação. Equipamentos e procedimentos, condições operatórias, materiais e aplicações.

Breve referência ao fabrico aditivo.

Fases na valorização mecânica dos resíduos plásticos: recolha de materiais plásticos recicláveis; Estações de Triagem: caracterização e separação; reciclagem mecânica: redução, classificação, lavagem e descontaminação, seleção; transformação (processamento).

4.4.5. Syllabus:

Continuous processes: Extrusion (of tubes, profiles, plates, sheets and films, fibers, extrusion-blowing and extrusion-blow molding, co-extrusion and extrusion-granulation), Pultrusion. Equipment and procedures, operating conditions, materials and applications.

Discontinuous processes: injection, blow injection, calendaring, thermoforming, RIM, rotation molding, compression molding, co-injection, SMC, extrusion-molding. Equipment and procedures, operating conditions, materials and applications.

Brief reference to the additive manufacture.

Phases in the mechanical valorization of plastic waste: collection of recyclable plastic materials; Screening Stations: characterization and separation; mechanical recycling: reduction, classification, washing and decontamination, selection; processing.

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

As aulas teóricas fornecem aos alunos conhecimentos sobre cada um dos temas referidos como objetivos de aprendizagem; na primeira parte da matéria são descritas as principais técnicas de processamento de polímeros, indicando os passos, as condições operatórias e os equipamentos utilizados, bem como o tipo de artigos passíveis de serem fabricados por cada uma delas, bem como os materiais poliméricos mais utilizados em cada tipo de tecnologia. Na segunda parte os alunos adquirem conhecimentos teóricos sobre a valorização, reciclagem e processamento de resíduos poliméricos.

Os conhecimentos teóricos são complementados com: (i) trabalhos de laboratório e problemas que permitem ilustrar os temas tratados nas aulas teóricas e (ii) duas visitas de estudo, uma a uma fábrica onde poderão observar diversas tecnologias de processamento e outra a uma Estação de Triagem.

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

Theoretical classes provide students with knowledge about each of the subjects referred to as learning objectives; in the first part of the curricular unit the main techniques of polymer processing are described, indicating the steps, operating conditions and equipment used, along with the type of articles that can be manufactured by each of them, as well as the polymer materials most used in those technologies. In the second part the students acquire theoretical knowledge on the valorization, recycling and processing of polymeric waste.

The theoretical knowledge is complemented with: (i) laboratory work and problem's resolution that illustrate the topics covered in the theoretical classes; and (ii) two study visits, one to a factory where several processing technologies can be observed and another to a Screening Station.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Relativamente aos conteúdos teóricos, a exposição da matéria será feita por recurso a data show. Os slides serão disponibilizadas aos alunos, na página da UC. Relativamente a problemas, os alunos serão convidados a resolvê-los previamente, servindo as aulas para correção e esclarecimentos de dúvidas. No final das aulas todos os alunos ficarão com a resolução, a qual será feita no quadro, sempre que possível pelos próprios alunos. Relativamente a conteúdos práticos, serão realizados dois trabalhos de laboratório, um em que os alunos terão oportunidade de trabalhar com uma extrusora, e outro em que irão separar diversos polímeros recorrendo à diferença de densidades, para além das duas visitas de estudo já referidas, uma a uma fábrica onde poderão observar diversas tecnologias de processamento e outra a uma Estação de Triagem. A avaliação é feita com dois testes e dois questionários sobre as aulas de laboratório e visitas de estudo. Em alternativa aos testes haverá um exame final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Regarding the theoretical contents, the exposition of the material will be done by means of data show. The slides will be made available to students on the UC page. Regarding problems, students will be invited to solve them previously, serving the classes for correction and clarification of doubts. At the end of the class all students will have the resolution, which will be done on the board, whenever possible by the students themselves. With regard to practical content, two laboratory works will be carried out, one in which students will have the opportunity to work with one extruder, and another in which they will separate several polymers using the difference of densities, in addition to the two study visits already mentioned, one to a factory where they can observe several processing technologies and another to a Sorting Station. The evaluation is done with two tests and two questionnaires regarding laboratory classes and study visits. As an alternative to the tests there will be a final exam.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, sendo complementadas com as aulas de resolução de problemas e com as aulas de laboratório/visitas de estudo, para além do horário de atendimento, caso seja necessário. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exame) e numa prova oral, caso seja necessária. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teórico-práticas, através da análise e discussão de problemas; nas aulas de laboratório, e nas visitas de estudo. A avaliação destas competências é assegurada em provas escritas (questionários/testes/exame). O primeiro questionário versa a aula de laboratório e a visita de estudo dedicada ao processamento de polímeros e é realizado no final da primeira parte da matéria, processamento. O segundo questionário versa a aula de laboratório e a visita de estudo da segunda parte da matéria, reciclagem, e será realizado no final do semestre. A frequência (média ponderada dos dois questionários) pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

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

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in the theoretical classes, complemented by problem solving classes and laboratory / study visits, in addition to the hours of attendance, if necessary. The acquisition of this knowledge is evaluated in written tests (tests / examination) and in an oral test, if necessary. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: in the theoretical-practical classes, through the analysis and discussion of problems; in laboratory classes, and on study visits. The evaluation of these competences is carried out in written tests (questionnaires / tests / examination). The first questionnaire is the laboratory class and the study visit dedicated to the processing of polymers and is carried out at the end of the first part of the material, processing. The second questionnaire is the lab class and the study visit of the second part of the subject, recycling, and will be done at the end of the semester. The frequency (weighted mean of the two questionnaires) is intended to ensure that students follow the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Plastics Engineering", R.J. Crawford, Pergamon Press, 1987.

Matières Plâstiques II", Jean Bost, Technique & Documentation, 1986.

"Tecnologia de Transformação de Plásticos – Texto de Apoio", M. T. Cidade, FCT/UNL, 1995.

"Recycling and Recovery of Plastics" J. Brandrup (Ed.), Hanser Publishers, 1995.

Mapa IV - Tecnologia de Revestimentos e Películas Finas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologia de Revestimentos e Películas Finas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Coatings and Thin Films Technologies***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EMt***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:21; PL:35; OT:6***4.4.1.6. ECTS:***6***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):***Hugo Manuel Brito Águas - TP:21; PL:35; OT:6***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se com esta disciplina dar a conhecer aos alunos as tecnologias de revestimentos e películas finas mais utilizadas nos processos de revestimento quer do ponto de vista funcional quer estrutural.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The aim of this course is to acquaint the students with the technology of coatings and thin films commonly used in coating processes from the functional and structural point of view.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Pretende-se com esta disciplina dar os fundamentos teóricos e práticos das tecnologias de revestimentos e películas finas utilizadas actualmente. Será feita uma parte introdutória referente à classificação e tipo de requisitos das tecnologias ao que se seguirá as seguintes tecnologias: pulverização catódica (dc e rf); deposição química de vapores; deposição química de vapores assistida por rf; evaporação térmica e sol-gel, spray pirólise; deposição assistida por laser. Serão dados exemplos de diferentes tipos de revestimentos. O programa termina com as técnicas de caracterização mais utilizadas em termos de estrutura, composição e propriedades físicas.***4.4.5. Syllabus:***The aim of this course is to give the theoretical and practical technologies of coatings and thin films currently used. Will be given an introduction on the classification and type of technology requirements to be followed by the following technologies: sputtering (dc and rf), chemical vapor deposition, chemical vapor deposition assisted by rf; thermal evaporation and sol-gel spray pyrolysis, laser assisted deposition. Examples of different types of coatings will be given. The program concludes with the characterization techniques used for characterize structure, composition and physical properties.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Será estabelecido o contexto teórico sobre as propriedades dos filmes finos e os vários métodos existentes de produção, relacionando o método e as condições de processamento com as propriedades dos filmes obtidos.**As aulas teóricas serão desenvolvidas com apresentação de conteúdos e ainda com sessões de trabalho dos alunos recorrendo a exercícios que promovam a discussão. Os fundamentos teóricos relacionados com os vários processos de produção de filmes finos são abordados tendo em conta as propriedades dos filmes. Esses conhecimentos serão depois aprofundados e consolidados através das aulas de laboratório onde os alunos realizarão diferentes trabalhos: produção e caracterização de filmes produzidos***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

The theoretical context will be established about the properties of thin films and the various existing methods of production, relating the method and processing conditions with the properties of the obtained films.

The lectures will be developed with presentation of contents and also with work sessions of students using exercises that promote discussion. The theoretical foundations related to the various processes of thin film production are addressed taking into account the properties of the films. This knowledge will then be deepened and consolidated through laboratory classes where students will perform different works: production and characterization of films produced.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas são realizadas com recurso á apresentação em powerpoint. Os trabalhos de laboratório incluem uma componente de aplicação através de exercícios e depois o trabalho experimental. Realização de um teste escrito (50%) e realização de um relatório que inclui todos os trabalhos práticos realizados em laboratório (50%).

Número de trabalhos práticos previsíveis realizar - 4 a 5 trabalhos de laboratório. Os guiões (bem como conjunto de problemas/exercícios sobre a matéria) serão fornecidos pelo Assistente da disciplina

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lectures are conducted using the powerpoint presentation. The laboratory work includes an application component through exercises and then the experimental work. Realization of a written test (50%) and complete a report that includes all the practical work in laboratory (50%).

Number of practical achieve predictable - 6-7 lab work. The scripts (and set of problems / exercises on the matter) will be provided by the professor.

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

Os fundamentos teóricos relacionados com as várias técnicas de revestimentos e produção de filmes finos serão fornecidos aos alunos. Esse conhecimento serão depois aprofundados e cimentados através das aulas de laboratórios onde os alunos realização diferentes trabalhos: O estudo do plasma; produção de filmes pelas diferentes técnicas e respectiva caracterização. É uma disciplina muito aplicada.

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

The theoretical foundations related to the various techniques of production coatings and thin films are provided to students. This knowledge will then be deepened and cemented through classes in laboratories where students holding different practices: A study of the plasma, production of films by different techniques and their characterization. It is a very applied discipline.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

D. Smith, Thin Film Deposition, McGraw Hill, 1995

H. Glaser, Large area glass coatings, Von Ardenne Anlagentechnik, 2000

Acetatos e guiões disponíveis no CLIP e Moodle

Mapa IV - Materiais para a Conversão e Armazenamento de Energia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Materiais para a Conversão e Armazenamento de Energia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Materials for Energy Conversion and Storage

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

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):***Isabel Maria Mercês Ferreira - TP:10.5; OT:6***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Hugo Manuel Brito Águas - TP:10.5; PL:35***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se com esta unidade curricular dar formação aos alunos sobre os materiais atualmente utilizados na conversão de energia nomeadamente: energia solar em energia elétrica: energia solar em energia térmica; energia térmica em energia elétrica; materiais utilizados na poupança de energia elétrica (materiais inteligentes); materiais utilizados no armazenamento de energia incluindo, pilhas, baterias e pilhas de combustível; entre outros.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The aim is to supply the right knowledge about the materials used for energy conversion namely: solar energy to electrical energy; solar energy to thermal energy; thermal energy to electrical energy; materials used for saving energy (intelligent materials); materials used for energy storage including batteries and fuel cells, among others***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução à problemática energética atual; materiais e sistemas utilizados na conversão de energia solar em energia elétrica:- funcionamento de uma célula solar, processos de fabrico, materiais que podem ser utilizados referindo também as vantagens e desvantagens de cada um em termos económicos e ambientais; materiais e sistemas utilizados na conversão de energia solar em energia térmica – importância dos revestimentos/materiais absorvedores de radiação; materiais utilizados e outros que são atualmente desenvolvidos e poderão implementar essa função; materiais e sistemas para a conversão de energia térmica em energia elétrica através do efeito termoelétrico – modo de funcionamento, materiais utilizados, processos de fabrico; materiais utilizados na poupança de energia – materiais eletro/foto-crómicos; materiais utilizados no armazenamento de energia – funcionamento das pilhas e baterias; pilhas de combustível.***4.4.5. Syllabus:***Introduction to the global energy policy; materials and system employed in the solar energy to electrical energy: - working principle of a solar cell; production processes, materials that can be used advantages and disadvantages at economical and environmental level; materials and system employed in the conversion of solar energy to thermal energy- importance of the protection/materials radiation absorbers; materials employed and other in development that can implement that function; materials and systems for conversion of thermal energy to electrical energy through the thermoelectric effect (Peltier elements) - working principle; materials used, production processes; materials used in saving energy- electro/photochromic materials - working principle, type of materials, production processes; materials used in energy storage - batteries; fuel cells.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os objetivos da disciplina são conseguidos fornecendo aos alunos os conceitos teóricos e práticos que lhes permitem ficar a saber como funciona uma célula fotovoltaica, um elemento de Peltier, uma célula de combustível; conhecer os tipos de materiais que podem ser usados em dispositivos cromogénicos e baterias***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The objectives of discipline are achieved by providing students with the theoretical and practical concepts that enable them to find out how a photovoltaic cell, an element Peltier, a fuel cell works; to know the types of materials that can be used in chromogenic devices and batteries.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***A disciplina tem duas horas de aulas teóricas semanais e 3 horas de aulas teórico-práticas e práticas de laboratório. Nas aulas teóricas a matéria é exposta em sala de aula, com a ajuda de "powerpoint" quando necessário. Nas aulas de teórico-práticas são resolvidos exercícios em sala de aula sobre a matéria lecionada nas aulas teóricas. Nas aulas de laboratório são realizados trabalhos relacionados com a matéria teórico-prática. Para a avaliação da unidade curricular são realizados dois testes que permitem a dispensa de exame; a frequência à unidade curricular é obtida através da realização dos trabalhos de laboratório (4); a Nota final tem em conta (60%) da nota média dos testes ou nota do exame e (40%) da nota dos relatórios dos trabalhos de laboratório.***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

The course has two hours of lectures per week and three hours of practical classes and laboratory practice. In the lectures the material is exposed in the classroom, with the help of "powerpoint" when necessary. In the practical lessons exercises on the subjects taught in lectures are solved in the classroom. In the laboratory classes are conducted work related to theoretical and practical matters. For the evaluation of the course are two tests that allow for exemption from examination, the frequency for the course is obtained through the completion of laboratory work (4), the final note takes into account (60%) of the average score of the tests or exam grade and (40%), note the reports of laboratory work.

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

O conteúdo programático permite que os alunos obtenham uma formação sobre os diferentes materiais que podem ser usados na conversão de energia. Materiais para aplicação na conversão fotovoltaica; na conversão térmica de energia térmica em elétrica, na conversão eletroquímica; e respetivos dispositivos eletrónicos. A resolução de problemas e os trabalhos práticos de laboratório complementam a formação teórica.

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

The curriculum allows students to obtain theoretical basis on the different materials that can be used in power conversion. Materials for application in photovoltaic conversion, conversion of thermal energy into electricity, the electrochemical conversion, and electronic devices. Problems solving and practical laboratory work complement the theoretical training.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Thin film solar cells-next generation photovoltaics and applications, ed. Y. Hamakava, Springer, 2004;
Practical Handbook of Photovoltaics – Fundamentals and applications, ed. T. Markvark & L. Castner; Elsevier, 2003;
Solar cells and their applications, ed. L. D. Partain; John Wiley & Sons, Inc., 1995
Fuel Cells and their applications; ed. K. Kordesh & G. Simader; VCH Publishers, 1996;
Electrochemical Power sources, primary and secondary batteries, ed. M. Barak, Peter Peregrinus Ltd, 1980
Handbook of batteries and fuel cells, ed David Linden, McGraw-Hill Book Company, 1984*

Mapa IV - Planeamento e Controlo da Qualidade

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Planeamento e Controlo da Qualidade

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Quality Planning and Control

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:35

4.4.1.6. ECTS:

6

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):

Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos (Regente) – T:21; PL:35

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

<sem resposta>

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

Pretende-se que os estudantes adquiram competências e capacidades que lhes permitam:

- Compreender o papel do Desenho de Experiências (DoE), Métodos de Taguchi e Controlo Estatístico de Processos (SPC) na melhoria da qualidade
- Reconhecer onde se deve utilizar a metodologia do DoE
- Planear um DoE e analisar os resultados da experimentação efetuada
- Aplicar os Métodos de Taguchi e comparar com o DoE
- Reconhecer a importância do SPC na melhoria dos processos
- Aplicar o SPC
- Analisar a capacidade do processo
- Implementar a metodologia 6-Sigma e integrar o DoE e o SPC na aplicação dessa metodologia

Paralelamente, os estudantes devem desenvolver algumas "soft skills", como a capacidade de participar criativamente em equipas de trabalho pluridisciplinares, o desenvolvimento de um espírito crítico e a facilidade de diálogo e de comunicação.

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

The main purpose of Quality Planning and Control is to provide to students the ability to:

- Understand the role of Design of Experiments, Taguchi Methods and Statistical Process Control (SPC) within a TQM environment
- Recognize when DoE should be applied
- Use the Taguchi methods and compare them to DoE
- Recognize the importance SPC might have in product and process improvement
- Apply the methodology for implementing statistical control charts
- Study the process capability
- Implement the 6-Sigma methodology and use DoE and SPC within the 6-Sigma approach.

Simultaneously, the students shall develop their skills in problem solving, team working, critical thinking and communication.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1.Introdução
- 2.Estatística na Modelação da Qualidade
- 3.Desenho de Experiências (DoE)
 - Metodologia
 - Desenho com 1 e 2 factores a vários níveis
 - Fatorial completo
 - DoE com vários factores a 2 níveis
 - DoE fracionado com factores a 2 níveis
 - DoE com factores a 3 níveis
- 4.Métodos de Taguchi
 - Função de Perda
 - Índices S-N
 - Experiências de confirmação
- 5.Controlo Estatístico do Processo
 - Causas especiais e comuns de variação
 - Cartas de controlo de variáveis e atributos
 - Estudos da capacidade do processo
- 6.Metodologia 6-Sigma

4.4.5. Syllabus:

- 1.Introduction
- 2.Statistics in quality modelling
- 3.Design of Experiments (DoE)
 - Methodology
 - DoE of 1 and 2 factors with many levels
 - Full Factorial Design
 - Two-level Factorial Designs
 - Two-level Fractional Factorial Designs
 - Three-level Factorial Design
- 4.Taguchi Methods
 - Loss Function
 - Signal-to-Noise Ratio
 - Confirmatory trials
- 5.Statistical Process Control
 - Causes of variation
 - Traditional Control Charts for Variables
 - Control Charts for Attributes
 - Process capability
- 6.Six-Sigma Methodology

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

No capítulo 1 abordam-se temas gerais, como a evolução do conceito da qualidade, principais referenciais, técnicas de informação e comunicação, gestão do conhecimento.

Na “Estatística na modelação da qualidade” são desenvolvidas metodologias com a aplicação de técnicas estatísticas aos problemas reais.

No Desenho de Experiências clássico/Taguchi desenvolvem-se metodologias na melhoria/otimização dos processos produtivos.

No SPC são introduzidos conceitos básicos de forma a caracterizar/monitorizar os processos.

No Seis Sigma são definidas abordagens na perspectiva do aumento da qualidade e redução de custos de processos existentes.

Procura-se fomentar algumas soft skills em contexto empresarial, como a capacidade de participar criativamente em equipas de trabalho, o desenvolvimento de um espírito crítico e a facilidade de diálogo e comunicação.

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

Chapter 1 discusses general issues on quality management: the evolution of the quality concept, standardization, models of self-evaluation of performance, information and communication technologies.

The chapter "Statistics in quality modeling" is focused on oriented methodologies towards the application of statistical techniques to real problems.

The chapter "Design of Experiments and Taguchi Methods" is focused on the application of these methodologies in the process improvement/optimization.

The basic concepts for the statistical monitoring of processes are developed in the subject SPC.

The improvement of processes regarding quality, variability and production costs is addressed in the Six Sigma

Through the teaching and learning practices, the students will also develop their skills in problem solving, team working, communication and critical thinking.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A estratégia pedagógica adotada assenta no princípio de separação entre aulas teóricas e práticas, lecionando-se uma aula teórica (1,5h) e uma aula prática (2,5h) por semana.

As aulas teóricas decorrem com uma exposição oral da matéria, acompanhada por pequenos exemplos práticos que permitem uma melhor apreensão dos conceitos teóricos e ajudam a incentivar a participação dos alunos durante as aulas. A aprendizagem é complementada pela resolução de exercícios dentro e fora das aulas e por trabalhos laboratoriais.

A frequência é obtida através da realização, em grupo, de 1 trabalho prático laboratorial, elaboração e discussão do mesmo.

A aprovação e a classificação final é feita tendo em consideração o trabalho prático (peso 1/3, classificação mínima 9,5 valores) e os resultados de dois testes (1/3 cada teste, classificação mínima 9,5 valores na média dos testes). A classificação final é obtida a partir das classificações dos 3 elementos de avaliação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The pedagogical strategy adopted is based on the principle of separation between theoretical and practical lectures, teaching one theoretical class (1.5h) and one practical class (2.5h) per week.

The lectures will be given with an oral exposition of the subject, accompanied by small practical examples that allow a better understanding of the theoretical concepts and help to encourage students to participate during the classes. Learning is complemented by in-class and out-of-class exercise solving and laboratory work.

The frequency is obtained by performing, in group, 1 practical laboratory work, elaboration and discussion of it. Approval and final classification are made taking into consideration the practical work (weight 1/3, minimum grade 9.5) and the results of two tests (1/3 each test, minimum grade 9.5 values on the average of the tests). The final grade is obtained from the ratings of the 3 assessment elements.

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

As aulas teóricas decorrem com uma exposição oral da matéria, acompanhada por exemplos que permitem uma melhor apreensão dos conceitos teóricos.

No que respeita às aulas práticas, têm-se adotado práticas pedagógicas que motivem os estudantes a participar construtivamente em grupos de trabalho. Durante algumas das aulas práticas os alunos resolvem exercícios de aplicação sobre os métodos expostos durante as aulas teóricas. Para além dos exercícios resolvidos nas aulas, os

alunos têm de resolver outros fora das aulas. Pretende-se, por esta via, contribuir para uma melhor aprendizagem das matérias lecionadas (saber-saber e saber-fazer), estimular o trabalho em grupo e a capacidade crítica dos estudantes e, ainda, incentivar os estudantes a estudarem a matéria de forma continuada durante o semestre.

Para além dos exercícios, os estudantes têm de realizar, em grupo e também durante as aulas, um trabalho laboratorial.

Este trabalho consiste na implementação da metodologia do Desenho de Experiências aplicada a uma catapulta, especialmente concebida para fins didáticos, que permite efetuar várias experiências até um máximo de sete fatores a dois ou três níveis cada. Os alunos têm de planejar a matriz de experimentação, executar várias replicações da matriz e proceder à respetiva análise de resultados, com o intuito de identificar os fatores significativos e os níveis que conduzem à otimização do objetivo fixado pelos docentes.

Para analisar os resultados experimentais do trabalho realizado os estudantes são encorajados a utilizar um software freeware, como seja o software R (ou Statística, Matlab, Minitab), o que permite também treiná-los na utilização deste tipo de ferramentas informáticas.

Este trabalho contribui em larga escala para uma melhor apreensão dos conceitos teóricos expostos nas aulas e uma aprendizagem da aplicação do DoE a situações reais, como seja aprender a planejar experiências de forma científica, executá-las e analisar os resultados de forma a identificar os factores significativos e os seus melhores níveis.

Para além de uma melhor aprendizagem das matérias, resultante das metodologias de ensino adotadas, os trabalhos em grupo têm-se revelado essenciais no desenvolvimento de competências a nível de trabalho em equipa, desenvolvimento de espírito crítico e facilidade de comunicação.

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

The lectures will take place with an oral exposition of the subject, accompanied by examples that allow a better understanding of the theoretical concepts.

With regard to practical classes, pedagogical practices have been adopted that motivate students to participate constructively in work groups. During some of the hands-on classes the students solve application exercises on the methods exposed during the lectures. In addition to the exercises solved in class, students have to solve others out of class. In this way, it is intended to contribute to a better learning of the subjects taught (know-how and know-how), to stimulate the group work and the critical capacity of the students, and also to encourage the students to study the subject in such a way. continued during the semester.

In addition to the exercises, students have to develop, also in teams, one laboratory project.

This project regards the application of Design of Experiments to a catapult, designed specifically for teaching purposes, which allows to perform multiple experiments until a maximum of seven factors at two or three levels each. Students have to plan the experimental array, run multiple replications of the matrix and proceed to the analysis of results, in order to identify the significant factors and levels that lead to optimization of the objective set by the teachers.

To analyze the experimental results of the work done, students are encouraged to use freeware software, such as R (or Statística, Matlab, Minitab) software, which also allows them to be trained in the use of such computer tools.

This project contributes largely to a better understanding of theoretical concepts exposed in class, as well as to a better learning of the application of DoE to real situations, like the students learn planning experiences in a scientific way, run them and analyze the results to identify the significant factors and their best levels.

Additionally, to better learning, the teaching methodologies adopted have proved to be essential in developing soft skills such as teamwork, critical thinking and communication skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

-Montgomery, D. C. (2009), Introduction to Statistical Quality Control, 7.ª ed., John Wiley & Sons, New York [pdf disponível em https://www.academia.edu/35246247/Douglas_C._Montgomery-Introduction_to_statistical_quality_control_7th_edition-Wiley_2009_.pdf]

-Montgomery, D. C. (2013), Design and Analysis of Experiments, 8.ª ed., John Wiley & Sons, New York [Pdf disponível em https://www.academia.edu/25102375/Douglas_C._Montgomery_Design_and_Analysis_of_Experiments_Wiley]

-Peace, G. S., (1993), Taguchi Methods: A Hands-On Approach to Quality Engineering, Addison-Wesley Publishing Company, New York.

-Pereira, Z.L. e Requeijo, J.G. (2012), Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos, 2ª Edição, FFCT-UNL, Lisboa

-Pyzdek, T. (2013), Quality Engineering Handbook, Marcel Dekker, New York

-Ryan, T. P. (2000), Statistical Methods for Quality Improvement, 2.ª ed., John Wiley & Sons, New York

Mapa IV - Seleção de Materiais e Sustentabilidade**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Seleção de Materiais e Sustentabilidade***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Materials Selection and Sustainability***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EMt***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:56; OT:6***4.4.1.6. ECTS:***6***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):***Alexandre José Costa Velhinho (Regente) - TP:56; OT:6***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):**

Pretende-se que os alunos se consciencializem da importância da Economia Circular dos Materiais, através da percepção da influência da adequada Seleção de Materiais para diferentes aplicações. Face à variedade de materiais existentes, tal só é possível recorrendo a uma metodologia de seleção sistemática que elenque os materiais e os seus métodos de processamento por figuras de mérito.

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- Compreender o conceito da Economia Circular dos Materiais;*
- Ser capaz de aplicar uma metodologia de Seleção de Materiais;*
- Ser capaz de proceder a uma Análise de Ciclo de Vida simplificada dos materiais empregues numa aplicação;*
- Ser capaz de interpretar com objetividade a informação disponível, mesmo que incompleta, no sentido de tomar decisões técnicas fundamentadas;*
- Conhecer as implicações das decisões em Engenharia de Materiais na evolução de problemas sociais relevantes.*

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

The students should become aware of the importance of a Circular Economy of Materials by understanding the consequences selecting materials for a given use.

Considering the wide variety of existing materials, this is only possible in a rational manner using a selection methodology that systematically ranks materials and processing technologies using figures of merit.

By the end of this curricular unit, the student shall possess knowledge and skills allowing him to:

- Understand the Circular Economy of Materials concept;*
- Be able to apply a Materials Selection methodology;*
- Be able to perform a simplified Life Cycle Analysis of materials used for an application;*
- Be able to interpret objectively the available data on a subject, even when incomplete, to make informed technical decisions;*
- To know the implications of decisions taken in the field of Materials Engineering to relevant societal issues.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Materiais, Recursos e Sustentabilidade.
Métricas de avaliação da Sustentabilidade.
Riscos da Cadeia de Aproveitamento de Materiais.
Seleção de Materiais como ferramenta de projeto.
Representação do desempenho dos Materiais.
Metodologia de Seleção de Ashby.
Efeito da geometria em componentes estruturais.
Seleção de Processos.
Modelação de custos.
Materiais e Design Industrial.
Análise do Ciclo de Vida dos Materiais.
Economia Circular dos Materiais.

4.4.5. Syllabus:

Materials, Resources and Sustainability.
Metrics for Sustainability evaluation.
Risks concerning the Materials supply chain.
Materials Selection as a design tool.
Measurement of Materials performance.
Ashby's selection methodology.
Influence of geometry in structural parts.
Selection of processing methods.
Cost modelling.
Materials and Industrial Design.
Life Cycle Analysis of Materials.
Circular Economy of Materials.

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

O programa incide sobre a utilização de fontes de informação diversificadas, usando os conhecimentos adquiridos em outras unidades curriculares, e empregando uma metodologia específica de seleção, de modo a suportar os objetivos da unidade curricular, induzindo a compreensão:

- *da diferente natureza dos constrangimentos;*
- *da distinção entre variáveis de projeto e graus de liberdade no processo de seleção;*
- *da existência de um universo alargado de soluções para o problema da seleção de materiais, bem como da possível incompatibilidade entre constrangimentos, impondo o recurso a métodos de otimização;*
- *da natureza e influência dos parâmetros contribuintes para o custo final de um produto;*
- *da influência no processo de seleção de fatores de natureza ambiental e seus reflexos na sustentabilidade.*

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

The syllabus covers the use of diversified information sources, and places a continuous demand on knowledge acquired by the student in previous curricular units for the implementation of a specific methodology for materials selection, building an understanding of:

- *the different nature of design constraints*
- *the distinction between design variables and selection degrees of freedom*
- *the existence of an array of solutions to the materials selection problem, as well as the possible occurrence of competing constraints, both situations requiring an optimization approach to the problem*
- *the nature and influence of the parameters contributing to the product's final cost*
- *how the selection process is influenced by environmental factors, in order to promote sustainability.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Consideram-se dois tipos de aulas: Teóricas e teórico-práticas (em laboratório computacional).
As aulas teóricas serão expositivas. A abordagem dos diferentes tópicos será aprofundada nas aulas teórico-práticas, através do debate de temas relacionados com a matéria. Paralelamente, serão realizados trabalhos computacionais pelos estudantes, com acompanhamento do docente, correspondentes a uma sequência de casos de estudo, recorrendo ao programa CES EduPack, especificamente concebido para a implementação da metodologia de seleção de Ashby.

Em complemento, os estudantes deverão desenvolver um projeto relativo ao tema da unidade curricular, a apresentar no final do semestre.

Frequência: é obtida mediante uma assiduidade correspondente a um mínimo de 90 % das aulas lecionadas.

Elementos de Avaliação Contínua: Teste 1 (T1) ; Teste 2 (T2); Projeto (P).

Condições para dispensa de exame final: $ND \geq 9,5$ com $ND = (T1 + T2 + P) / 3$.

Classificação final: $N = ND$ ou $N = EF$, em caso de exame final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Two types of lessons will be considered: theoretical and practical.

Theoretical lessons will consist of lectures. Further treatment of the various topics will take place in the practical lessons, through the realization of debates. Also, computational work will be performed by students under the guidance of the teacher, corresponding to a sequence of case studies, using for the purpose the CES EduPack software, specifically designed to implement the Ashby selection methodology.

In parallel, the students will develop a project related to the topics in the curricular unit, to be presented by the end of the semester.

Minimum attendance conditions: 90% of the classes.

Continuous assessment: Test 1 (T1); Test 2 (T2); Project (P).

Conditions for exemption from final examination: $ND \geq 9.5$ with $ND = (T1 + T2 + P) / 3$.

Final mark: $N = ND$ or $N = EF$ (if the student is not exempted from final examination).

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos da UC são ministradas nas aulas teóricas, com o apoio de transparências e resolução de exercícios exemplificativos. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames).

As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas nas aulas práticas através do debate de diferentes tópicos relacionados com a matéria, bem como a resolução de pequenos projetos e exercícios com apoio do docente. Numa fase inicial do semestre é atribuído um projeto final a cada estudante, o qual é avaliado. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

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

The theoretical background necessary to achieve the objectives of the discipline are given in the theoretical lectures, supported by transparencies and by solving illustrative exercises. The learning assessment is made by written tests (tests / exams).

The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in practical classes, by debating a collection of topics related with the subject matters of the curricular unit and solving exercises / small projects with the support of the teacher. Early during the semester a final project is assigned to each student, to be subject to evaluation.

The attendance condition is necessary to ensure that students follow the course contents.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Michael F. Ashby, "Materials and Sustainable Development", 1st edition, ed. Elsevier – Butterworth Heinemann (2016), 312 pp. [ISBN 978-0-08-100176-9]

Michael F. Ashby, "Materials Selection in Mechanical Design", 4th edition, ed. Elsevier – Butterworth Heinemann (2005), 603 pp. [ISBN 0-7506-6168-2]

LEITURA SUPLEMENTAR / FURTHER READING

Michael F. Ashby, "Materials and the Environment – Eco-informed Materials Choice", 1st edition, ed. Elsevier – Butterworth Heinemann (2009), 400 pp. [ISBN 978-1-85617-608-8]

Michael F. Ashby, Kara Johnson, "Materials and Design – The Art and Science of Material Selection in Product Design", 1st edition, ed. Elsevier – Butterworth Heinemann (2010), 344pp. [ISBN 978-1-85617-497-8]

Mapa IV - Modelação Computacional de Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelação Computacional de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Modelling of Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

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 do Carmo Henriques Lança - TP:28; OT:3

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

Guilherme António Rodrigues Lavareda - TP:28; OT:3

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam explorar de forma rápida e eficiente modelos de comportamento de sistemas, ou evolução de processos, com que devam lidar na vida académica ou na futura atividade profissional.

A frequente complexidade dos modelos (dificultando soluções analíticas), a necessidade de considerar os efeitos de inúmeras variações dos parâmetros, e a rapidez (eficiência) com que os resultados são geralmente requeridos na prática, torna indispensável o recurso a métodos computacionais. Felizmente, esta tarefa encontra-se hoje muito facilitada pelo crescente poder dos recursos informáticos correntes (PC's) e por isso cursos desta natureza são actualmente lecionados em todas as escolas de engenharia de referência.

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

At the end of this course the student should have the knowledge and developed skills to model quickly and efficiently a given system behavior, or evolution process and deal with it in professional life or in future academic work.

The frequent complexity of the models (difficulting analytical solutions), the need to consider the effects of several parameter variations, and speed (efficiency) with which the results are usually required in practice, makes the use of computational methods an essential aspect. Fortunately, this task is now greatly facilitated by the improvement of current computing resources (PC's) and such courses are currently taught in all schools of reference for engineering.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Parte I a – Introdução ao Visual Basic for Applications (VBA)

O Excel como folha de cálculo. Funções "excel". O ambiente VBA

Variáveis, constantes, procedimentos e funções.

Troca de dados entre o programa e as folhas de excel

Funções nativas VBA e do excel

Controlo de fluxo

Texto e Gráficos

Matrizes e Arrays

Ficheiros

Execução de programas externos. Eventos

Interfaces gráficas (forms)

Parte I b – Introdução ao MatLab

O ambiente MatLab

Variáveis, constantes, operadores e funções

Matrizes, arrays e estruturas

Texto e gráficos

Ficheiros

Controlo de fluxo

Scripts e functions

Interfaces gráficas (GUIs)

*Parte II – Computação científica**Erros numéricos**Raizes e sistemas lineares de equações**Ajuste de curvas**Integração e diferenciação numérica**Equações diferenciais ordinárias**Exemplos de aplicação – Projecto final***4.4.5. Syllabus:***Part I A - Introduction to Visual Basic for Applications (VBA)**Excel as a spreadsheet. Excel functions. The VBA environment.**Variables, constants, procedures and functions.**Data exchange between the program and excel sheets.**Native VBA and excel functions**Flow control**Text and graphics**Matrices and arrays**Files**Execution of external programs. Events**Graphical interfaces (forms)**Part I B - Introduction to MatLab**The MatLab Environment**Variables, constants, operators and functions**Matrices, arrays and structures.**Text and graphics.**Files**Flow control**Scripts and Functions**Graphical interfaces (GUIs)**Part II - Scientific Computing**Numerical Errors**Roots and linear systems of equations**Curve fitting**Numerical Integration and differentiation**Ordinary differential equations**Application Examples - Final Project***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os métodos numéricos e as técnicas de programação (algoritmos, linguagem de programação) necessárias à modelação computacional de materiais são introduzidos e explorados com base no programa Matlab® e aplicados a*

casos introdutórios simples de ciência e engenharia de materiais (casos de estudo), tal como definido nos objetivos da unidade.

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

The numerical methods and programming techniques (algorithms, programming language) necessary for the computational modeling of materials are introduced and explored under the program Matlab® and applied to simple introductory case-studies of materials science and engineering, such as defined in the objectives of the unit.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina é estruturada em duas partes. A primeira envolve a introdução ao VBA/Excel, ao MatLab e à programação e ainda pequenos exercícios genéricos de treino. A segunda consiste na aplicação do MatLab à simulação computacional de materiais, com ênfase nos métodos numéricos e nas técnicas de simulação. A avaliação consiste em dois testes de avaliação sumativa ou exame, complementada por um trabalho final de projeto e sua discussão.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is structured in two parts. The first part involves the introduction to VBA/Excel, MatLab softwares and programming techniques and also solving small generic training exercises. The second part is the application of MatLab to computer simulation of materials, with emphasis on numerical methods and simulation techniques. The course assessment consists of two tests, complemented by a final project and its discussion.

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

Modelos físicos são traduzidos em algoritmos nas aulas teóricas, onde alguns casos de estudo são estudados usando a linguagem de programação do VBA/Excel e do Matlab. Nas aulas práticas são introduzidas as ferramentas básicas de funcionamento do programa Matlab e os algoritmos dos casos de estudos são explorados e desenvolvidos em maior detalhe, de forma a que os alunos adquiram as metodologias de raciocínio de desenvolvimento e aplicação de análise numérica (algoritmos) e sua implementação numa linguagem de programação de alto nível.

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

Physical models are transposed into algorithms in the lectures, some case-studies are analysed using the programming language of Matlab. In the practical classes the basic tools are introduced for programming in VBA/Excel and Matlab and the algorithms of the case-studies are explored and developed with greater detail so that students acquire the methods of reasoning, development and application of numerical analysis (algorithms) and its implementation in a high level programming language.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Steven C. Chapra, *Applied numerical methods with MATLAB for engineers and scientists*, 2ª ed., Mc-Graw Hill, New York, 2008
- Desmond J. Higham & Nicholas J. Higham, *Matlab guide*, 2ª ed., SIAM, Philadelphia, 2005
- Steven C. Chapra & Raymond P. Canale, *Numerical methods for engineers*, 2ª ed., Mc-Graw Hill, New York, 1988 (edição mais recente 7ª ed)
- John H. Mathews & Kurtis D. Fink, *Numerical methods : using MATLAB*, 4ª ed., Pearson, New Jersey, 2004

Mapa IV - Degradação e Proteção de Superfícies

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Degradação e Proteção de Superfícies

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Surface Degradation and Protection

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

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):*Rui Jorge Cordeiro Silva - T:16; PL:30; OT:4***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Maria Teresa Varanda Cidade - T:5; PL:5; OT:2***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Capacidade de interpretação dos modos de corrosão e das metodologias de proteção em materiais metálicos.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Interpretation of corrosion modes and corrosion protection methods in metallic materials***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- Introdução à corrosão seca e à corrosão húmida. Humidade relativa. Classificação de atmosferas.
 - Corrosão seca: princípios termodinâmicos (diagramas de Ellingham) e cinéticos (mecanismos de corrosão). Classificação do tipo de óxidos.
 - Corrosão húmida: princípios eletroquímicos e termodinâmicos (diagramas de Pourbaix). Aspectos cinéticos: curvas de polarização. Modos de corrosão húmida: classificação e identificação, mecanismos e respetivos modos de proteção. Outros modos de corrosão. Corrosão em materiais não metálicos.
 - Introdução aos revestimentos metálicos. O efeito barreira e a proteção catódica.
 - Composição, fabrico e caracterização de tintas e vernizes: Componentes de uma tinta/verniz. Constituição de um esquema de pintura e a finalidade de cada um dos seus constituintes: seleção de sistemas de pintura. Formulação e fabrico de tintas. Aplicação de tintas: Ensaaios. Fatores que afetam o desempenho (performance) da tinta aplicada.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to metallic corrosion forms. Dry and wet corrosion. Relative humidity. Classification of atmospheres.
 - Dry corrosion. Thermodynamic principles. Use of Ellingham diagrams. Corrosion Kinetics: corrosion mechanisms and oxide film growth processes. Oxide types.
 - Wet corrosion. Electrochemical aspects. Thermodynamic aspects: Pourbaix diagrams. Corrosion kinetics. Wet corrosion forms: classification, recognizing, chemical mechanism and modes of prevention.
 - Other forms of corrosion in metallic and non-metallic materials.
 - Introduction to metallic coatings. Barrier effect and cathodic protection of a coating.
 - Composition, manufacture and characterization of paints and varnishes: Paint/varnish constituents. Establishment of a paint scheme and purpose of each of its components: selection of paint systems. Formulation and manufacture of paints. Paint application: Essays in applied paint. Factors affecting the performance of applied paint.

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

A compreensão dos principais mecanismos de degradação, especialmente em materiais metálicos, para cada forma de corrosão, a uma escala atómica e macroscópica, o uso de ferramentas termodinâmicas específicas (diagramas de Ellingham e diagramas de Pourbaix, válidos para a corrosão seca e aquosa, respetivamente), o uso de medidas cinéticas (ensaaios eletroquímicos e outros testes de corrosão) e a compreensão dos métodos específicos de proteção para cada forma de corrosão, são os principais temas nesta unidade curricular. Estes conhecimentos permitem a identificação ou a previsão do modo de corrosão, a avaliação da velocidade de corrosão e ajudam à escolha da metodologia de proteção apropriada a cada situação, satisfazendo os objetivos propostos para a unidade

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

The understanding of degradation mechanisms of metallic materials for each corrosion form, at an atomic and macroscopic level, the use of specific thermodynamic tools (Ellingham diagrams and Pourbaix diagrams, respectively, for dry and wet corrosion modes), the use of experimental kinetics measures (polarization curves and other corrosion rate tests) and the comprehension of the specific protection methodologies for each corrosion form, are the main subjects of this syllabus curricular unit. This knowledge's allows the identification or prevision of corrosion forms, evaluation of corrosion rates and assist the selection of an appropriate protection methodology, fulfilling the unit objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino incluem aulas teóricas com recurso a tecnologias multimédia, resolução de exercícios em aulas teórico-práticas, aulas laboratoriais, visitas a empresas e suporte e-learning na plataforma Moodle da escola. A avaliação é feita por dois testes escritos e por trabalhos práticos com apresentação final de relatórios. A frequência é obtida por avaliação positiva nos trabalhos práticos realizados. Dispensam de exame os alunos cuja com nota média dos dois testes seja maior ou igual a 9,5, não podendo ter nota inferior a 7,0 valores em qualquer dos testes. A nota final da disciplina contabiliza 25% da nota nos relatórios dos trabalhos práticos + 75% da nota de exame ou dos testes. Para serem contabilizadas, a nota em exame final ou a média nos testes deverá ser igual ou superior a 9,5 em de 20 valores

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

1) Theoretical lectures – once a week, two hour each.

2) Exercises resolution – 8 sessions, three hours each.

3) Laboratory sessions – 5 sessions, three hours each.

Teaching methods include lectures with multimedia technology, in-class resolution of exercises, lab sessions based, e-learning based on a web site on a Moodle platform.

Assessment:

Theoretical part (including problems): two tests and/or exam.

Experimental part: experimental reports and discussion.

Final grade: 75% theoretical grade + 25% experimental grade

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

Os mecanismos de degradação de materiais metálicos para cada forma de corrosão e o respetivos modos de proteção do material são introduzidos nas aulas teóricas. Ferramentas úteis (diagramas de Ellingham e diagramas de Pourbaix, para a corrosão seca ou húmida, respetivamente) para a previsão e identificação das condições à corrosão, bem como a compreensão das metodologias de proteção (qualitativa e quantitativamente) são explorados em aulas teórico-práticas de problemas. A observação e identificação da forma de corrosão em casos de corrosão documentados recorrendo à projeção de uma coleção de imagens por suporte a tecnologias digitais nas aulas teóricas.

Demonstrações experimentais de corrosão e medições de velocidades de corrosão são realizadas nas aulas laboratoriais. Visitas de estudo a indústrias locais dedicadas à produção, aplicação de revestimentos ou de modificação de superfícies, são um complemento às aulas.

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

The degradation mechanisms of metallic materials for each corrosion form and its corrosion protection modes are explained in theoretical lectures. Practical tools (Ellingham diagrams and Pourbaix diagrams, respectively, for dry and wet corrosion modes) for prevision and recognizing of corrosion conditions, as well comprehension of protection methodologies are explored (qualitatively and quantitatively) in problems sessions. Observation and identification of corrosion forms for a collection of corrosion images are done with multimedia support technology during lectures. Experimental corrosion demonstrations and corrosion rate evaluations are done in laboratory sessions. Student visits to local coating or superficial modification industries are complementary to this unit

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Notas para apoio à disciplina de Degradação de Materiais Metálicos"; Rui Silva, FCT-UNL, 2006.

"Corrosion Engineering", Mars G. Fontana, McGraw-Hill (NY),

"Principles and Prevention of Corrosion", Denny A. Jones, Prentice Hall (USA) .

"Tintas, Vernizes e Revestimentos por Pintura para a Construção Civil", M.I.E. Marques e M.P. Rodrigues, LNEC, Lisboa, 2000.

"Paints, Coatings and Solvents", D. Stoye e W. Freitag (Eds), Wiley-VCH, 1998.

"Introduction to Paint Chemistry and Principals of Paint Technology", J. Bentley e G.P.A. Turner, Chapman & Hall, 4th Ed.

Mapa IV - Projeto de Dissertação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto de Dissertação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Dissertation Project

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP:21; PL:35; OT:6***4.4.1.6. ECTS:**

6

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):*João Pedro Botelho Veiga - TP:6; PL:10; OT:1***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Pedro Barquinha - TP:3; PL:5; OT:1**Hugo Águas - TP:3; PL:5; OT:1**Luis Pereira - TP:3; PL:5; OT:1**Rui Igreja - TP:3; PL:5; OT:1**João Paulo Borges - TP:3; PL:5; OT:1***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A UC pretende preparar o aluno para o seu trabalho de dissertação de mestrado proporcionando:*

- uma visão generalizada das bases científicas e/ou tecnológicas necessárias para o tema de dissertação escolhido pelo aluno sob indicação do(s) supervisor(es) directo(s) do aluno,*
- informação prática mais aprofundada sobre técnicas laboratoriais consideradas relevantes para a realização de trabalho de investigação em Ciência e Engenharia de Materiais, complementando a informação e experiência adquirida em UC anteriores;*
- Ações de formação para cimentar o conhecimento em ferramentas indispensáveis na organização do trabalho científico e tecnológico (Mendeley, Scopus, BOn, Web of Science, Latex, Word, Excel, Origin, Comunicação entre outros).*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The UC intends to prepare the student for his master dissertation work providing:*

- A generalized view of the scientific and/or technological bases necessary for the subject of dissertation chosen by the student under the guidance of the student's direct supervisor(s),*
- More detailed practical information on advanced laboratory techniques considered relevant for conducting research work in materials science and engineering, complementing the information and experience acquired in previous UC;*
- Training actions to cement knowledge in indispensable tools in the organization of Scientific and technological work (Mendeley, Scopus, BOn, Web of Science, Latex, Word, Excel, Origin, communication among others).*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Realização de trabalho de pesquisa bibliográfica para a elaboração de um documento escrito que corresponde ao primeiro capítulo da dissertação de mestrado sobre o estado da arte da temática escolhida individualmente.**Seminários sobre trabalho de investigação em temáticas variadas relacionadas com Ciência e Engenharia de Materiais por investigadores e especialistas nas várias áreas Ciência e Engenharia de Materiais.**Técnicas laboratoriais avançadas adequadas a cada caso em função da temática escolhida, tendo por base um ensino direcionado para técnicas pouco ou ainda não exploradas em UC anteriores como XPS, TEM, μ -Raman, e outras que os orientadores considerem necessárias e sobre as quais terão sessões especialmente dedicadas.**Sessões de formação sobre: Mendeley; Scopus; BOn; Web of Science; Latex, Word, Excel, Origin**No fim da UC os alunos apresentam publicamente o estado da arte elaborado assim como duas técnicas laboratoriais à escolha e adequadas aos seus trabalhos.***4.4.5. Syllabus:***Conducting a bibliographic research work for the elaboration of a written document that corresponds to the first chapter of the master's thesis on the state of the art of the chosen theme individually.**Seminars on research work on various topics related to materials science and engineering by researchers and specialists in the various fields of materials science and engineering.**Advanced laboratory techniques suitable for each case according to the chosen theme, based on a teaching directed to advanced techniques little or not yet explored in previous UC such as XPS, TEM, μ -Raman, and others that the advisors deem necessary and which will have specially dedicated sessions.**Training sessions on: Mendeley; Scopus BOn Web of Science; Latex, Word, Excel, Origin**At the end of the UC the students publicly present the state of the art elaborated as well as two laboratory techniques (to choose) appropriate to their work.*

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

A disciplina surge numa altura em que os alunos já têm a temática da dissertação de mestrado definida pelo que as técnicas laboratoriais que vão abordar são aquelas que poderão ter maior interesse para os seus trabalhos, não descurendo outras técnicas que não foram abordadas anteriormente em outras UC ou que o foram de forma menos aprofundada como o XPS, TEM e μ -Raman. A presença de especialistas em ciência e engenharia de materiais são também uma mais valia para a transmissão de informação baseada numa forte experiência de investigação em diferentes domínios.

A frequência de sessões de formação em bases de dados online e outras ferramentas de organização de informação científica e comunicação são da maior importância nesta altura para a formação do aluno de modo a elaborarem um documento escrito em que expõem trabalho científico sobre o qual se debruçaram durante o semestre, assim como das duas técnicas laboratoriais escolhidas.

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

The UC happens at a time when the students already have the theme of the master dissertation defined and the laboratory techniques they will address are those that may have greater interest for their work, including other techniques that were not previously addressed in other UC (or in less detail) such as XPS, TEM and μ -Raman. The presence of specialists in materials science and engineering is also an asset for the transmission of information based on a strong research experience in different fields.

The frequency of training sessions in online databases and other tools for organizing scientific information and communication are of the utmost importance at this time for the training of the student in order to draw up a written document in which they expose work Scientific research on which they have been in the semester, as well as the two laboratory techniques chosen

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentações e demonstrações sobre técnicas laboratoriais orientadas para os temas de dissertação dos alunos. Ações de formação para a pesquisa, organização e gestão bibliográfica científica, tendo como objectivo a elaboração de um documento escrito sob a forma de artigo científico (promovidas pelo Lab e-Learning e Biblioteca da FCT NOVA). Iniciação ao trabalho de investigação relativo ao tema de dissertação (sob orientação do supervisor de cada dissertação).

Os alunos apresentam no final do semestre

- documento escrito sobre a forma de artigo científico onde sintetizam o estado da arte de cada temática.
- Apresentação oral pública seguida de discussão sobre o documento escrito que efectuaram, incluindo a apresentação de um plano de trabalho de dissertação de mestrado. A Apresentação inclui as duas técnicas laboratoriais que escolheram de acordo com as temáticas de cada trabalho.

A nota final é atribuída pela avaliação dos documentos escritos (70%) e apresentação do trabalho (30%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentations and demonstrations on laboratory techniques oriented to the students' dissertation themes.

Training activities for research, organization and scientific bibliographic management, aiming to elaborate a document written in the form of a scientific article (promoted by the Lab e-Learning and library of FCT NOVA).

Initiation to research work on the subject of the dissertation (under the supervision of the supervisor of each dissertation).

Students present at the end of the semester

- Written document on the form of a scientific article on the state of the art of each theme.
- Public oral presentation followed by discussion on the written document they carried out, including the presentation of a master's dissertation work plan. The presentation includes the two laboratory techniques chosen according to the themes of each work.

The final grade is attributed by the evaluation of the written documents (70%) and presentation of the work (30%).

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

As sessões práticas sobre técnicas de caracterização avançadas de materiais estão organizadas de modo a proporcionar aos alunos um contacto com os problemas de realização de ensaios visando diferentes tipos de análises. As sessões de técnicas de caracterização específicas para os trabalhos dos alunos promovem a aprendizagem de soluções para os problemas encontrados nas dissertações de mestrado.

As sessões promovidas pela biblioteca estão organizadas de modo a consolidar os conhecimentos dos alunos sobre as ferramentas necessárias para a elaboração de um documento científico escrito.

A apresentação de um documento escrito e a sua apresentação pública oral bem como a sua discussão preparam o aluno para a futura dissertação de mestrado no semestre seguinte (que é o objetivo geral desta UC).

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

Practical sessions on advanced material characterization techniques are organised in order to provide students with a contact with the problems of conducting tests targeting different types of analyses. The sessions of specific characterization techniques for the students' work promote the learning of solutions to the problems encountered in Master's dissertations.

The sessions promoted by the library are organized in order to consolidate the students' knowledge about the tools necessary for the elaboration of a written scientific document.

The presentation of a written document and its oral public presentation as well as its discussion prepare the student for the future master's thesis in the following semester (which is the general objective of this UC).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Não aplicável: cada estudante vai ter a bibliografia adequada a cada temática de dissertação.

Not applicable: each student will have specific bibliography adequate to each dissertation theme.

Mapa IV - Dissertação em Engenharia de Materiais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Dissertação em Engenharia de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Thesis in Engineering of Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

840

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:28

4.4.1.6. ECTS:

30

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 Margarida Rolim Augusto Lima - OT:28

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

Todos os docentes da área científica do Ciclo de Estudos - OT:28

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

Preparação de uma dissertação conducente à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Materiais.

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

Preparation of a dissertation that confers the Master degree in Materials Engineering

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Realização de trabalho experimental e escrita de uma dissertação.

4.4.5. Syllabus:

Realization of experimental work and writing a dissertation.

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

Não aplicável

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

Not applicable

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Após seleção do tema de dissertação é atribuído ao estudante um orientador que fará o acompanhamento tutorial do mesmo, durante o período de realização do trabalho.

A avaliação da unidade curricular é feita mediante apresentação e discussão pública da dissertação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

After selecting the theme of the thesis the student is assigned a mentor who will monitor the work during its realization.

The evaluation of the course is made upon presentation and public discussion of the dissertation.

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

Trata-se de uma unidade curricular de trabalho essencialmente autónomo, para o qual o estudante terá um orientador que apenas fará o acompanhamento do trabalho, dando sugestões/orientações sempre que necessário.

A avaliação é feita por um júri de reconhecido mérito na área de conhecimentos da dissertação apresentada.

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

This is a curricular unit of essentially autonomous work, for which the student has a tutor who will give suggestions / guidance as necessary.

The assessment is made by a jury of recognized expertise in the area of the dissertation submitted.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia da Unidade Curricular será função do tema de dissertação escolhido pelo estudante, e por este reunida, mediante uma adequada pesquisa bibliográfica.

Mapa IV - Biossensores

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biossensores

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biosensors

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Hugo Manuel Brito Águas - T:10,5; PL:17,5; OT:3

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

Rui Alberto Nascimento Igreja - T:10,5; PL:17,5; OT:3

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

Os objetivos genéricos da disciplina são o de dar a conhecer aos alunos uma visão dos conceitos ligados à conceção e produção de biossensores (sensores analíticos baseados na conjugação entre componentes biológicos e transdutores físico-químicos), bem como as suas variações tecnológicas, as principais aplicações e os atuais e

futuros desafios. São objetivos específicos da UC introduzir as novas tecnologias nomeadamente no que concerne à sua miniaturização. Os alunos no final da UC devem ser capazes de: 1-Entender as variáveis físicas, químicas e biológicas capazes de ser monitorizadas num processo biológico. 2-Identificar quais os sistemas de transdução à sua disposição. 3-Dominar os processos de miniaturização mais relevantes no âmbito da micro e nanofabricação. 4-De propor um sistema sensorial capaz de detetar um agente biológico por meio de meios físico-químicos e biológicos envolvendo a micro e nanotecnologia.

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

To make available a broad revision of concepts behind the design and fabrication of biosensors. It is an objective of this course to introduce the students to the new sensoric technologies associated to biotechnology and microelectronics. In the end of the course they should be able to: 1. Understand the physical, chemical and biological variables capable of being monitorized in a biological process. 2. Identify the various transduction systems available. 3. Should be able to master the main processes involved in the microfabrication 4. To propose a sensorial system capable of detecting a biological agent by means of physical, chemical and biological means involving Microelectronics.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos biossensores. Bioreceptores e bioafinidade. Princípios de sistema de transdução. Propriedades físicas dos meios biológicos. Temperatura, pressão, força e deslocamento. Sistemas de transdução de piezoelétricos. Cantilevers piezoelétricos. Instrumentos de Microeletrónica. Sistemas de transdução ótica: fibras óticas, ondas evanescentes, Ressonância Plasmónica de Superfície. Sistemas de transdução de Eletroquímica: sensores amperométricos e potenciométricos. Superfície de imobilização. Sol-gel, membranas, suportes de sílica e poliméricos. Sensores calorimétricos. Imunossensores. Sensores enzimáticos. Sensores baseados em Micro-organismos. Sensores de ADN. Desenvolvimento de imunossensores para deteção de IgG. ELISA. Instrumentação e processamento de dados. Construção de protótipos. Eléktrodo interdigitais e nariz eletrónico. Microfabricação. MEMS. Lab-on-a-Chip. Instrumentos para a saúde humana. Instrumentos para as aplicações da Biotecnologia. Biochips. Nanotecnologia.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to biosensors. Bioreceptors and bioaffinity. Transduction systems. Physical properties of biological samples. Temperature, pressure, force and displacement. Piezoelectric transduction systems. Microelectronic instruments. Optical transduction systems: fiber optics, evanescent waves, Surface Plasmon Resonance. Electrochemical transduction systems: amperometric and potentiometric sensors. Surface immobilization. Supports for immobilization. Sol-gel, membranes, silica and polymeric supports. Calorimetric sensors. Immunosenors. Enzymatic sensors. Micro-organisms based sensors. DNA sensors. Development of immunosensors to detect IgG/ELISA. Instrumentation and data processing. Building of prototypes. Interdigital electrodes and electronic-nose. Microfabrication. Microfabricated systems. Integrated systems. MEMS. Lab-in-a-chip. Instruments for the human health. Instruments for applications in biotechnology. Instruments for the monitoring of the environment. Biochips.

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

O programa da disciplina começa com uma introdução aos biossensores, dando os princípios fundamentais da biodeteção, os elementos bio, os transdutores e as propriedades físicas mesuráveis. Isto está de acordo com os primeiros objetivos da disciplina. Após esta introdução, a disciplina torna-se mais específica e são analisados casos concretos de mecanismos de transdução, transdutores e adequação dos meios para a deteção específica de amostras biológicas. Neste campo procura dar-se um forte ênfase à inovação, mostrando o estado da arte do que se faz actualmente neste campo. Finalmente é abordada uma parte mais tecnológica focalizada na micro e nanofabricação, mostrando as tecnologias que têm impulsionado este campo, nomeadamente ao nível do fabrico de MEMS e de "Lab-on-a-chip". Esta componente de ensino têm uma vertente laboratorial muito forte, possibilitando aos alunos um contacto profundo a nível prático com as tecnologias utilizadas na microfabricação.

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

The discipline program begins with an introduction to biosensors, giving the fundamental principles of bio detection, bio elements, transducers, and measure of physical properties. This is in accordance with the first goals of the discipline. After this introduction, the discipline becomes more specific and concrete cases are analyzed for transduction mechanisms, transducers and adequacy of the detection mechanism for specific detection of biological samples. Concerning this field, we seek to give a strong emphasis on innovation, showing the state of the art of what is done today in this field. Finally, a more technological approach is given, focused on micro and nanofabrication, showing the technologies that have propelled this field, namely in the fabrication of MEMS and "Lab-on-a-chip". This component a very strong laboratory emphasis, allowing the students to be in deep contact on a practical level with the technologies used in micro fabrication.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina é constituída por um conjunto de aulas teórico-práticas e práticas de laboratório, onde se pretende que os alunos tenham um contacto direto com as tecnologias e não apenas a nível teórico. As aulas de laboratório terão um vertente demonstrativa, onde se pretende também que os alunos ganhem experiência de laboratório, realizando um conjunto de experiências. A avaliação da disciplina será efetuada por um conjunto de testes ou exame e por um trabalho escrito em que os alunos, devem desenvolver o conceito de um biossensor para uma aplicação específica escolhida por eles. Este trabalho procura estimular a iniciativa e criatividade dos alunos e avaliar a interiorização das matérias lecionadas. Os alunos devem fazer o projeto de um biossensor, deste a sua aplicação, ao modo de funcionamento e sua fabricação. No final os alunos fazem uma apresentação de 10 minutos, com discussão. A nota final é dada com base na média ponderada do conjunto de testes/exame com o trabalho.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course consists of a set of theoretical-practical classes and laboratory practice, where we want students to have direct contact with the technologies and not just at a theoretical level. The laboratory classes will have a demonstration component, where it is aimed the students to gain experience in laboratory, performing a set of experiences. The evaluation will consist of a set of tests or exam and a written assignment for which the students should develop the concept of a biosensor for a specific application chosen by them. This work aims to stimulate the students creativity and initiative and to assess the meaning of the subjects taught. The students must make a draft of the biosensor, his implementation, his mode of operation and his manufacture techniques and proceedings. In the end the students make a presentation of about 10 minutes, followed by discussion. The final grade is given based on the weighted average of tests/exam with written work.

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

A metodologia de ensino e avaliação está em concordância com os objetivos propostos, no sentido em que permite aos alunos ganharem não só conhecimentos a nível teórico, mas também prático. Para além disso o método de avaliação permite aos alunos serem capazes de desenvolver os conhecimentos adquiridos, utilizando a sua criatividade para proporem sistemas de deteção.

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

The teaching and assessment methodologies are in agreement with the proposed objectives, in that it allows the students to gain knowledge not only in theoretical level, but also at practical level. In addition the method of assessment allows students to be able to develop their knowledge using their creativity to propose detection systems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Handbook of Biosensors and Biochips, 2 Volume Set, Robert S. Marks (Editor), Christopher R. Lowe (Editor), David C. Cullen (Editor), Howard H. Weetall (Editor), Isao Karube (Editor), (2008) Wiley

Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications, Jacob Fraden, 3rd ed, (2004) Springer

Sensor Technology Handbook, Jon S. Wilson (Editor), (2005) Elsevier

Biosensors (Practical Approach S.) Jon Cooper, Tony Cass, 2nd Ed. (2004) Oxford University Press

John L. Vossen, Werner Kern, Thin Film Process II, Academic Press, 1991.

Cantilever transducers as a platform for chemical and biological sensors; Review of Scientific Instruments, Vol 75, nº 7, (2004)

BioMEMS: state-of-the-art in detection, opportunities and prospects; Rashid Bashir; Advanced Drug Delivery Reviews 56 (2004) 1565– 1586; (online na sciencedirect)

Microfabrication Techniques for Chemical/ Biosensors ; Proceedings of the IEEE, Vol. 91, nº 6, (2003)

Mapa IV - Gravação Eletrónica de Informação**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Gravação Eletrónica de Informação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Recording Electronic Information

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Joana Vaz Pinto - TP:10,5; PL:17,5; OT:3***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Azal Kiazadeh - TP:10,5; PL:17,5; OT:3***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***- Adquirir competências e conhecimentos nas tecnologias de armazenamento e processamento de informação, nomeadamente, a sua classificação, processos de fabrico e evolução.**- Consolidar os conceitos teóricos que regem o funcionamento dos diversos tipos de dispositivos de memória abordados (processamento magnético, tecnologia de semicondutores, implementação de transístores em dispositivos de memória)**- Adquirir competências na caracterização elétrica de memórias resistivas fabricados no Laboratório***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***- Acquiring competences and knowledge on storage and processing information technologies, its classification, fabrication and evolution.**- Consolidation of the theoretical concepts that rule the different memory devices explored during the UC (magnetic processing, semiconductor technology, implementation of transistors as elements in memory devices)**- Competences on the laboratory, namely the electrical characterization of resistive memories fabricated at our Laboratory.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. Introdução à representação Binária
2. Tecnologias de Armazenamento e Memória: Classificação e requisitos
3. Dispositivos de armazenamento: Gravação magnética - HDD.
4. Memórias baseadas na tecnologia dos Semicondutores;
5. SRAM
6. DRAM
7. Memórias ROM (Mask ROM, PROM, EPROM)
8. Tecnologia Flash
9. Memórias Emergentes RAM

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction to Binary Representation
2. Memory and Storage technology: Classification and requisites
3. Storage devices: Magnetic Storage - HDD.
4. Semiconductor based memories
5. SRAM
6. DRAM
7. ROM Memories (Mask ROM, PROM, EPROM)
8. Flash:
9. Emergent Memories RAM

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*O conteúdo programático apresentado está direcionado para abordar uma gama bastante alargada de dispositivos de memória focando a evolução que se tem sentido nesta área e culminando nas tecnologias mais recentes usadas nos dias de hoje. Assim é possível nesta unidade curricular fazer a ponte entre os vários tipos de elementos da eletrónica focados noutras unidades curriculares (resistências, condensadores, MOSFET) e verificar a sua aplicabilidade como dispositivos de armazenamento e processamento de informação.**É dado um enfoque nas técnicas de fabricação da microeletrónica e nas técnicas de caracterização, e os alunos terão oportunidade de explorar presencialmente algumas delas no decorrer das aulas.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The program presented aims to approach a wide range of memory devices focusing on the evolution that this area has experienced and ending on the state-of-the-art technology used in our days. So, in this curricular unit it is possible to*

make the bridge between the different electronic components discussed in other curricular units and its applicability in storage and processing information devices.

A special focus on the microelectronics fabrication techniques is done and on the characterization techniques, and the students will have the possibility to explore some of them during the classes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Consideram-se três tipos de aulas: teórico/práticas (TP), práticas de resolução de exercícios e aulas de laboratório. As aulas teóricas serão dadas com recurso a “data show” e os estudantes têm acesso a cópia das mesmas na página da disciplina na plataforma Moodle. As aulas de resolução de exercícios decorrerão em sala de aulas e tem por finalidade concretizar e clarificar alguns conceitos abordados nas aulas TP. Nas aulas laboratoriais serão realizadas experiências relativas a dispositivos de memória fabricados no CENIMAT. Os alunos irão também realizar um trabalho de síntese e análise de artigos científicos selecionados.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

3 types of classes are considered: theoretical/practical (TP), practical classes for Solving Problems and Laboratory Classes. The theoretical classes are done using data-show and the students will have access to all the material in a Moodle page. Solving problems Class will be held in the classroom and are meant to clarify and exemplify some theoretical concepts from TP classes. In laboratory classes, experimental workgroups will be performed using memory devices fabricated at CENIMAT. A Paper Lab work will also be performed where the students will have to analyse and resume scientific papers selected by the professors.

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

O ensino tem um carácter teórico/prático e experimental que permitirá aos alunos adquirir e aplicar os conhecimentos na caracterização de dispositivos de armazenamento de informação e de memória. Os conhecimentos dados nas aulas TP serão abordados nas aulas práticas. Existirão aulas de resolução de problemas.

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

The teaching classes will have a theoretical and practical component that will allow the students to acquire and apply their knowledge in the characterization of memory and storage devices. The theoretical concepts acquired will be applied in practical classes, as solving exercises or demonstration at the Lab with specific experiments related to the theory.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*D. K. Schroder, Semiconductor Material and Device Characterization, 3rd ed., Wiley (2006).
A.K. Sharma, Advanced Semiconductor Memories: Architectures, Designs and Applications, Wiley -IEEE Press, (2002).
Hai Li and Yiran Chen, Nonvolatile Memory Design: Magnetic, Resistive, and Phase Changing, CRC Press, (2011).
B. Jacob, S.W. Ng, D.T. Wang, Memory Systems: Cache, DRAM, Disk, Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, (2008).
M.A. Plonus, Applied Electromagnetics, McGraw-Hill (1986)*

Mapa IV - Sensores: Materiais e Aplicações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sensores: Materiais e Aplicações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Sensors: Materials and Applications

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa**4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Rui Alberto Garção Nascimento Igreja - TP:21; PL:35; OT:6***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Objetivos genéricos: Estudar os conceitos que estão na origem, desenvolvimento e fabrico de sensores assim como das propriedades dos materiais utilizados no seu fabrico. Transmitir aos alunos as tecnologias associadas às medidas de grandezas físicas e químicas quer em meio industrial quer em meio laboratorial.**Objetivos específicos: Compreender os princípios físicos utilizados em transdutores e sensores, as suas características e os materiais utilizados na sua construção, ligando este estudo à medida específica das principais grandezas físicas: temperatura, força, pressão, deslocamento, deformação, etc.. Compreender o funcionamento e materiais utilizados em sensores químicos.**Estudar o condicionamento de sinal adequado a cada tipo de sensor. Desenvolver competências práticas na utilização de sensores e montagens específicas para os vários tipos de sensores.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***General objectives: To make available to the students the concepts that is at the origin, development and manufacture of sensors as well as the properties of materials used in their manufacture. To introduce the students to the technologies associated with the measures of physical and chemical properties in an industrial environment or in laboratory.**Specific objectives: To understand the physical principles used in transducers and sensors, their characteristics and materials used in its construction, linking this to the specific study of measurements of the main physical quantities: temperature, force, pressure, displacement, strain, etc. .. Understand the operation and materials used in chemical sensors to detect volatile organic compounds.**Study the most appropriate signal conditioning for each type of sensor. Develop practical skills in using sensors and setups for the different studied sensors.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Sensores e sinais.Principios físicos da medida.**2. Sensores de temperatura - Sensores de temperatura resistivos (RTDs). Termistor. Termopares; Medição de temperatura com semicondutores e circuitos integrados. Sensores de radiação; detectores piroelétricos; efeito piroelétrico; pirómetros.**3. Sensores de deformação e tensão mecânica - Extensómetros resistivos. Extensómetros de tensão. Transformado diferencial variável.**4. Medidas de força, momento e pressão - Células de carga; Medidas de momento. Medidas de pressão;**5. Medidas de deslocamento, velocidade e aceleração - Medidas ópticas; LVDT; transdutores sísmicos. Acelerómetro; tipo piezoelétrico;**6. Medidas de fluxos - Transdutores de inserção; tubo de pitot; filamento quente; anemómetros. Transdutores baseados na força de arrasto. Medidores de venturi.**7. Sensores químicos e sistemas com multi-sensores - transdutores para sensores químicos; Sistemas de multi-sensores.***4.4.5. Syllabus:***1. Sensors and signals. Physical principles of measurement..**2. Temperature sensors - Resistance temperature sensors (RTDs). The thermistor. Thermocouples; Temperature measurements with semiconductors and integrated circuits. Radiant sensors; pyroelectric detectors; pyroelectric effect; methods and materials; pyrometers.**3. Strain and stress sensors - Resistance-type strain gages. The stress gage. Linear variable differential transformer.**4. Force, torque and pressure measurements - Load cells; Torque measurements; torque cells. Pressure*

measurements.

5. Displacement, velocity, and acceleration measurements - Optical measurements methods; LVDT; Seismic transducers. Accelerometer; piezoelectric-type accelerometers;

6. Fluid flow measurements - insertion-type transducers; pitot tube; Hot-wire and hot-film anemometers. Drag-force velocity transducers. Venturi meters.

7. Chemical Sensors and multisensors systems - Transducers for chemical sensing; Multisensor systems;

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

O programa da disciplina começa com uma introdução aos sensores, dando a conhecer aos alunos as suas principais características, os princípios físicos mais utilizados em sensores e transdutores e quais os materiais mais utilizados no seu fabrico. Isto está de acordo com os primeiros objetivos da disciplina. Em seguida, a disciplina torna-se mais específica sendo analisados em detalhe os mecanismos de transdução, os materiais utilizados, o funcionamento e as características de sensores adequados à medida específica das quantidades físicas mais importantes. São ainda estudados os principais tipos de sensores químicos e feita uma abordagem ao funcionamento de sistemas com multisensores. Dar a conhecer os sensores mais utilizados em meio industrial e em meio laboratorial, e mostrar o estado da arte no que respeita aos desenvolvimentos mais recentes nas várias áreas onde intervêm os sensores. Esta componente de ensino têm uma componente laboratorial e de projecto.

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

The discipline program begins with an introduction to sensors, giving the knowledge of their main features, the main physical principles used in sensors and transducers and the materials most used in their manufacture. This is in accordance with the first goals of the discipline. Then the subject becomes more specific and specific cases were analyzed in detail (the mechanisms of transduction, the materials used and the characteristics of sensors) to measure the main important physical quantities. Are still studied the major important types of chemical sensors and made an approach to systems with multisensors. It seeks to raise awareness of the main sensors used at industrial environments and in a laboratory environment. As well we seek to show the state of the art concerning the latest developments in various areas where sensors are involved. This component of teaching have a strong laboratory practical component and of project, allowing students to contact and use many sensors.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina é constituída por aulas teórico-práticas (onde é lecionada a parte teórica e são realizados exercícios) e aulas práticas de laboratório, onde se pretende que o aluno tome contacto com os vários sensores e processos de medida estudados, efetuado as suas próprias montagens e medidas utilizando os conhecimentos adquiridos nas aulas teórico-práticas.

A avaliação da disciplina será efetuada por um conjunto de testes ou exame e por relatórios dos alunos (em grupo) reportando as montagens e medidas efetuadas em laboratório. Os relatórios dos alunos são discutidos com o docente contando essa discussão para a nota desses trabalhos.

A nota final é calculada com base na média ponderada do conjunto testes/exame com os trabalhos práticos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course consists of practical classes (theoretical part and exercises) and laboratory practical classes, where students experience with the various sensors and processes studied, made their own setups using the knowledge acquired in theoretical-practical lessons.

The course evaluation will consist of a set of tests or examination and reports made by the students (in groups) to report the laboratory work. The students reports are discussed with the teacher.

The final score is calculated based on the weighted average of all test /exam with practical work.

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

A metodologia de ensino e avaliação está de acordo com os objetivos propostos, no sentido em que permite aos alunos adquirirem conhecimentos a nível teórico e prático. Para além disso o método de avaliação promove o desenvolvimento de competências práticas na utilização e montagem de sistemas com sensores familiarizando o aluno com os sensores e sistemas mais utilizados em meio industrial e laboratorial.

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

The teaching and assessment methodologies are consistent with the proposed objectives, in that it enables students to acquire knowledge at theoretical and practical level. In addition the method of evaluation promotes the development of practical skills in the use and installation of systems with sensors familiarizing the student with sensors and systems main used at industrial and laboratory level.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Diapositivos da UC disponíveis no CLIP

Instrumentation for Engeneering Measurements, James Dally, Wiley.

Les Capteurs en Instrumentation Industrielle, Georges Asch, Dunod.
Measurement Systems Applications and Design, Ernest O. Doebelin, McGraw-Hill.
Instrumentação Industrial, Gustavo da Silva, Escola Superior de Tecnologia de Setúbal.
AIP Handbook of Modern Sensors, Jacob Fraden, AIP Series in Modern Instrumentation.
The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook, ed John g Webster, IEEE Press.
Sensors Update - Wiley – VCH. Revistas: Sensors and Actuators A and B, Elsevier. Sensors (IEEE).

Mapa IV - Materiais e Sistemas Inteligentes

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Materiais e Sistemas Inteligentes

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Smart Materials and Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Carlos Jorge Mariano Dias - T:5; PL:9; OT:2

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

Rui Alberto Garção Nascimento Igreja - T:5; PL:9; OT:2

Maria Teresa Varanda Cidade - T:11; PL:17; OT:2

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

Conceito de materiais e sistemas inteligentes. Propriedades físicas mais relevantes para os sistemas sensoriais e para os atuadores. Classes de materiais inteligentes: materiais piezoelétricos, materiais cromogénicos, materiais com memória de forma, materiais biomiméticos, fluidos eletroreológicos. Vantagens e desvantagens das diferentes combinações das características de sensores e atuadores. Caracterização de materiais inteligentes. Implementação de soluções de engenharia utilizando materiais e sistemas inteligentes. Seleção adequada de materiais e sistemas inteligentes em função da aplicação. Projeto e dimensionamento de sistemas inteligentes.

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

Concept of intelligent materials and systems. Most relevant physical properties for sensory systems and actuators. Classes of intelligent materials: piezoelectric materials, chromogenic materials, shape memory materials, biomimetic materials, electroreological fluids. Advantages and disadvantages of different combinations of the characteristics of sensors and actuators. Characterization of intelligent materials. Implementation of engineering solutions using materials and intelligent systems. Adequate selection of materials and intelligent systems depending on the application. Design and dimensioning of intelligent systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Conceito de materiais e sistemas inteligentes - Propriedades físicas mais relevantes para os sistemas sensoriais e para os atuadores.

Materiais Eletroativos (piezoelétricos, piezoresistivos) - Propriedades físicas dos materiais piezoelétricos. Cristais piezoelétricos. Polímeros e cerâmicas piezoelétricas. Piezo actuadores e sensores.

Materiais cromogêneos, eletrocromicos, fotocromicos e halocromicos. Categorias de materiais eletrocromicos. Polímeros condutores, materiais orgânicos e inorgânicos. Óxidos de metais de transição WO₃. Aplicações.

Materiais com memória de forma - Efeito de memória de forma. Superelasticidade. Classes de ligas metálicas com memória de forma. Ligas com memória de forma ferromagnéticas.

Fluidos eletro e magneto reológicos. Composição dos fluidos ER e MR e efeitos dos campos elétricos e magnéticos na sua viscosidade. Aplicações. Polímeros com memória de forma - Polímeros com memória de forma. Classificação dos polímeros com memória de forma (SMP)

4.4.5. Syllabus:

Concept of intelligent materials and systems - Physical properties most relevant to sensory systems and actuators.

Electroactive Materials (piezoelectric, piezoresistive) - Physical properties of piezoelectric materials. Piezoelectric crystals. Polymers and piezoelectric ceramics. Piezo actuators and sensors.

Chromogenic, electrochromic, photochromic and halochromic materials. Categories of electrochromic materials. Conductive polymers, organic and inorganic materials. WO₃ transition metal oxides. Applications.

Shape memory materials - Shape memory effect. Superelasticity. Classes of metal alloys with shape memory. Alloys with ferromagnetic memory.

Electromagnetic and rheological fluids. Composition of ER and MR fluids and effects of electric and magnetic fields on their viscosity. Applications. Polymers with shape memory - Polymers with shape memory. Classification of polymers with shape memory (SMP)

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

A disciplina insere-se numa oferta de UC de opção, dirigidas a alunos de mestrado, que primam pela atualidade científica e tecnológica. Neste caso a UC aborda a síntese e aplicação de novos materiais com propriedades que conjugam propriedades físicas tais como propriedades termicas, ópticas, mecânicas e elétricas de uma forma que torna possível utilizar estes materiais em aplicações em que o mecanismo de feedback pode ser considerado não convencional.

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

The discipline is part of an array of optional courses, aimed at master students, who want to excel in scientific and technological topicality. In the present case the courses addresses the synthesis and application of new materials with properties that combine physical properties such as thermal, optical, mechanical and electrical properties, in a way that makes it possible to use in applications where the feedback mechanism can be considered unconventional.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

É obrigatória a presença dos alunos nas aulas práticas.

Cada módulo intervém com uma ponderação na nota final que tem em conta o tempo usado para o ministrar.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

It is compulsory the attendance of the practical lessons.

For the final mark, the mark obtained in each module has a weighting correlated to the time that was used for its lectures.

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

As aulas bem como a avaliação pretendem conciliar uma formação teórica de base com uma formação prática alargada a uma série de materiais e fenómenos que põem em evidência a matéria teórica exposta.

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

Classes as well as the evaluation process have the objective the giving first a theoretical which then is seen to work at a practical level using some conceptually simple experiments.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

K. Ohtsuka, C.M. Wayman, "Shape memory materials", Cambridge University Press, 2002. MV Gandhi and BS Thompson, "Smart materials and structures", Chapman & Hall, London, 1992. ISBN 0-412-37010-7.

DM Addington and DL Schodek, "Smart materials and technologies for the architecture and design professions", Architectural Press (Elsevier Science), Oxford, 2005. ISBN 0-7506-6225-5.

V Srinivasan and DM McFarland, "Smart structures: analysis and design", Cambridge University Press, Cambridge, 2000. ISBN 0-521-65977-9.

Electroceramics AJ Moulson and JM Herbert Chapman and Hall.

Smart materials and structures, MV Gandhi and BS Thompson, Chapman and Hall

Mapa IV - Optoeletrónica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Optoeletrónica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Optoelectronics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Luís Miguel Nunes Pereira (Regente) – T:21; PL:10; OT:6

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

Diana Filipa Pereira Gaspar – PL:10

Manuel João Dias Mendes – PL:10

Rita Maria Mourão Salazar Branquinho – PL:5

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

A disciplina de Optoeletrónica pretende dar as ferramentas necessárias aos alunos de mestrado em engenharia de materiais e de micro e nanotecnologias sobre a forma de seleção de materiais para a optoeletrónica, a forma de conceção e fabricação de dispositivos e a sua integração em sistemas mais complexos. Privilegiará, por isso, uma abordagem marcadamente aplicada, procurando sempre assegurar a identificação dos temas estudados com sistemas físicos reais, de forma que o aluno seja capaz de identificar com facilidade possíveis aplicações tecnológicas.

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

The course of Optoelectronics intends to give the necessary tools to master students in materials engineering and micro and nanotechnologies engineering on how to select materials for optoelectronics, the form of the design and manufacture of devices and their integration in more complex systems. Will focus, therefore, an approach markedly applied, always attempting to ensure the identification of subjects with real physical systems, so that the students are able to easily identify possible technological applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Importância e visão histórica da optoeletrónica.

2. Conceitos e leis fundamentais sobre óptica e optoeletrónica.

3. Ruído óptico. Fotodetetores I.

4. Fotodetetores II.

5. *Junção pn: aplicação a LEDs e Lasers.*
6. *Fibras ópticas e guias de onda.*
7. *Comunicação com fibras ópticas.*
8. *Plasmónica, metamateriais.*
9. *Cristais fotónicos.*
10. *Biofotónica*

4.4.5. Syllabus:

1. *Relevance and historical vision of optoelectronics.*
2. *Concepts and fundamental laws on optics and optoelectronics.*
3. *Optical noise. Photodetectors I.*
4. *Photodetectors II.*
5. *Pn junction: application to LEDs and Lasers.*
6. *Optical fibers and waveguides.*
7. *Communication with optical fibers.*
8. *Plasmonics, metamaterials.*
9. *Photonic crystals.*
10. *Biophotonics*

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

Surgindo no último ano dos mestrados integrados, a disciplina de Optoeletrónica explora tópicos avançados relevantes para uma completa preparação dos alunos para os meios académicos e industriais. A primeira parte da UC permite aos alunos rever e aprender alguns conceitos fundamentais que são depois de grande relevância para abordar todos os dispositivos e sistemas que integram a UC. Muitos deles estão profundamente relacionados como sejam as junções p-n usadas em fotodetetores (fotodíodos), LEDs e lasers de estado sólido, fibras ópticas ou os cristais fotónicos que podem também ser usados como guias de onda/ fibras óticas.

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

Emerging in the last year of integrated master graduation, the Optoelectronics course explores advanced topics relevant to a complete preparation of students for the academic and industrial environments. The first part of the course allows students to review and learn some fundamental concepts that are then of great relevance to address all the devices and systems that integrate the course. Many of them are deeply related such as p-n junctions used in photodetectors (photodiodes), LEDs and solid-state lasers, optical fibers or photonic crystals that can be also used as waveguide/optical fibers.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC reparte-se por aulas presenciais teórico-práticas (TP) e práticas laboratoriais (PL). Nas aulas TP são lecionados os conceitos teóricos e resolvidos exercícios práticos associados a esses tópicos. Isto permite aulas mais dinâmicas, mantendo os alunos concentrados e participativos nas aulas TP. As aulas práticas serão todas em ambiente laboratorial. Para além disso, existe ensino tutorial, de acompanhamento dos alunos.

A avaliação é contínua e consiste na realização de dois testes sobre a parte teórico-prática. São também realizados dois testes práticos sobre os trabalhos de laboratório que decorrem durante o semestre. O peso dos testes/exame e testes práticos na nota final é igual 60%/40%, respetivamente.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is divided into theoretical-practical classes (TP) and laboratory classes (PL). In TP classes are lectured the theoretical concepts and solved some practical exercises related to these topics. This allows for more dynamic classes, keeping students focused and participative. The practical classes will all be in a laboratory environment. In addition, there is tutorial follow-up of the students.

The evaluation is continuous and consists of the accomplishment of two tests on the TP classes. Two practical tests are also carried out on the work done in the laboratory during the semester. The weight of the tests / exams and practical tests in the final grade is 60% / 40%, respectively.

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

Surgindo no último ano dos mestrados integrados, a disciplina de Optoeletrónica explora tópicos avançados relevantes para uma completa preparação dos alunos para os meios académicos e industriais. De facto, a optoeletrónica é cada vez mais vista como fulcral para o futuro de variadíssimas áreas, desde as tecnologias de informação até à medicina. Os conteúdos programáticos pretendem demonstrá-lo, sendo suportados por um vasto conjunto de trabalhos práticos que incluem: fotodetetores (responsividade, tempo de resposta e ruído), LEDs (curvas IV, eficiência luminosa, espectros de emissão), OLEDs (fabrico, curvas IV e eficiência luminosa), laser (espectros de emissão), fibras óticas (efeito de guia de onda, dispersão e atenuação), plasmónica (espectros de absorção de nanopartículas metálicas e simulação) e biofotónica (Fluoróforos/Quantum Dots e microscopia confocal).

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

Integrated in the last year of the integrated masters, this course explores advanced topics which are highly relevant for the complete preparation of the students to academic research and industry. Optoelectronics is nowadays seen as crucial for the future of several areas, from the ITs to medicine. The program is supported by a large number of laboratory classes, that include: photodetectors (responsivity, response time and noise), LEDs (IV curves, luminous efficiency, emission spectra), OLEDs (manufacture, IV curves and luminous efficiency), laser (emission

spectra), optical fibers (waveguide effect, dispersion and attenuation), plasmonic (absorption spectra of metallic nanoparticles and simulation) and biophotonics (Fluorophores / Quantum Dots and confocal microscopy).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices,, Safa O. Kasap, Prentice Hall, ISBN-10/13: 0201610876 (Amazon)*
- *Optoelectronics, Emmanuel Rosencher, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-77129-0/8 (Amazon)*
- *Nanophotonics, Paras N. Prasad, Wiley-Interscience (2004):*

Mapa IV - Energia Fotovoltaica: Materiais e Aplicações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Energia Fotovoltaica: Materiais e Aplicações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Photovoltaic Energy: Materials and Applications

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Rodrigo Ferrão de Paiva Martins – TP:10.5; OT:6

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

Hugo Manuel Brito Águas – T:10.5; PL:17.5

Manuel João Moura Mendes – PL:17.5

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- *Compreender conceitos teóricos e práticos da energia fotovoltaica*
- *Ser capaz de perceber o princípio de funcionamento das células, a sua caracterização, os diferentes tipos de células solares, os seus processos de fabricação, a sua integração em módulos fotovoltaicos, a sua instalação, o armazenamento da energia fotovoltaica, e finalmente o dimensionamento de sistemas fotovoltaicos.*
- *Conhecer a problemática energética mundial e porquê da importância da energia fotovoltaica como energia alternativa às fontes de origem fóssil e o seu papel e enquadramento dentro das várias fontes de energia renovável disponíveis.*

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

At the end of this curricular unit the student will have acquired knowledge, skills and competences that allow him to:

- *Understand the theoretical and practical concepts of photovoltaic energy*
- *Be able to perceive the principle of functioning of cells, their characterization, the different types of solar cells, their manufacturing processes, their integration into photovoltaic modules, their installation, the storage of photovoltaic energy, and Finally the dimensioning of photovoltaic systems.*

-To know the global energy problem and why the importance of photovoltaic energy as alternative energy to sources of fossil origin and its role and framing within the various renewable energy sources available.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Fontes de Energia Renovável em particular Energia Solar. Problemática Energética Mundial.*
- *Conceitos fundamentais de Energia, materiais semicondutores e propriedades da luz*
- *Funcionamento de uma célula solar de junção p-n*
- *Células solares de silício monocristalino*
- *Células solares de silício policristalino*
- *Células solares de filmes finos de silício*
- *Células solares de materiais compostos*
- *Células solares orgânicas, incluindo as sensibilizadas por corantes e as de Perovskite*
- *Novos conceitos de células solares de 3ª geração.*
- *Fotónica aplicada às células solares.*
- *Sistemas fotovoltaicos e armazenamento da energia fotovoltaica*
- *Sistemas de concentração solar fotovoltaica.*
- *Dimensionamento de sistemas fotovoltaicos*

4.4.5. Syllabus:

- *Renewable energy sources in particular Solar energy. World energy problem.*
- *Fundamental concepts of energy, semiconductor materials and light properties.*
- *Operation of a P-N junction solar cell*
- *Monocrystalline Silicon solar Cells*
- *Polycrystalline silicon solar Cells*
- *Silicon Thin film solar cells*
- *Composite material solar Cells*
- *Organic solar cells, including dye sensitizing and Perovskite*
- *New concepts of 3rd generation solar cells.*
- *Photonics applied to solar cells.*
- *Photovoltaic systems and photovoltaic energy storage*
- *Photovoltaic solar concentration systems.*
- *Dimensioning of Photovoltaic Systems*

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

Sendo uma UC de segundo ciclo, espera-se que os alunos já tenham as bases de propriedades físicas dos materiais e de materiais semicondutores para que possam compreender os conceitos dados a nível introdutório sobre o funcionamento de dispositivos fotovoltaicos. Depois a disciplina avança em detalhe a nível dos diferentes tipos de células solares, abordando os materiais usados, a sua estrutura, características e aplicação. Estes conceitos são complementados sempre que possível com exemplos práticos a nível da fabricação e caracterização dos dispositivos.

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

As a second cycle UC, it is expected that students will already have the bases of physical properties of materials and semiconductor materials so that they can understand the concepts given at the introductory level about the operation of photovoltaic devices. Then the discipline advances in detail at the level of the different types of solar cells, addressing the materials used, their structure, characteristics and application. These concepts are complemented whenever possible with practical examples in the manufacture and characterization of the devices.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teórico-práticas a matéria é lecionada com recuso a diapositivos, exemplos práticos e pequenos vídeos didáticos.

As aulas práticas, contemplam aulas de exercícios e laboratoriais. Procura-se, sempre que possível e sempre que o número de alunos permita, que o trabalho seja realizado com o envolvimento dos alunos, mas sempre com rigorosa supervisão.

A componente teórico-prática será avaliada com recurso a dois testes escritos (60%). A componente prática laboratorial, será avaliada com base num relatório do projeto das células solares (30%) e por questionários no fim das restantes aulas (10%). As aulas laboratoriais terão frequência obrigatória. Nas aulas teórico práticas será feito um controlo de presenças e no fim será dada uma bonificação até no máximo de 1 valor aos alunos com maior assiduidade e participação. Ambas as componentes teórico-prática e prática têm nota mínima de 9.5 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In theoretical-practical classes, the subjects are taught with the help of slides, practical examples and small didactic videos.

Practical classes include exercise and laboratory classes. Whenever possible and whenever the number of students permits, the work is done with the involvement of students, but always with strict supervision.

The theoretical-practical component will be evaluated by two written tests (60%). The laboratory practical component will be evaluated based on a report of the solar cells project (30%) and questionnaires at the end of the remaining classes (10%). Laboratory classes will often be mandatory. In the practical theoretical classes will be made a attendance check and in the end will be given a bonus up to a maximum of 1 value to students with greater attendance and participation. Both theoretical-practical and practical components have a minimum score of 9.5 values.

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

O programa teórico-prático engloba conceitos fundamentais sobre o funcionamento de dispositivos fotovoltaicos, materiais utilizados, nomeadamente semicondutores, tipos de células, constituição dos dispositivos, técnicas de fabricação e caracterização. Procura-se acima de tudo, transmitir os conceitos essenciais e fundamentais procurando formar uma base sólida, a partir da qual o estudante possa ter capacidade para estudar e procurar por si próprio outras matérias do seu interesse.

As aulas teórico-práticas serão complementadas por aulas práticas com uma forte componente laboratorial, tirando partido das infraestruturas laboratoriais existentes no Dep de Ciência dos Materiais (Câmara limpa com sistemas de deposição de filmes finos e sistema de padronização), CEMOP-UNINOVA (Câmara limpa com sistemas de deposição e de erosão de filmes finos e sistemas de caracterização elétrica e ótica de materiais e dispositivos fotovoltaicos) e CENIMAT (Laboratórios com sistema de caracterização de materiais e dispositivos fotovoltaicos).

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

The theoretical-practical program encompasses fundamental concepts about the operation of photovoltaic devices, materials used, namely semiconductors, types of cells, constitution of the devices, manufacturing techniques and characterization. It seeks above all, to transmit the essential and fundamental concepts seeking to form a solid basis, from which the student can have the ability to study and look for himself other matters of his interest.

The theoretical-practical classes will be complemented by practical classes with a strong laboratory component, taking advantage of the existing laboratory infrastructures in the materials science Dep (clean chamber with thin film deposition systems and Standardization system), CEMOP-UNINOVA (clean chamber with thin film deposition and erosion systems and electrical and optical characterization systems of materials and photovoltaic devices) and CENIMAT (laboratories with system characterization of Materials and photovoltaic devices).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:*Bibliografia principal:*

- Rodrigo Martins, Elvira Fortunato, Hugo Águas, “Materiais e Dispositivos da Energia Fotovoltaica”, 2018, Editora da Universidade Nova de Lisboa (em fase de Edição)
- Konrad Mertens, “Photovoltaics: Fundamentals, Technology and Practice”, 2014, Wiley. ISBN: 9781118634165.
- Mary D Archer, Martin A Green, Editors, “Clean Electricity From Photovoltaics”, 2015, Imperial College Press. ISBN: 978-1-84816-767-4.

Bibliografia complementar:

- Goetzberger, V.U. Hoffmann, “Photovoltaic Solar Energy Generation”, 2005, Springer. ISBN: 3-540-23676-7.
- Heinrich Haberman, “Photovoltaics; System Design and Practice”, 2012, Wiley. ISBN: 978-1-119-99285-1.
- Xiaodong Wang, Zhiming M. Wang, editors, “High-Efficiency Solar Cells”, 2014, Springer. ISBN: 978-3-319-01987-1.
- G. N. Tiwari, Swapnil Dubey, “Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications”, 2010, RSC Publishing. ISBN: 978 1 84973 020 4.

Mapa IV - Materiais Celulósicos e Papel**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Materiais Celulósicos e Papel

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Paper and Cellulosic Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:*Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria Helena Figueiredo Godinho - T:10,5; PL:17,5; OT:3***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Luís Miguel Nunes Pereira - T:10,5; PL:17,5; OT:3***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Esta disciplina permitirá adquirir uma formação adicional na área dos polímeros de modo a compreender as características próprias da celulose e seus derivados e o seu impacto nos setores industriais e no desenvolvimento de novos materiais. Esta disciplina tem os seguintes objetivos pedagógicos: transmitir ao aluno um conjunto integrado de informação que se pensa ser útil, tanto para a aquisição de conhecimentos adicionais sobre um conjunto de materiais, como promover a procura de conhecimentos sobre o modo de utilizar os polímeros celulósicos em novas aplicações. Pretende-se estimular a capacidade de pesquisa, de síntese e de comunicação oral através da realização de relatórios de laboratório e sua discussão.

O objetivo científico central é o de consolidar e alargar o conhecimento dos alunos na área dos materiais poliméricos pelo conhecimento de novos polímeros de origem natural fonte potencial de novos materiais com propriedades mecânicas, ópticas e eletrônicas excecionais.

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

This course is recommended for students who want to deepen their learning in the area of polymeric materials to acquire additional training in order to understand the characteristics of cellulose and its derivatives and their impact on industrial sectors and on the development of new materials. This course has the following educational objectives: to offer the student an integrated set of information which promotes the pursuit of knowledge on how to use cellulosic materials to develop new applications. We intend to stimulate the ability of the students to organize and defend their work by doing laboratory works and reports.

The central scientific objective is to consolidate and extend students knowledge in the field of polymeric materials by introducing an old natural material which is a potential source of new materials with exceptional mechanical, optical and electrical properties.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: Polímeros naturais. Principais polímeros naturais; Celulose: Constituição e Estrutura: análise estrutural. Estrutura cristalina da celulose. Celulose amorfa.

Compósitos LenhoCelulósicos: A madeira; A cortiça; O algodão. Fabrico do papel. Derivados Celulósicos: Classificação. Reações de modificação da celulose. Reações de reticulação. Reações de Enxerto. Preparação de filmes e fibras e sua caracterização. Interação Derivados Celulósicos/Solvente: Caracterização reológica. Derivados celulósicos solúveis em água. Ponto de gelificação e gelificação térmica. Polímeros Líquidos Cristalinos Celulósicos: Classificação. Propriedades ópticas e teoria da fase nemática quiral. Mesofases termotrópicas. Propriedades Reológicas dos derivados celulósicos termotrópicos e liotrópicos. Compósitos celulósicos: Preparação de misturas e de microcompósitos. Obtenção de filmes e fibras Aplicações da Celulose e Seus Derivados como Materiais Biocompatíveis.

4.4.5. Syllabus:

Introduction: Natural polymers. Major natural polymers; Cellulose: Constitution and Structure: structural analysis. crystalline structure. Amorphous cellulose.

Lignocellulosic composites: Wood, Cork, Cotton. Paper manufacture. Cellulose Derivatives: Classification of cellulose derivatives. Modification reactions of cellulose. Crosslinking reactions. Graft derived cellulose. Preparation of films and fibers and their characterization. Cellulose Derivatives interaction / Solvent: rheological characterization. Water-soluble cellulose derivatives. Gel point. Cellulose Liquid Crystalline Polymers: Classification. Optical properties of chiral nematic phase theory for the chiral nematic phase. Thermotropic mesophases. Rheological properties of thermotropic and lyotropic phases. Cellulosic composites: Preparation of mixtures and micro composites. Films and fibers preparation. Applications of Cellulose and Its Derivatives as Biocompatible Materials.

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

A celulose possui um papel único entre os materiais poliméricos. É um polímero natural, biodegradável, biocompatível e biomimético. O estudo dos materiais celulósicos é interdisciplinar. A abordagem adotada tem em conta os conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares (UC) de Química e Física de Polímeros, mas também de outras UC como Microeletrónica, Optoeletrónica e Biossensores, e pretende dar uma visão da celulose como material do futuro em termos de aplicações tecnológicas. Começa-se por abordar aspetos fundamentais sobre a estrutura da celulose, as principais indústrias em que é aplicada, as reações químicas mais utilizadas para a sua modificação. Após transmissão destes conhecimentos básicos, são abordadas as diferentes aplicações da celulose, desde a produção de papel aos compósitos. Por fim é dada uma nova visão sobre a aplicabilidade dos materiais celulósicos nas áreas da fotónica, energia e eletrónica.

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

Cellulose has a unique role among polymeric materials. It is a natural, biodegradable, biocompatible and biomimetic polymer. The study of cellulosic materials is interdisciplinary. The adopted approach takes into account the knowledge acquired in the curricular units (UC) of Chemistry and Polymer Physics, but also from other UC such as Microelectronics, Optoelectronics and Biosensors, and intends to give a vision of cellulose as material of the future in terms of technological applications. It starts by addressing fundamental aspects about the structure of cellulose, the main industries in which it is applied, the chemical reactions most used for its modification. After transmitting this basic knowledge, the different applications of cellulose are addressed, from paper production to composites. Finally, a new view is given on the applicability of cellulosic materials in the areas of photonics, energy and electronics.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC está dividida em aulas teóricas e aulas práticas. Nas aulas teóricas serão apresentados os fundamentos do tema a abordar, recorrendo a animações, figuras e esquemas em “data-show”. Segue-se a análise e discussão, em conjunto, desse mesmo tema, suportados em publicações científicas. O material suporte apresentado em “data-show” será posto à disposição dos alunos.

As aulas práticas serão todas em ambiente laboratorial, num conjunto de 4 trabalhos práticos a realizar durante todo o semestre. Guiões dos trabalhos práticos serão disponibilizados aos alunos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The UC is divided into theoretical and practical classes. In the theoretical classes, the fundamentals of the topic to be addressed will be presented, using animations, figures and schemes in “data-show”. It follows the analysis and discussion, together, of this same theme, supported by scientific publications. The support material presented in the “data-show” will be made available to students.

The practical classes will be all in a laboratory environment, in a set of 4 practical assignments to be carried out throughout the semester. Practical assignment guides will be made available to students.

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

A UC está dividida em aulas teóricas e aulas práticas. Nas aulas teóricas serão expostos pelo docente os fundamentos dos capítulos que constam do programa da unidade curricular (UC), recorrendo a animações, figuras e esquemas em “data-show”. O material suporte apresentado em “data-show” será posto à disposição dos alunos. Isso ocupará cerca de metade da aula, ficando reservada a outra metade para a discussão conjunta (docente mais alunos) do tema abordado. Esta discussão será suportada na análise de artigos científicos relacionados com esse tema, numa abordagem que se pretende sempre relacionada com o estado da arte e desenvolvimentos mais recentes. A própria estruturação dos capítulos a abordar foi pensada para se começar pela compreensão dos conceitos básicos sobre celulose e materiais celulósicos, terminado nas aplicações de cariz mais tecnológico, como eletrónica e fotónica.

As aulas práticas serão todas em ambiente laboratorial, num conjunto de 4 trabalhos práticos a realizar durante todo o semestre, em temas relacionados com o que é lecionado e discutido nas aulas teóricas, nomeadamente:

- Filmes iridescentes de celulose nanocristalina
- Desenvolvimento de filmes derivados da celulose com capacidade para responder A estímulos externos: motor de celulose
- Tintas funcionais à base de celulose para a eletrónica impressa
- Eletrólitos de estado sólido à base de celulose

O conjunto de trabalhos de laboratório proposto pressupõe que os alunos dominam parte técnicas experimentais associadas a cada um deles, comuns a UC anteriores. A preparação dos trabalhos práticos é realizada antecipadamente pela leitura atenta do respetivo guião e pela consulta da bibliografia especializada recomendada aos alunos pelos docentes da disciplina. Com os trabalhos de laboratório pretende-se consolidar os conhecimentos já adquiridos das técnicas e métodos experimentais, pelo que os trabalhos de laboratório podem decorrer em simultâneo para grupos diferentes. Cada trabalho prático consiste em 3 aulas práticas. Um mapa com a rotatividade dos alunos pelos trabalhos será elaborado para cada ano letivo.

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

The UC is divided into theoretical and practical classes. In the theoretical classes, the fundamentals of the chapters that are part of the curricular unit (UC) program will be exposed by the teacher, using animations, figures and schemes in “data-show”. The support material presented in the “data-show” will be made available to students. This will occupy about half of the class, with the other half reserved for the joint discussion (teacher plus students) of the topic addressed. This discussion will be supported in the analysis of scientific articles related to this theme, in an approach that is always intended to be related to the state of the art and more recent developments. The structuring of the chapters to be addressed was designed to begin with an understanding of the basic concepts about cellulose and cellulosic materials, ending with applications of a more technological nature, such as electronics and photonics.

The practical classes will all take place in a laboratory environment, in a set of 4 practical assignments to be carried out throughout the semester, on topics related to what is taught and discussed in the theoretical classes, namely:

- Iridescent nanocrystalline cellulose films

- *Development of cellulose-derived films capable of responding to external stimuli: cellulose engine*

- *Cellulose-based functional inks for printed electronics*

- *Cellulose-based solid-state electrolytes*

The set of laboratory work proposed assumes that students master part of the experimental techniques associated with each of them, common to previous UC. The preparation of practical work is carried out in advance by carefully reading the respective script and by consulting the specialized bibliography recommended to students by the discipline's teachers. With laboratory work, it is intended to consolidate the knowledge already acquired of experimental techniques and methods, so that laboratory work can take place simultaneously for different groups. Each practical assignment consists of 3 practical classes. A map showing the students' turnover will be prepared for each academic year.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

P.J. Flory "Principles of Polymer Chemistry", Cornell University Press, Ithaca, N.Y. (1953)

R.D. Gilbert, Cellulosic Polymers, Blends and Composites, Hanser, Munich (1994)

W. Hamad, Cellulosic Materials, Kluwer Academic Publishers, London (2001)

P.A. Williams, Cellulosic pulps, fibres and materials, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge (2000)

N.-S. Hon, N. Shiraishi, Wood and Cellulosic Chemistry, Marcel Dekker, N.Y. (2000)

Artigos a distribuir durante as aulas teóricas

Mapa IV - Espumas e Materiais Celulares

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Espumas e Materiais Celulares

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Foams and Cellular Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:35; OT:6

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Alexandre José Costa Velhinho - T:10,5; PL:17,5; OT:3

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

João Paulo Miranda Ribeiro Borges - T:10,5; PL:17,5; OT:3

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

- Conhecer e saber avaliar as características mecânicas e térmicas essenciais das espumas e dos materiais celulares;
- Conhecer e saber avaliar as características mecânicas e térmicas das da cortiça (caso de material celular particularmente importante para a economia portuguesa)
- Conhecer as aplicações mais correntes dos materiais celulares
- Determinar o comportamento mecânico de espumas e materiais celulares específicos em situações reais de utilização
- Realizar ensaios de avaliação das propriedades de espumas e materiais celulares

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

- To know and evaluate the mechanical and thermal properties of foams and cellular materials;
- To know and evaluate the mechanical and thermal characteristics of the cork (cellular material of particular relevance for the Portuguese economics);
- To know the most common applications of cellular materials;
- To be able to determine the mechanical behaviour of foams and cellular materials specific situations in actual use;
- To be able to conduct tests to assess the properties of foams and cellular materials.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos sólidos celulares.
 A estrutura dos sólidos celulares.
 Propriedades dos sólidos celulares.
 Comportamento mecânico das estruturas em ninho de abelha.
 Comportamento mecânico de espumas.
 Propriedades térmicas, acústicas e elétricas de materiais celulares.
 Absorção de energia por materiais celulares.
 Concepção de estruturas laminadas com cerne de espuma.
 Materiais celulares naturais (madeira, cortiça, tecido ósseo esponjoso).
 Materiais celulares sintéticos (espumas poliméricas, metálicas e cerâmicas; espumas sintáticas)
 Elasticidade linear de materiais celulares anisótropos.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to cellular solids.
 The structure of cellular solids.
 Properties of cellular solids.
 Mechanical behaviour of honeycomb structures.
 Mechanical behaviour of foams.
 Thermal, acoustic and electric properties of cellular materials.
 Energy absorption by cellular materials.
 Design of laminated structures with foam core.
 Natural cellular materials (wood, cork, bone tissue).
 Synthetic cellular materials (polymer, metallic and ceramic foams; syntactic foams).
 Linear elasticity of anisotropic cellular materials.

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

O conteúdo programático apresentado cobre aspetos relacionados com a estrutura e propriedades de espumas e materiais celulares. Será estudado em pormenor o comportamento mecânico, térmico, elétrico e acústico de materiais celulares com vista a um leque diverso de aplicações (construção, biomateriais, entre outras). É dado enfoque à relação estrutura-propriedades deste tipo de materiais de forma a fornecer aos alunos ferramentas para o desenvolvimento de novos materiais celulares.

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

The syllabus presented covers issues related to the structure and properties of foams and cellular materials. It will be studied in detail the mechanical, thermal, electrical and acoustic properties of cellular materials with a view to a diverse range of applications (construction, biomaterials, etc.). The focus is on the structure-properties relationship of such materials in order to provide students with tools for the development of new cellular materials.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Consideram-se dois tipos de aulas: teóricas / teórico-práticas e de laboratório. As aulas teóricas, bem como as teórico-práticas, serão ministradas com recurso a projetor multimédia, tendo os estudantes acesso a cópia do conteúdo projetado na página da disciplina, suportada na plataforma Moodle. Será igualmente realizada a resolução de problemas, efetuado o estudo de casos, recorrendo à análise de artigos científicos. Os trabalhos de laboratório serão realizados pelos próprios estudantes, sob orientação do docente e focam os diferentes tópicos do programa.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Two types of lessons will be considered: Lectures (theory / practice) and laboratory. Lectures will be given using PowerPoint slides, students having access to copies on the course page in the Moodle platform. Problem solving sessions will take place, as well as different case study analysis, based on scientific articles. The laboratory work will be performed by the students under the guidance of the teacher and focus on the different topics of the syllabus.

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

O ensino tem um carácter teórico/prático e experimental que permitirá aos alunos adquirir e aplicar os conhecimentos no desenvolvimento de novos materiais celulares para as mais diversas aplicações. Nas aulas teórico/práticas a matéria é exposta e são estudados casos (análise de artigos científicos) e resolvidos problemas assentes em situações reais, o que permitirá a consolidação dos conhecimentos que posteriormente serão postos em prática nas aulas de laboratório. Desta forma, aulas teóricas/práticas e de laboratório complementam-se de forma a fornecer uma aprendizagem integrada. Os trabalhos de laboratório assumem um peso importante na avaliação da unidade curricular já que é através destes que os alunos adquirem competências em termos experimentais que lhes permitirão aplicar técnicas laboratoriais diversas no desenvolvimento de novos materiais celulares.

No decurso do semestre, proceder-se-á a um apelo constante a conhecimentos adquiridos anteriormente, procurando ainda estabelecer as bases para assuntos relacionados a tratar noutras unidades curriculares.

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

Teaching has theoretical and experimental components that will allow students to acquire and apply knowledge in developing new cellular materials for a wide range of applications. In lectures, the subjects will be presented and explained, and case studies will be analyzed (scientific papers), as well as solving problems based on real situations, which will allow the consolidation of knowledge that will later be put into practice in labs. Thus, lectures and laboratory classes complement each other in order to provide an integrated learning. Lab works assume an important role in the evaluation of the curricular unit as it is through these that students acquire skills in experimental terms that allow them to implement different laboratory techniques in the development of new cellular materials.

Throughout the semester, a constant demand will be placed on knowledge previously acquired, and special care will be taken in order to establish firm bridges to other curricular units.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Lorna J. Gibson, Michael J. Ashby, "Cellular Solids: Structure and Properties", Cambridge Solid State Series, 1999 (ISBN 0521499119).

- Apontamentos do Professor.

- Artigos de Revistas Científicas com relevância para as matérias lecionadas.

Mapa IV - Tecnologias de Fundição e Soldadura**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Tecnologias de Fundição e Soldadura

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Foundry and Welding Technologies

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMc

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:*Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***João Pedro de Sousa Oliveira (Regente) - T:14; PL:14***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Catarina Vidal - T:14; PL:14***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se com esta disciplina, que os alunos adquiram:*

- os fundamentos das tecnologias da fundição
- um conjunto de conhecimentos actualizados sobre as técnicas de ligação de materiais, seu potencial e campo de aplicação
- conhecimentos de base fundamental sobre como os diferentes processos de fundição e soldadura determinam as características microestruturais dos materiais processados e como alterar as mesmas
- correlacionar a evolução microestrutural decorrente dos processos de fundição e soldadura e o seu impacto nos materiais obtidos

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

- fundamentals of foundry technology
- fundamentals of welding and joining technologies, its potential and application fields
- fundamental understanding on how foundry and welding technologies impact the microstructural characteristics of the process materials and how to control them
- correlate the microstructural evolution arising from foundry and welding technologies and its influence on the processed materials

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Introdução ao processamento térmico**Fundamentos da tecnologia de fundição**Fundamentos das tecnologias de soldadura e ligação**Fundamentos do processamento térmico de materiais não metálicos***4.4.5. Syllabus:***Introduction to thermal processing**Foundry technology**Welding and joining technology**Thermal processing of non metallic materials***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Nas aulas teóricas faz-se a exposição teórica dos conceitos, sendo incentivada a participação dos alunos.**Nas aulas práticas realizam-se trabalhos de carácter prático (em grupo) nas aulas na componente de soldadura e de modelação com softwares dedicados nas aulas relativas à componente de fundição que fomentem o contacto com os equipamentos e a aquisição de sensibilidade para a realização de trabalhos de carácter experimental.**Para além das aulas de contacto presenciais faz-se um acompanhamento tutorial dos alunos suportado em ferramentas de ensino-aprendizagem online***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Theoretical classes are used to introduce fundamental concepts and student participation is envisaged.**In practical classes practical work is developed in groups in welding component of the subject while in the foundry one students do simulations with dedicated software's in order to increase the contact with laboratory equipment and experimental methods.**Tutorial follow-up either in face to face or e-learning based is also implemented***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Nas aulas teóricas faz-se a exposição da matéria, sendo incentivada a participação dos alunos.**Nas aulas práticas realizam-se exercícios para consolidação da matéria apresentada nas aulas teóricas e para desenvolver a análise crítica dos alunos. Haverá igualmente aulas práticas em laboratório para os alunos terem contacto com diferentes processos de soldadura e fundição.**Avaliação em época normal:**2 testes (T1, T2) + 1 trabalho com apresentação e discussão (P1)**A nota final, N, (em época normal) é obtida pela fórmula:* *$N = 0.35 \times T1 + 0.35 \times T2 + 0.3 \times P1$* *É necessário que $T1 \geq 8.0$ e $P1 \geq 10.0$. O trabalho serve também para obter frequência à disciplina e para tal é necessário que $P1 > 10.0$. Se a nota de P1 for inferior a 10.0 o aluno será reprovado à disciplina e não será admitido a*

*exame. Cumprindo as condições anteriores os alunos serão aprovados se $N \geq 9.5$.
Em exame de recurso a nota final é dada pela nota do exame, não contando o trabalho prático.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In the theoretical classes the material is presented and interaction with the students is encouraged. In the practical classes exercises will be performed to consolidate the topics presented in the theoretical classes and for students to develop their critical analysis. There will be laboratorial classes for hands-on experienced with welding and foundry technologies

Students can be evaluated in Época Normal or in Época Recurso

In Época Normal:

2 tests (T_1, T_2)+1 practical work with presentation and discussion (P_1)

Final grade, N , (in Época normal) is obtained by:

$N = 0.35 \times T_1 + 0.35 \times T_2 + 0.3 \times P_1$

It is necessary that $T_1 \geq 8.0$ and $P_1 \geq 10.0$. The practical work is necessary to obtain frequency (Frequência) in the unit.

For such it is necessary that $P_1 > 10.0$. If P_1 is lower than 10.0 the student will fail the unit and will not be admitted to

Época de recurso. If all conditions are followed, the student will be approved in the unit if $N \geq 9.5$

In "Época de recurso" the final grade is given by the exam grade

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

A unidade curricular pretende assegurar aos alunos a compreensão e capacidade de usar um conjunto de ferramentas essenciais à atividade de um engenheiro mecânico no que concerne às tecnologias industriais de fundição e soldadura.

Estes objetivos são realizados através de três fases de aprendizagem:

1. Os alunos são confrontados com os conceitos numa abordagem construtiva, utilizando recursivamente conceitos já adquiridos para a elaboração de novo conhecimento.

2. Os alunos são confrontados com a necessidade de usarem os novos conhecimentos e capacidades para a resolução de problemas, com o apoio do docente.

3. Os alunos realizam, autonomamente, atividades práticas destinadas a consolidar a compreensão dos temas e a saber resolver problemas reais.

Cada um dos temas tratados na unidade curricular é apreendido através deste processo, conduzindo o aluno através de um percurso compreensão – aplicação, essencial em engenharia.

A realização de atividade prática leva o aluno a perceber a importância prática do rigor e segurança.

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

The course aims the students to be able to use a set of concepts that are essential to the activity of a mechanical engineer as far as industrial technologies of foundry and welding are concerned.

These goals are achieved through a three-phase apprenticeship:

1. Students are confronted with the main concepts in a constructive approach, where new knowledge is recursively built on top of already acquired concepts.

2. Students face the need to use the recently acquired knowledge and skills to solve new problems, with the support of the teachers.

3. The students (autonomously) perform experimental work aimed to consolidate the apprehension of the different subjects and to apply them to real life problems.

This three-phase process is used through all the subjects on the syllabus, leading the student through a path from comprehension towards application.

Practical activity enhances the perception of this requirement of accuracy and safety aspects as a practical need. need.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Kalpajian S., Manufacturing Processes for Engineering Materials, ed. Addison-Wesley, 2003

Jorge Rodrigues e Paulo Martins, Tecnologia Mecânica - vol.1, ed. Escolar Editora, 2005

Peter Beeley, Foundry Technology, Butterworth Heinemann, 2ª ed., Oxford 2001

D. R. Poirier e E. J. Poirier, Heat Transfer Fundamentals for Metal Casting, 2ª ed., TMS, Pennsylvania, 1993

M. C. Flemings, Solidification Processing, McGraw-Hill – Materials Science and Engineering, 1974

E. J. Vinarcik, High Integrity Die Casting Processes, John Wiley & Sons, Inc., 2003

Santos, J. F., Quintino, L., Processos de Soldadura, ed. ISQ, 1998

Welding Handbook vol. III – Materials and Applications, ed. AWS, 1996

Lopes, E. D. e Miranda R. M., Metalurgia da Soldadura, ed. ISQ 1993

Mapa IV - Finanças para Empreendedores

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Finanças para Empreendedores

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Finance for Entrepreneurs

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*EI***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Joaquim Amaro Graça Pires Faia e Pina Catalão Lopes (Regente) - TP:28***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta UC o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- *Concetualizar o ambiente em que as empresas operam, competindo num mercado global.*
- *Dominar as ferramentas necessárias ao enquadramento do negócio, realçando o papel da gestão financeira como instrumento da estratégia.*
- *Avaliar e selecionar as diferentes alternativas de financiamento tendo em atenção o risco, a rentabilidade e a solvabilidade*
- *Interpretar a situação económico-financeira de uma empresa utilizando as técnicas de gestão financeira mais comuns (Balanço, DR e método dos rácios)*
- *Aplicar os conceitos e as ferramentas necessárias à gestão do risco internacional, nomeadamente os decorrentes de variações em taxas de juro e taxas de câmbio, situação crítica das empresas que internacionalizam.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this UC the student will have acquired the knowledge, skills and competences that allow him:*

- *To reconcile the environment in which companies operate, competing in a global market.*
- *Mastering the tools needed to frame the business, highlighting the role of financial management as an instrument of strategy.*
- *Evaluate and select the different financing alternatives taking into account risk, profitability and solvency*
- *Interpret the economic and financial situation of a company using the most common financial management techniques (Balance Sheet, P&L and Ratios Method)*
- *Apply the concepts and tools necessary for international risk management, namely those arising from changes in interest rates and exchange rates, critical situation of companies that internationalize*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Ser empreendedor num mercado global: Enquadramento e desafios*
- 2. A gestão financeira como instrumento da estratégia*
- 3. O plano de negócios: Métodos de previsão financeira*
- 4. Risco, rentabilidade e alavancagem*
- 5. Financiamento das oportunidades de negócio*
- 6. Análise económico-financeira*
- 7. Cobertura de riscos em mercado internacional*

4.4.5. Syllabus:

- 1. To be entrepreneur in a global market: Context and challenges*
- 2. Financial management as a strategic tool*
- 3. Business plan: Methods of financial forecasting*
- 4. Risk, profitability and leveraging*
- 5. Financing business opportunities*
- 6. Economic and financial analysis*
- 7. Using hedging instruments to cover risks in international market*

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

Na seção 1 aborda-se os objetivos dos investidores.

Na seção 2 é desenvolvido o conceito da gestão financeira numa perspetiva integrada.

Na seção 3 são aprofundados os conhecimentos sobre o plano de negócios, e a avaliação da decisão económica de investimento.

Na seção 4 são abordados os conceitos de risco e rentabilidade, bem como os diversos tipos de risco.

Na seção 5 são apresentados e analisados os diferentes elementos relacionadas com o financiamento.

Na seção 6 são apresentados os principais elementos da análise económico-financeira, nomeadamente o Balanço, a Demonstração de resultados, e os conceitos de liquidez, solvabilidade, rentabilidade.

Na seção 7 são apresentados a cobertura de riscos em mercado internacional e suas principais ferramentas.

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

Section 1 addresses the objectives of investors.

In section 2 the concept of financial management is developed in an integrated perspective.

In section 3 the knowledge about the business plan and the evaluation of the economic decision of investment are deepened.

Section 4 deals with the concepts of risk and profitability, as well as the different types of risk.

Section 5 presents and analyzes the different elements related to financing.

Section 6 presents the main elements of the economic-financial analysis, namely the Balance Sheet, the Income Statement, and the concepts of liquidity, solvency, profitability.

Section 7 presents the coverage of risks in the international market and its main tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino baseia-se nos seguintes princípios:

- Exposição oral por parte do docente;*
- Exercícios práticos de utilização de técnicas e métodos quantitativos;*
- Realização de trabalho em grupo;*
- Apresentação e debate dos trabalhos em grupo;*
- Avaliação de conhecimento e desempenho individual.*

A avaliação final terá por base o desempenho ao longo do semestre:

- 2 Trabalhos de Grupo (TG) que consistem no desenvolvimento de trabalhos a realizar de acordo com requisitos relativos ao investimento em negócios de empresas. Os grupos terão um máximo de 5 estudantes.

- 1 Teste (T1,) no final do semestre. Nota mínima 9.5 valores.

A nota final de FE será composta da seguinte maneira:

Nota final = $0,30 \cdot T1 + 0,35 \cdot TG1 + 0,35 \cdot TG2$

A aprovação ocorre se a Nota Final for igual ou superior a 9,5 valores.

O Exame de Recurso e o Exame de Melhoria têm o peso do Teste na nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method is based on the following principles:

- Oral presentation by the teacher;*
- Practical exercises in the use of quantitative techniques and methods;*
- Realization of group work;*
- Presentation and discussion of group work;*
- Assessment of knowledge and individual performance.*

The final evaluation will be based on the performance during the semester:

- 2 Group Works (TG) that consist of the development of works to be carried out according to requirements related to the investment in business of companies. The groups will have a maximum of 5 students.

- 1 Test (T1,) at the end of the semester. minimum grade 9.5 points.

The final grade of MDc will be composed as follows:

Final grade = $0.30 \cdot T1 + 0.35 \cdot TG1 + 0.35 \cdot TG2$

Approval occurs if the Final Mark is equal to or greater than 9.5 points.

Appeal Exam and Improvement Exam have, each of them, the same weight as the Midterm for the Final Grade.

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

A lecionação da unidade curricular é realizada combinando uma vertente expositiva, e uma vertente aplicada de realização de exercícios, ambas ocorrendo nas aulas teórico-práticas. Existem ainda sessões de orientação tutorial para acompanhamento da realização do trabalho e do auto-estudo realizado.

Na componente expositiva são expostos os conteúdos teóricos, acompanhados por exemplos práticos de cada matéria para melhor compreensão dos conceitos teóricos. São também apresentados casos de estudo, problemas e exercícios para que os estudantes possam resolver por eles próprios, sendo posteriormente feita a explicação de cada exercício.

No início das aulas são apresentados aos alunos os enunciados dos trabalhos de grupo, para que estes iniciem o processo do seu desenvolvimento. À medida que os conceitos vão sendo expostos nas aulas teóricas e práticas os estudantes vão desenvolvendo os seus trabalhos.

Os trabalhos são apresentados e é feita a discussão das abordagens consideradas.

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

The lecturing of the curricular unit is carried out combining an expository, and an applied dimension of exercises, both occurring in the theoretical-practical classes. There are also tutorial sessions to follow up the work and self-study. In the expository component the theoretical contents are presented, accompanied by practical examples of each subject for a better understanding of the theoretical concepts. Also presented are case studies, problems and exercises so that students can solve for themselves, and then explained each exercise.

At the beginning of the classes the students are presented with the group work assignments, so that they begin the development process. As the concepts are being exposed in the theoretical-practical classes, students will develop their work.

The work assignments are presented and the approaches selected are discussed.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Viedma, J.M. and Cabrita, M.R. (2012). Entrepreneurial Excellence in the Knowledge Economy. Intellectual Capital Benchmarking System. Palgrave Macmillan. (cap. 1, 2, 3 e 4).

Nabais, C. e Nabais, F (2009). Prática Financeira I. Análise Económico Financeira. (5ª Ed.). Lidel

Ferreira, M., Santos, J. e Serra, F. (2008). Ser empreendedor: Pensar, criar e moldar a nova empresa. Sílabo

Allen, B.M. (2007). Princípios de Finanças Empresariais. 8ª Ed. McGraw-Hill.

Cusatis, P. e Thomas, M. (2005). Hedging Instruments and Risk Management. McGraw-Hill

Sahlman, W. A. (1997). How to write a great business plan. Harvard Business Review, July-Aug, pp. 98-108.

Mapa IV - Engenharia Bioquímica I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia Bioquímica I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biochemical Engineering I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:24; PL:4

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Maria Ascensão Carvalho Fernandes de Miranda Reis – T:28

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*Maria Filomena Andrade de Freitas - TP:24**Joana Costa Fradinho - PL:4**Cristiana Andreia Vieira Torres - PL:4***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Esta UC proporciona uma formação de base na disciplina de Engenharia Bioquímica. Pretende em particular proporcionar conhecimentos e competências na análise da operação e projeto de Biorreatores. Assim, os alunos adquirem conhecimentos e competências num conjunto de tópicos que são centrais em Engenharia Bioquímica:*

- Estequiometria, Energia e Cinética de reações bioquímicas
- Transferência de massa e energia e respectivos balanços materiais
- Análise da operação e projecto

*Esta UC pretende promover competências de autonomia e desenvolvimento de novos métodos e paradigmas que potenciem a inovação.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***This curricular unit provides basic training in the discipline of Biochemical Engineering. It provides knowledge, competencies and skills in the analysis and design of Bioreactors. As such, the students are trained in a number of topics that are central to Biochemical Engineering:*

- Stoichiometry, energy and kinetics of biochemical reactions:
- Mass and energy transfer and conservation laws
- Operation analysis and design

*This curricular unit promotes self-learning and entrepreneurship inducing competencies to make novel discoveries, develop new methods, and establish new paradigms.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***I- Análise e Operação de Biorreatores*** Cálculo de parâmetros cinéticos e estequiométricos*** Reactor descontínuo, contínuo com agitação, semicontínuo, e de fluxo pistão**II- Transferência de Massa*** Princípios de transferência de massa gás-líquido*** Balanços de massa*** Tipos de biorreatores arejados*** “hold up” e área interfacial*** Coeficiente de transferência de massa gás-líquido**III- Transferência de Calor*** Esterilização de meios de crescimento*** Balanços de energia e determinação de coeficientes de transferência de calor*** Esterilizadores contínuos e descontínuos**IV- Aplicações Industriais de Bioprocessos*** Produção de antibióticos, fermentação alcoólica e produção de metano***4.4.5. Syllabus:***I- Bioreactor analysis and operation*** Determination of stoichiometric and kinetic parameters.*** Batch reactor, stirred tank reactor (CSTR), fed-batch and plug flow**II- Mass transfer*** Principles of gas-liquid mass transfer*** Material balances in aerated bioreactors*** Type of aerated bioreactors;*** Determination of hold up and interfacial area;*** Experimental determination of gas-liquid transfer coefficient; use of correlations.**III- Heat transfer*** Heat balances and determination of heat transfer coefficient;*** Media sterilization. Batch and continuous sterilization.**IV- Examples of Industrial bioprocesses*** Production of antibiotics, alcoholic fermentation and production of methane.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Esta UC está orientada para proporcionar um treino de base em matérias centrais da análise de operação e projeto de Biorreactores. No tópico I são revistos e aprofundados os aspectos básicos da estequiometria, energia e cinética de transformações biológicas. Estas matérias estão na base do dimensionamento dos Biorreactores ideais (ainda tópico I).**Nos tópicos II e III são estudados fenómenos de transferência de massa e de energia essenciais ao projeto de Biorreactores. No tópico IV estudam-se alguns exemplos clássicos de bioprocessos.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The subjects taught in this curricular unit are oriented to providing basic training in the analysis and design of bioreactors. In topic I the subjects of stoichiometry, energy and kinetics of biochemical transformations are revised,*

which lie at the base of bioreactor design. The ideal bioreactors are studied (Topic I) . In topics II and III, transport phenomena, namely mass and energy, are applied for bioreactor design. In topic IV some classical examples of bioprocesses are studied.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As matérias são lecionadas em aulas teóricas em formato standard (28 horas) onde são expostas as matérias relevantes.

Nas sessões de resolução de problemas (33 horas) são abordados os tópicos lecionados nas aulas teóricas numa perspetiva prática. Os alunos resolvem problemas de forma autónoma. Os alunos executam um trabalho laboratorial (4 horas) em grupos de 4 alunos onde é efectuada uma experiência de crescimento celular em biorreactor agitado e elaboram um relatório sobre o mesmo. A avaliação inclui dois componentes: 2 testes individuais ou 1 exame; - Avaliação do trabalho laboratorial e respetivo relatório e discussão.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Subjects are covered in theoretical lectures in standard format (28 hours) where the theoretical topics are covered. In the problem-solving sessions (33 hours) the topics of theoretical lectures are covered in a practical perspective. Students solve problems in autonomy, which most of the times involve the design of unit operations. The students execute a laboratorial work where they perform a cell culture experiment in an aerated stirred bioreactor. Grading comprises two components: - two midterm examinations or final exam, - lab work report and discussion.

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

Nas aulas teóricas são expostas as matérias em formato standard, no entanto a consolidação de conhecimentos e competências neste tipo de matérias só é possível através da prática sistemática na resolução dum conjunto coerente de problemas. Para promover a autonomia na aprendizagem, é definido um roadmap com uma sequência de problemas para orientar os alunos nos trabalhos de casa. Nas sessões de resolução de problemas, são proporcionados os conhecimentos básicos para que os alunos continuem a desenvolver as matérias de forma autónoma fora da sala de aula.

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

Theoretical lectures will expose the relevant subjects, but consolidation of competencies and skills in such subjects is only possible through intensive practicing with a coherent set of problems. To promote self-learning and autonomy skills, a roadmap with a sequence of problems and milestones is provided to students to orient their homework. In the problem-solving sessions teaching activities are oriented to provide the basic knowledge for students to continue developing the subjects at home.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1 - Bailey, J.E. and Ollis, D.F. (1986). *Biochemical Engineering Fundamentals*. McGraw-Hill, New York, USA.
- 2 - Blanch, H.W. and Clarck, D.S. (1996). *Biochemical Engineering*. Marcel Dekker, Inc. New York, USA.
- 3 - Nielsen, J. and Villadsen, J. (1994). *Bioreaction Engineering Principles*. Plenum Press. New York, USA.
- 4 - Doran, P.M. (1995) *Bioprocess Engineering Principles*, Academic press, London.

Mapa IV - Engenharia de Células e Tecidos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia de Células e Tecidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cell and Tissue Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva (Regente) – T:28***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Célia Maria Reis Henriques – PL:28***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

É objetivo principal desta unidade curricular proporcionar aos estudantes uma formação genérica e inicial nesta área da Eng^a Biomédica. Após a frequência desta disciplina os alunos compreenderão como a Engenharia de Tecidos pode ser usada no desenvolvimento de novos métodos terapêuticos que envolvem a criação de tecidos e órgãos destinados a substituir os originais danificados ou não funcionais por motivo de doença ou acidente. Os alunos serão capazes de aplicar as técnicas existentes para a produção de matrizes biodegradáveis porosas, de cultura celular e análise dos tecidos criados in vitro e in vivo. Os estudantes ficarão a conhecer os mecanismos de reparação e regeneração de tecidos em adultos, a estrutura microscópica dos tecidos e aplicações concretas de produtos da E.T. a alguns tecidos e órgãos.

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

The main objective of this course is to provide students with a general and initial training in this area of Biomedical Engineering. After completing this course students will understand how Tissue Engineering can be used in the development of new therapeutic methods involving the creation of tissues and organs to replace damaged or non-functional originals due to illness or accident. Students will be able to apply existing techniques for the production of porous biodegradable cell culture matrices and in vitro and in vivo tissue analysis. Students will learn about the mechanisms of tissue repair and regeneration in adults, the microscopic structure of tissues, and concrete applications of E.T. products to some tissues and organs.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Programa baseado no livro "Tissue Engineering" (Senior Editor: Clemens van Blitterswijk. Elsevier, 2008)

- 1 - Introduction to cell and tissue engineering*
- 2 - The History of the first TE product, Integra*
- 3 - Tissue homeostasis and wound healing*
- 4 - The 4 tissue types*
- 5 - The extracellular matrix*
- 6 - Cell culture*
- 7 - Natural polymers*
- 8 - Synthetic degradable polymers*
- 9 - Bioceramics and Biocomposites*
- 10 - Scaffold design and fabrication*
- 11 - Stem cells*
- 12 - Cell-biomaterial interactions*

4.4.5. Syllabus:

Program based on the book "Tissue Engineering" (Senior Editor: Clemens van Blitterswijk. Elsevier, 2008)

- 1 - Introduction to cell and tissue engineering*
- 2 - The History of the first TE product, Integra*
- 3 - Tissue homeostasis and wound healing*
- 4 - The 4 tissue types*
- 5 - The extracellular matrix*
- 6 - Cell culture*
- 7 - Natural polymers*
- 8 - Synthetic degradable polymers*
- 9 - Bioceramics and Biocomposites*
- 10 - Scaffold design and fabrication*
- 11 - Stem cells*
- 12 - Cell-biomaterial interactions*

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

O conteúdo programático da unidade curricular fornece aos alunos uma visão geral dos processos de investigação e desenvolvimento de substitutos biológicos de órgãos e tecidos para utilização em Medicina Regenerativa. Para tal, são abordados nas aulas os temas que fundamentam cientificamente a abordagem da Eng de Tecidos ao desenvolvimento de substitutos biológicos, tais como os mecanismos de reparação de feridas em adultos, os materiais poliméricos e cerâmicos que são usados para a produção de matrizes tridimensionais porosas como equivalentes da matriz extra celular, bem como as técnicas envolvidas os métodos de caracterização física, química e

biológica (através de testes in vitro e in vivo). Através do estudo de casos de investigação e estudos clínicos reportados na literatura científica, os alunos adquirem uma visão abrangente da área. Nas aulas práticas os alunos tomam contacto direto com algumas das técnicas experimentais usadas na investigação em Eng de Tecidos.

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

The syllabus of the course provides students with an overview of the research and development of biological organ and tissue substitutes for use in regenerative medicine.

In order to do so, the themes that scientifically support Tissue Eng's approach to the development of biological substitutes, such as adult wound repair mechanisms, polymeric and ceramic materials that are used for the production of scaffolds, as well as the techniques involved, the physical, chemical and biological characterization methods (through in vitro and in vivo tests) are discussed in class. Through the study of research cases and clinical studies reported in the scientific literature, students gain a comprehensive view of the area. In practical classes students get direct contact with some of the experimental techniques used in tissue engineering research.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino do conteúdo programático de ECT baseia-se em aulas teóricas e aulas práticas de laboratório. Nas teóricas são abordado os temas que compõem o programa através da exposição dos conceitos, métodos e exemplos de estudos laboratoriais e clínicos. Nas práticas os alunos produzem e caracterizam matrizes 3D porosas e efetuam nelas culturas celulares.

A nota final é a média pesada das notas obtidas nas 4 componentes da avaliação seguintes:

Trabalhos práticos (30%): realizados em grupos de 3 alunos e avaliados com base nos relatórios.

Seminário (25%): apresentação e discussão, em grupos de 2 alunos, sobre o estado da arte da ECT de um tecido ou órgão.

Ensaio (10%): 7 perguntas respondidas no Moodle acerca dos temas das aulas.

Projecto de investigação ou artigo de revisão (35%): individual ou em grupo de 2, consiste na elaboração da componente científica de um projeto ou na escrita de um artigo de revisão, acerca de um tema de ECT.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method of the ECT syllabus is based on lectures and laboratory practical classes. In the lectures, the themes that make up the syllabus are approached through the exposition of the concepts, methods and examples of laboratory and clinical studies. In practicals, students produce and characterize porous 3D matrices and perform cell cultures on them.

The final grade is the weighted average of the grades obtained in the following 4 evaluation components:

Practical assignments (30%): performed in groups of 3 students and evaluated based on reports.

Seminar (25%): presentation and discussion, in groups of 2 students, about the state of the art of a tissue or organ.

Essays (10%): 7 questions answered in Moodle about the themes of the classes.

Research project or review article (35%): individually or in a group of 2, consists of the elaboration of the scientific component of a project or the writing of a review article about an ECT theme.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas através do estudo de casos de investigação e casos clínicos, nas aulas teóricas, e através dos trabalhos práticos realizados no laboratório.

A aquisição destes conhecimentos é avaliada através do seminário, dos relatórios dos trabalhos práticos e da escrita do projeto de investigação ou do artigo de revisão.

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

The theoretical components required to achieve the learning objectives are taught in the lectures.

The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed through the study of research cases and clinical cases, in the lectures, and through the practical work performed in the laboratory.

The acquisition of this knowledge is assessed through the seminar, practical work reports and research project writing or review article.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia principal:

- C. van Blitterswijk (editor), Tissue Engineering, Elsevier, 2008

Bibliografia adicional para partes específicas do programa:

- W. M. Saltzman, Tissue Engineering - Principles for the design of replacement organs and tissues, Oxford University Press 2004 (cota R 857 SAL)

- K. Lee, D. Kaplan, Eds, Tissue engineering I - Scaffold Systems for Tissue Engineering, Springer, 2006

- K. Lee, D. Kaplan, Eds, Tissue engineering II - Basics of Tissue Engineering and Tissue Applications, Springer, 2007

- B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter, Molecular Biology of The Cell, 4th Ed, Garland 2002

- R. I. Freshney, Culture of Animal Cells - A manual of basic techniques, Wiley-Liss, 2005

- P. X. Ma, J. Elisseeff, Eds., Scaffolding In Tissue Engineering, CRC, 2005

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Aprendizagem Automática***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Machine Learning***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***I***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; PL:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ludwig Krippahl (Regente) - T:28; PL:28***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Saber*

- *Compreender os paradigmas e desafios da área de Aprendizagem Automática. Aprendizagem Supervisionada, Aprendizagem Não-Supervisionada e Aprendizagem por Reforço.*
- *Aprender métodos fundamentais e suas aplicações na descoberta de conhecimento orientada aos dados. Dados, seleção de modelos, complexidade de modelos, etc.*
- *Compreender vantagens e limitações dos métodos de Aprendizagem Automática estudados.*

Fazer

- *Implementar e adaptar algoritmos de Aprendizagem Automática.*
- *Modelar experimentalmente dados reais*
- *Interpretar e avaliar resultados experimentais.*
- *Validar e comparar algoritmos de Aprendizagem Automática.*

Competências Complementares

- *Capacidade de avaliar a adequação dos métodos a dados e aplicações práticas.*
- *Capacidade de avaliar criticamente os resultados obtidos.*
- *Autonomia para aplicar e aprofundar os conhecimentos na área de Aprendizagem Automática.*

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

- *Understand the paradigms and challenges of Machine Learning, distinguishing Supervised, Unsupervised and Reinforcement learning.*
- *Learn the fundamental methods and their applications in data oriented knowledge discovery. Understand data features, the selection of models and their complexity.*
- *Understand the advantages and disadvantages of the different methods.*

Applications

- *Implement and adapt Machine Learning algorithms;*
- *Model real data experimentally.*
- *Interpret and evaluate experimental results.*
- *Validate and compare different Machine Learning algorithms.*

Soft Skills

- *Evaluate the suitability of each method to concrete applications and data sets.*
- *Critical evaluation of the results.*
- *Autonomy and self-reliance in the application and furthering studies in Machine Learning.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Aprendizagem Automática.

Paradigmas de Aprendizagem Automática: Aprendizagem Supervisionada, Aprendizagem Não-Supervisionada e Aprendizagem por Reforço.

Dados

2.1 Tipos de dados.

2.2 Medidas de proximidade e medidas de dispersão de dados.

2.3 Tópicos de normalização e visualização de dados

2.4 Visualização de Dados por Análise de Componentes Principais

Aprendizagem Supervisionada

3.1 Regressão

3.2 Árvores de Decisão

3.3 Redes Neurais

3.4 Máquinas de Suporte Vectorial

3.5 Modelos gráficos

3.6 Classificador dos K-Vizinhos mais Próximos

3.7 Avaliação e comparação de métodos de classificação

3.8 Ensembles

Aprendizagem Não-Supervisionada

4.1 Métodos de Agrupamento por partição

4.2 Métodos de Agrupamento Probabilístico

4.3 Métodos de Agrupamento Difuso por partição

4.4 Métodos de Agrupamento Hierárquico

4.5 Cadeias de Markov

4.5 Avaliação de métodos e de resultados de agrupamento

4.6 Outros métodos

4.4.5. Syllabus:

Introduction to Machine Learning

Machine Learning paradigms: Supervised Learning, Unsupervised Learning and Reinforcement Learning.

Data

2.1 Types of Data

2.2 Measures of similarity and dissimilarity

2.3 Data normalization and visualization

2.4 Dimensionality reduction by Principal Component Analysis

Supervised Learning

3.1 Regression

3.2 Decision Trees

3.3 Artificial Neural Networks

3.4 Support Vector Machines

3.5 Graphical models

3.6 K-nearest neighbour classifier

3.7 Methods for classifier evaluation and comparison

3.8 Ensembles

Unsupervised Learning

4.1 Partitional clustering

4.2 Probabilistic clustering

4.3 Partitional Fuzzy clustering

4.4 Hierarchical clustering

4.5 Markov chain

4.6 Clustering evaluation methods

4.6 Other unsupervised learning topics

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

O programa da disciplina, tanto na componente de Aprendizagem Supervisionada como na componente de Aprendizagem Não-Supervisionada, cobre todos os tópicos base e uma parte substancial dos tópicos considerados opcionais na sub-área 'Advanced Machine Learning' [elective] do Computer Science Curriculum 2013 da ACM (<http://cs2013.org/>).

As várias metodologias estudadas são enquadradas com exemplos de aplicação.

Os trabalhos práticos e exercícios tutoriais permitem consolidar conhecimentos na implementação/adaptação dos algoritmos estudados a problemas reais. Será dada particular atenção à interpretação de resultados experimentais, avaliação dos métodos usados e comparação de modelos.

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

Both the Supervised and Unsupervised Learning components of the syllabus cover all the core subjects and most of the elective subjects for Machine Learning in the ACM Computer Science Curricula 2013 (<http://cs2013.org/>).

The methods studied are applied to practical examples. Tutorial classes and practical assignments promote the consolidation of theoretical knowledge as well as practice in the implementation and adaptation of the algorithms to

real life problems. Practical assignments also focus on the interpretation of experimental results and the evaluation of the methods used, including the comparison of different models.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas cobrem os tópicos fundamentais da matéria, dedicando tempo para exposição da matéria e para dúvidas e discussão com os alunos.

As aulas laboratoriais destinam-se à orientação tutorial e realização dos trabalhos práticos.

Serão disponibilizados os acetatos da matéria teórica e uma página Web onde se mantém informação atualizada sobre o funcionamento da mesma.

A avaliação da disciplina é composta por uma componente teórica-prática (T) e uma componente laboratorial ou de projeto (P), tendo cada componente um peso de 50% na nota final. Para obter aprovação é necessário nota mínima de 10 valores em cada uma das componentes de avaliação e a nota final é a média das duas componentes de avaliação.

A componente teórica-prática (T) consiste em dois testes que contarão em partes iguais para a nota desta componente. Em alternativa, esta componente pode ser realizada por exame de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures will cover the fundamental topics of the subject matter and include some time for questions and discussion.

All lecture materials will be supplied for further study.

Tutorial classes will be dedicated to exercises and guidance in the practical assignments, focusing on selected topics.

Class schedules and materials will be supplied online, as well as additional information regarding the course.

Assessment

The evaluation of this curricular unit is made by two components: theoretical/problems (T) and project (P). Each component contributes with 50% to the final grade.

To pass, the student must have: a grade of at least 10 points in each of the theoretical/problems and project components. The final grade is defined as the weighted average of the two components of evaluation.

The theoretical part consists of two written individual tests; alternatively, this component can be evaluated by a written exam.

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

Os objetivos desta unidade curricular são:

a) a aquisição de conhecimentos teóricos para a compreensão dos vários paradigmas de Aprendizagem Automática, das metodologias e dos princípios da sua aplicação;

b) a aptidão para implementar estes algoritmos e, assim, resolver problemas práticos;

c) a competência para avaliar a adequação de cada método a cada caso particular e para avaliar criticamente os resultados obtidos.

O objetivo a) será atingido pela exposição da matéria, discussão e esclarecimento de dúvidas nas aulas teóricas, onde se abordará o fundamento teórico desta unidade curricular. Esta matéria será avaliada em testes individuais, onde os alunos têm um tempo limitado para mostrar o seu grau de assimilação e compreensão dos assuntos.

Os objetivos b) e c) serão atingidos principalmente pela componente prática da disciplina, se bem que sempre assente nas aulas teóricas, por meio das aulas práticas e do trabalho autónomo do aluno. As aulas práticas darão aos alunos oportunidade para aplicar os conhecimentos a casos concretos, experimentar as diferentes abordagens e examinar, em detalhe, os vários algoritmos em condições realistas. A componente prática será avaliada em dois trabalhos de grupo, avaliação esta que focará não só a implementação e aplicação prática dos algoritmos mas também a capacidade crítica de avaliação dos métodos escolhidos e dos resultados. Esta componente prática contribuirá também para a autonomia dos alunos.

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

The course objectives are:

a) the acquisition of theoretical knowledge to allow the understanding of the different Machine Learning paradigms, methodologies and their principles of application;

b) the skill to implement these algorithms and, thus, solve practical problems;

c) the competence to evaluate the suitability of each method to each specific situation and for a critical evaluation of the results.

Objective a) will be reached mainly through the theoretical lectures, which include exposition of the subject matter and discussion. These lectures will cover the theoretical foundation of the course and this knowledge will be evaluated in individual written tests, where the students will have limited time to show their success in assimilating and understanding the subjects.

Objectives b) and c) will be reached mainly through practice and the practical assignments, during the tutorial classes and the student's own work. Tutorial classes will give the students the opportunity to apply their knowledge to specific cases, experiment with different approaches and examine, in detail, the different algorithms in realistic conditions. This practical component will be evaluated in two group assignments, focusing on the implementation and practical application of the algorithms but also on the critical assessment of the methods and results. This component will contribute to give the student the autonomy and self-reliance needed for future applications and further studies in this field.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *T. Mitchell. Machine Learning, McGraw-Hill, 1997.*
- *C. M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.*
- *E. Alpaydin. Introduction to Machine Learning, Second Edition, MIT Press, 2010.*
- *Stephen Marsland. Machine Learning: An Algorithmic Perspective CRC Press, 2011*

Mapa IV - Gestão de Empresas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão de Empresas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Business Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CHS

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Célia Maria Castanheira de Moura da Costa Cabral – TP:28

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

<sem resposta>

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitem:

- *Compreender o funcionamento e interdependência das diversas áreas de uma empresa, assim como as respetivas decisões correntes e estratégicas na perspetiva dinâmica da interação com os mercados e os stakeholders;*
- *Ser capaz de, em autonomia e em equipa, recolher a informação relevante e analisar e formular sugestões de gestão, com recurso a diagramas, instrumentos contabilísticos, cálculo financeiro e critérios de análise de projetos;*
- *Conhecer os fundamentos, e fontes de informação, da gestão de recursos humanos, os documentos contabilísticos e rácios financeiros, o marketing estratégico e operacional, o cálculo financeiro e a avaliação de projetos de investimento.*

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

At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and competences that allow:

- *Understanding the operation and interdependence of the various areas of a firm, as well as their current and strategic decisions in a dynamic perspective stimulated from the interaction with markets and stakeholders;*
- *Being able to, alone and in a team, collect and analyze relevant information and formulate suggestions for management, using diagrams, accounting instruments, financial calculus and criteria of investment decisions;*
- *Knowing the fundamentals, and sources of information, about human resource management, accounting documents and financial ratios, strategic and operational marketing, financial calculus and evaluation of investment projects.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução: organizações-a empresa e o papel do gestor. Notas breves sobre Gestão da Produção, da Qualidade e de Stocks.

2. *Estratégia e Marketing: Missão, Segmentação e Posicionamento; Análise do meio envolvente e Análise SWOT; o Marketing Mix.*
3. *Gestão de recursos humanos e Organização: planeamento, análise e descrição de funções, avaliação de desempenho, motivação, notas sobre liderança, determinantes e caracterização das estruturas organizacionais.*
4. *Contabilidade: o Balanço, a Demonstração dos Resultados e o Fluxo de Caixa. Rácios e sua interpretação.*
5. *Cálculo Financeiro. O valor temporal do dinheiro: actual e futuro; regime de juros simples e compostos; taxas de juro proporcional e equivalente; rendas -constante/variável, temporária/perpétua, inteira/fracionada e normal/antecipada/diferida.*
6. *Análise de Projetos de Investimento: Valor Atualizado Líquido, Taxa Interna de Rendibilidade e Tempo de Recuperação do Capital; Valor Equivalente Anual.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction: organizations-the firm and the manager's role. Brief notes on Production Management, Quality and Stocks.*
2. *Strategy and Marketing: Mission, Targeting and Positioning; Analysis of the environment and SWOT Analysis, Marketing Mix.*
3. *Human resource management and Organization: planning, analysis and job description, performance evaluation, motivation, notes on leadership, determinants and characterization of organizational structures.*
4. *Accounting: the Balance Sheet, the Income Statement and Cash Flow Map. Ratios and their interpretation.*
5. *Financial Calculus. Time value of money: present and future; simple and compound interest rate regime; proportional and equivalent interest rates; discounted cash-flows -constant/variable, temporary / perpetual, full / fractional, normal / in advance / deferred.*
6. *Analysis of Investment Projects: Net Present Value, Internal Rate of Return and Payback Period; Annual Worth.*

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

Os temas estudados percorrem desde a noção de empresa (caso particular de organização) e papel do gestor à diversidade e interligação de decisões empresariais no âmbito dos recursos humanos, da ligação ao mercado e stakeholders e da gestão financeira e análise de projetos de investimento, incluindo a vertente de contabilização/medição patrimonial e resultados.

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

The topics studied range from the notion of firm (a type of organization) and the manager's role to the diversity and interconnectedness of business decisions in the context of human resources, the link to the market and stakeholders and financial management and analysis of investment projects, including the accounting/measurement of assets and results.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas.

A avaliação é, alternativamente:

- Contínua, com um trabalho prático de grupo sobre empresa real, em recursos humanos&organização e estratégia&marketing, pesando 40% na nota final (10% e 30% respectivamente), e um teste, sobre contabilidade e rácios e cálculo financeiro e avaliação de projetos (60% da nota final). A aprovação requer nota final mínima de 9.5 valores. A entrega, e discussão breve, do trabalho e realização do teste são aproximadamente equidistantes no calendário letivo;

- Exame final sobre toda a matéria, cuja nota pesa 100% da nota final; nota mínima para aprovação é 9.5 valores.

Atenção: Melhoria de nota consiste na realização do Exame de Melhoria, sobre toda a matéria, cuja nota conta 100%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theory-practice lectures.

Evaluation methods are, alternatively:

- Continuous, with a team assignment on a real firm, on human resources&organization and strategy&marketing, weighing 40% of final grade (10% and 30%), plus one test on accounting, financial analysis, financial calculus and project evaluation (60% of the final grade). Approval requires a minimum final grade of 9.5 points. Delivery, and brief discussion, of the assignment and test date are roughly equidistant in the academic calendar;

- Final exam, covers all the topics given in the lectures. Weights 100% of the final grade; minimum passing grade is 9.5 points.

Attention: in order to improve the final grade the student needs to do the Final Exam which covers all the topics given in the lectures (weights 100% of the final grade). Minimum passing grade is 9.5 points.

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

A natureza teórico-prática das aulas permite: i) exposição dos conceitos e racionalidade das diferentes decisões; ii) ilustração com situações/casos reais e actuais; iii) resolução de exercícios práticos. Deste modo, as aulas contribuem para sedimentar a aprendizagem, estimulando-se uma atitude atenta que, de modo fundamentado e com perspicácia, faz análise crítica da realidade empresarial, avaliando as opções em termos da qualidade e interligação das diversas decisões num meio envolvente em constante mutação.

A avaliação contém um trabalho prático -sobre recursos humanos e os mercados-, exercícios práticos e alusão a situações reais, fundamentado-se na racionalidade das decisões respeitantes às diversas áreas da empresa, sua interligação e suas consequências na performance de curto e médio-longo prazo.

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

The theoretical-practical classes allows: i) exposition of concepts and rationale for the different decisions, ii) illustration with real world firm situations/cases, mainly current; iii) resolution of practical exercises. Thus, classes contribute to sediment learning, stimulating an awareness and well founded critical analysis of business reality, evaluating alternative decisions in a changing environment.

The evaluation contains practical exercises and reference to real world situations, based on the rationality of decisions with respect to the areas of a firm, their interconnection and consequences on the performance in the short and medium-long term.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal / Main

Lisboa, J. et al., 2004, Introdução à Gestão de Organizações, Vida Económica;

Robbins, S., Coulter, M., 2012, Management, Pearson;

Sousa, A., 1990, Introdução à Gestão: uma abordagem sistémica, Verbo;

Freire, A., 1995, Estratégia, Verbo;

Campos e Cunha, R., 1992, A Gestão de Recursos Humanos na Estratégia da Empresa, Instituto do Emprego e Formação Profisisonal;

Kotler, P., Keller, K., 2011, Marketing Management, Prentice Hall;

Lindon, D., Lendrevie, J., Rodrigues, J., Dionísio, P., 2000, Mercator, Publicações D. Quixote;

Soares, J., Fernandes, A., Março, A., Marques, J., 1999, Avaliação de Projectos de Investimento na Óptica Empresarial, Edições Sílabo;

Geraldes, F., 2001, Manual do Empreendedor, Bertrand Editora;

Libby, R., Libby, P. and Short, D., 2008, Financial accounting, McGraw-Hill/Irwin.

São disponibilizados slides na página do CLIP e neles é indicada a bibliografia/informação utilizada./Slides uploaded in CLIP webpage, containing also the references used.

Mapa IV - História da Tecnologia e da Engenharia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

História da Tecnologia e da Engenharia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

History of Technology and Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CHS

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Maria Paula Pires dos Santos Diogo - TP:28

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

<sem resposta>

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

O objetivo da disciplina é envolver os alunos num conjunto de conteúdos que lhes permita reflectir sobre questões fundamentais do seu métier.

(i) aprendizagens/aquisição de conhecimentos:

- * compreender a estrutura interna do universo tecnológico, suas interrelações com a ciência e os contextos económico, político, social e cultural;
- * compreender o processo de identificação da estrutura tecnológica com o conceito de progresso;
- * entender a produção e a prática tecnológicas como uma dinâmica entre sucesso e fracasso;
- * estudar um conjunto selecionado de modificações no sistema tecnológico fundamentais no desenvolvimento da matriz civilizacional da Europa.

(ii) aquisição de competências:

- * perspetivar a tecnologia numa dimensão histórica, permitindo uma visão dinâmica do conhecimento tecnológico;
- * construir uma memória crítica sobre o papel da tecnologia e da engenharia na sociedade europeia;
- * desenvolver o sentido de responsabilidade social do produtor de tecnologia.

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

O objetivo da unidade curricular é envolver os estudantes num conjunto de conteúdos que lhes permita constituir um núcleo de conhecimentos ao nível da cultura científica e técnica. Privilegia-se a abordagem de um conjunto de momentos históricos, selecionados dentro dos parâmetros temporais da história clássica, moderna e contemporânea, que perspetive as relações entre tecnologia e sociedade, partindo, certamente, de objetos e dispositivos materiais, mas incorporando-os e "lendo-os" no interior de um sistema de elaboração de conhecimentos e de interações com as restantes estruturas do todo social.

Pretende-se que os alunos adquiram as ferramentas necessárias para saberem reflectir sobre a essência do seu próprio métier, levando-os a interrogarem-se sobre a natureza da técnica, a compreenderem os diversos papéis e níveis de protagonismo que a tecnologia assumiu e assume na sociedade europeia e a sedimentarem uma cultura de responsabilidade do tecnólogo face ao todo social.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Tecnologia e progresso: acumulação/revolução, sistema técnico, criatividade/construção social; invenção/inovação.

Poder e divertimento: civilizações pré-clássicas e clássicas. Do arquitecto egípcio ao engenheiro romano.

Idade Média, agricultura e verticalidade. Diferenciação identitária: arquitectos, mestres-pedreiros e engenheiros.

Renascimento: da Vinci, Bacon, Galileu. Engenheiros da Renascença; tratadística, perspectiva e imprensa na difusão e reconhecimento profissional.

Na antecâmara da era industrial: balística, autómatos, jogos de água e energia. O engenheiro e o domínio da mecânica.

A era da Indústria: energia, maquinaria, materiais e comunicação.

A cultura industrial. A idade da ciência e da técnica. A formação de engenheiros e o seu lugar no centro do universo industrial.

Tecnociência, investigação e sociedade. O plano Marshall e o modelo de engenharia americano.

Questões éticas: "síndrome de HAL" e a lei de Moore.

O caso português: de Azevedo Fortes à Ordem dos Engenheiros

4.4.5. Syllabus:

Technology and progress: accumulation / revolution, technical systems, creativity / social construction; invention / innovation.

Power and fun: pre-classical and classical empires. From the Egyptian architect to the Roman engineer. Agriculture and verticality in the Middle Ages. Architects, master-masons and engineers: building different identities.

Renaissance: da Vinci, Bacon, Galileo. Engineers of the Renaissance; treatises, perspective and press.

The antechamber of the industrial age: ballistics, automata, water games, and energy. Engineers and mechanics. The Age of Industry: energy, machinery, materials and communication.

Industrial culture. The age of science and technology. The training of engineers and their place in the center of the industrial world.

Technoscience, research and society. The Marshall Plan and the American engineering model.

Ethical issues: the "syndrome HAL" and Moore's law.

The Portuguese case: from Azevedo Fortes to the Ordem dos Engenheiros

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

Os tópicos escolhidos são os adequados para que os alunos fiquem com uma visão dinâmica do conhecimento e das práticas da técnica em diversos momentos civilizacionais, bem como da forma como a ciência interagiu com o todo social. Sendo uma visão dinâmica, permitirá enquadrar momentos de rutura e de continuidade nas comunidades produtoras de saberes técnicos, controvérsias e questões identitárias.

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

The selected topics provide the students with a dynamic approach to how technical knowledge and practices are socially constructed and, at the same time, are able to shape society as a whole. Being a dynamic view, it encompasses both moments of rupture and of continuity in the technological world and unveils how different technological communities (masons, engineers, machine builders, architects) dealt with identity issues and vivid controversies.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino são diversificados e flexíveis de forma a acomodar alunos de diferentes áreas, baseando-se em
 (i) *exposição por parte do docente da matéria fundamental,*
 (ii) *discussão e análise crítica de material audiovisual apresentado em cada aula.*

No que respeita à avaliação, a disciplina tem:

- 1. Dois mini-testes, com o objetivo de avaliar a aquisição de conhecimentos de base;*
- 2. Um trabalho individual composto pela resposta online, no Moodle, de dois quizzes, para estimular o trabalho autónomo do aluno sobre novos materiais ligados às sessões;*
- 3. Um trabalho de grupo em que os alunos escolhem um objeto técnico e organizam a sua apresentação de acordo com um guião específico. Este item tem como objetivo encorajar a investigação em grupo, aprender a acolher/conciliar diferentes perspetivas e a lidar com a crítica de pares.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methods are diversified and flexible in order to accommodate students from different scientific areas. They include:

- (i) teacher exposition of the main subjects;*
- (ii) discussion and critical analysis of audiovisual material presented in each class.*

Regarding the evaluation, the discipline includes:

- 1. Two mini-tests, aiming at evaluating the acquisition of basic knowledge;*
- 2. Individual work: two online quizzes to stimulate the students' autonomy and capacity to deal with new materials related to the classes;*
- 3. Group work in which students choose a technical object and organize a public presentation according to a specific script. This item aims to encourage group research, to learn to accommodate / reconcile different perspectives, and to deal with peer criticism.*

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

As metodologias de ensino visam sensibilizar os alunos para os tópicos da disciplina através de uma estratégia de envolvimento dos alunos na compreensão activa dos vários temas, usando elementos que lhes sejam familiares, nomeadamente filmes, jogos video e peças de literatura.

Uma vez estabilizados estes elementos, que permitem aos alunos o manuseamento de um conjunto de conceitos básicos, introduzem-se elementos novos que, assim, são acomodados no quadro já sedimentado. Finalmente, toda a estratégia de ensino visa estimular a análise crítica do papel da tecnologia e dos seus actores na construção da sociedade contemporânea.

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

The teaching method aims at involving students in the topics of the course promoting an active understanding of the various topics, by using familiar knowledge to them in particular movies, video games and books. Once these elements are stabilized, thus allowing students to handle a set of basic concepts, we introduce new elements that should be accommodated in the framework already settled. Finally, the whole teaching strategy aims to stimulate critical analysis of the role of technology and its stakeholders in the construction of contemporary society.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Mandatory books/chapters

- Cardwell, D., The Fontana History of Technology, Londres, Fontana Press, 1994*
- McClellan, J.E., Dorn, H., Science and Technology in World History, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 2006*
- Misa, T.J., Leonardo to the Internet, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 2004*
- Mowery, D., Rosenberg, N., Paths of Innovation, Cambridge, Cambridge University Press, 1998*
- Reynolds, T.S., Cutcliffe, S.H. (eds.), Technology and the West: A Historical Anthology from Technology and Culture, Chicago, The University of Chicago Press, 1997.*

Mapa IV - Microeconomia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Microeconomia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Microeconomics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CHS

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Duarte Miguel Machado Carneiro de Brito (Regente) - TP:28

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

<sem resposta>

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

Esta unidade curricular tem por objetivo familiarizar os alunos com os principais problemas estudados pela Microeconomia. Pretende-se que os alunos compreendam os fundamentos dos comportamentos dos agentes económicos, particularmente consumidores e empresas, o funcionamento dos mercados –considerando diferentes estruturas de mercado, entre os casos extremos de monopólio e concorrência perfeita– e os motivos e efeitos da intervenção do Estado. No final do curso espera-se que os alunos dominem os conceitos básicos de microeconomia – decisões de consumo, empresariais, estruturas de mercado e consequências sobre o bem-estar– e possam analisar novas situações de uma maneira formal, com base em modelos simplificados da realidade, desenvolvendo o seu raciocínio lógico.

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

The course aims to familiarize students with the major issues studied by Microeconomic Theory. It is intended that students understand the fundamentals of the behavior of economic agents, particularly consumers and firms, and the functioning of markets -considering different market structures, ranging between the extreme cases of monopoly and perfect competition. At the end of the course it is expected that students master the basic concepts of microeconomics –consumption decisions, firm behavior, market structures, reasons and effects of state intervention, welfare– and are able to analyze new situations in a formal way, based on simplified models of reality, developing their logical reasoning.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Apresentação e motivação.
2. Modelização do funcionamento de mercados: Determinantes da procura e da oferta de um bem. Elasticidades. Excedentes. Equilíbrio de Mercado. A intervenção do Estado nos mercados: Impostos, subsídios, controlo de preços.
3. Da teoria do consumidor à função procura: restrição orçamental, preferências, utilidade e a escolha ótima.
4. Da teoria do produtor à função oferta: função produção e curvas de custos de curto e longo prazo.
5. O modelo de Concorrência Perfeita. Equilíbrio de curto e longo prazo. Equilíbrio de mercado e eficiência.
6. Poder de mercado e a teoria do Monopólio. Efeitos sobre o bem-estar. Monopólio e discriminação de preços.
7. Outras falhas de mercado. Bens públicos. Externalidades.
8. Teoria dos jogos e oligopólio: jogos simultâneos e sequenciais. Modelos de concorrência em quantidades.

4.4.5. Syllabus:

1. Presentation and motivation.
2. Modelling markets: Determinants of demand and supply of a good. Elasticities. Welfare. Market Equilibrium. State intervention in markets: Taxes, subsidies, price controls.
3. From consumer theory to the demand function: budget constraint, preferences, utility and optimal choice.
4. From the theory of firm to the supply function: production function and cost curves for short and long term.
5. The Perfect Competition model. Short and long run equilibria. Market equilibrium and efficiency.
6. Market power and monopoly theory. Effects on welfare. Monopoly and price discrimination.
7. Other market failures. Public goods. Externalities.
8. Game theory and oligopoly: simultaneous and sequential games. Models of competition in quantities

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

O programa apresenta os princípios de decisão dos consumidores e das empresas e cobre uma sucessão de modelos de funcionamento dos mercados. Em cada contexto são determinados os valores de equilíbrio das diferentes variáveis

(nomeadamente, preços e quantidades, excedentes do produtor e consumidor e eventualmente receitas fiscais) e analisa as consequências em termos de performance do mercado. Pretende-se que, ao encontrar o equilíbrio dos modelos propostos no programa, os alunos exercitem o raciocínio lógico (observando como os resultados dependem das hipóteses específicas de cada modelo), recorram ao pensamento estratégico (aplicando Teoria dos Jogos) e se habituem a resolver novos problemas. A compreensão da resolução de tais modelos e a interpretação dos resultados deverá facilitar o domínio dos conceitos subjacentes.

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

The program identifies the principles of consumer choice and firms' decisions and covers a series of models of market functioning. In each context, equilibrium values of the different variables (namely, price and quantity, consumer and producer surplus and eventually tax income) are determined and the consequences in terms of market performance are analyzed. It is intended that, while building the equilibrium of the proposed models, students exercise the logical reasoning (noting how the results depend on the specific assumptions of each model), resort to strategic thinking (applying game theory) and get used to solve new problems. Understanding how to solve such models and interpreting their results should help master the underlying concepts.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas. A matéria teórica é exposta pelo docente, estimulando-se a participação dos alunos e, em seguida, são resolvidos exercícios de apoio à compreensão dos temas abordados.

A avaliação é, alternativamente:

- *Contínua, com dois mini-testes sem consulta e peso de 1/2 cada. As matérias incluídas em cada mini-teste são exclusivas desse, sem prejuízo de serem requeridos conceitos transversais (fornecidos ao longo de todo o semestre); a aprovação implica média mínima de 9.5 valores.*
- *Exame final, sem consulta e sobre toda a matéria, cuja classificação pesa 100% da nota final; a nota mínima para aprovação é 9.5 valores.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theory-practice lectures. The theoretical material is exposed, encouraging the participation of students and is followed by problem solving sessions that reinforce the understanding of the topics.

Evaluation methods are, alternatively:

- *Continuous, with two midterms without consultation and weighing 1/2 each. The subjects included in each midterm are specific to that one, although they may require concepts provided throughout the semester; approval requires a minimum average of 9.5.*
- *Final exam without consultation and about the whole material, whose classification weighs 100% of the final grade, with the minimum passing grade of 9.5.*

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

A natureza teórico-prática das aulas e o estímulo à análise crítica de situações/problemas concretos com recurso aos modelos microeconómicos, com particular atenção aos resultados observados e sua interpretação, permitem sedimentar a aprendizagem dos mecanismos de funcionamento dos mercados, intervenção do Estado e comportamento dos agentes económicos.

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

The theoretical-practical nature of the lectures and the stimulus for a critical analysis of specific situations/concrete problems by resorting to microeconomic models, with particular attention to outcomes and their interpretation, allows to better understand how markets operate, the effects of state intervention and the behavior of economic agents.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Mata, José, 2000, Economia da Empresa, F. Calouste Gulbenkian, Lisboa.
Samuelson, Paul e W. Nordhaus, 2005, Microeconomia, 18ª Edição, McGraw-Hill.
Frank, Robert, 2003, Microeconomics and Behavior, 5ª Edição, McGraw-Hill.
Varian, H., 2009, Intermediate Microeconomics, W. W. Norton & Company
Henriques, D. e Teresa Vasconcelos e Sousa, 2011, Introdução à Microeconomia - Livro de Exercícios, Escolar Editora.*

Mapa IV - Economia Industrial

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Economia Industrial

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Industrial Economics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CHS

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester**4.4.1.4. Horas de trabalho:**

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Duarte Miguel Machado Carneiro de Brito (Regente) - TP:28

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

<sem resposta>

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

A Economia Industrial estuda o comportamento de empresas em estruturas de mercado situadas entre os casos limite de monopólio e concorrência perfeita. No final do curso, o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam: ter uma compreensão básica do funcionamento dos diferentes tipos de mercados, do modo como as empresas tomam decisões e das suas consequências no bem-estar. Em termos gerais, espera-se que os alunos:

- 1) Dominem conceitos básicos de microeconomia (como saber medir concentração e poder de mercado e compreender as suas causas e consequências)*
- 2) Tenham uma noção de interdependência estratégica e saibam pensar de forma estratégica (calculando equilíbrios de mercado em múltiplos contextos, resolvendo jogos na forma normal e extensiva e incorporando nos modelos decisões de I&D, entrada, diferenciação, etc.)*
- 3) Aprendam a analisar novas situações de uma maneira formal, baseados em modelos simplificados da realidade, desenvolvendo o raciocínio lógico.*

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

Industrial Organization is the branch of Economics devoted to the study of firm behavior in markets that can be placed between the polar cases of Perfect Competition and Monopoly. By the end of the course, the student shall have a basic understanding of the way monopolist and oligopolist markets work, of how firms make their optimal decisions and of how these affect social welfare. In general terms, it is expected that students:

- 1) Learn basic microeconomic concepts*
- 2) Understand the notion of strategic interdependence and learn how to reason strategically*
- 3) Learn how to analyze problems that are new to them in a formal way, based on (economic) models and developing their logic reasoning skills*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução ao estudo da Economia Industrial*
- 2. Revisão de conceitos microeconómicos: Procura, curvas de custos, excedente do consumidor, lucro económico, equilíbrio de mercado*
- 3. Definição do mercado relevante e medidas de concentração*
- 4. Monopólio*
- 5. Concorrência perfeita*
- 6. Introdução à Teoria dos Jogos: jogos na forma normal e na forma extensiva. Equilíbrio de Nash e equilíbrio perfeito no subjogo*
- 7. Modelo da empresa dominante*
- 8. Modelos de escolha de quantidades: Cournot, Stackelberg*
- 9. Modelo de escolha de preços: Bertrand*
- 10. Conluio em preços: modelos estáticos e dinâmicos*
- 11. Barreiras à entrada*
- 12. Modelos de diferenciação do produto*
- Temas opcionais (2 à escolha)*
 - 1. Discriminação de preços em monopólio*
 - 2. Investigação e Desenvolvimento*
 - 3. Fusões e aquisições*
 - 4. Regulação em contexto de incerteza*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Industrial Organization*
2. *Revision of some basic economic concepts: supply, demand, market equilibrium, cost functions, consumer surplus, profits and welfare*
3. *Market definition and concentration indices.*
4. *Monopoly*
5. *Perfect Competition*
6. *Introduction to Game Theory: normal form and extensive form games. Nash equilibrium and sub game perfect equilibrium.*
7. *The dominant firm*
8. *Quantity setting models: Cournot and Stackelberg.*
9. *Price setting models*
10. *Price Collusion: static and dynamic models*
11. *Barriers to entry*
12. *Product Differentiation models*
- Optional topics (two will be included in the syllabus, depending on student preferences)*
 1. *Price Discrimination under monopoly*
 2. *Research and Development*
 3. *Mergers and Acquisitions*
 4. *Regulation under uncertainty*

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

O programa é constituído por uma sucessão de modelos de funcionamento dos mercados que vão evoluindo em termos de complexidade e de riqueza à medida que o curso progride. Para cada contexto específico, são determinados os valores de equilíbrio das variáveis estratégicas controladas pelas empresas (preço, quantidade, capacidade, qualidade, publicidade, I&D, etc...) e analisadas as consequências em termos de performance do mercado. Pretende-se que, ao encontrar o equilíbrio dos modelos propostos no programa, os alunos exercitem o raciocínio lógico (observando como os resultados dependem das hipóteses específicas de cada modelo), recorram ao pensamento estratégico (aplicando frequentemente Teoria dos Jogos) e se habituem a resolver novos problemas, fora da sua área de especialização. Naturalmente, a compreensão da resolução de tais modelos, bem como a interpretação dos seus resultados, facilitarão o domínio dos conceitos subjacentes.

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

The syllabus is made up of a series of models of market interaction that become more complex and rich as the course progresses. For each specific context, the equilibrium values of strategic variables such as prices, outputs, capacity, R&D, quality or publicity are derived and the consequences in terms of market performance are analyzed. The focus on solving these models has the following purpose: to exercise logical reasoning (observing how specific assumptions shape the results of different models of firm behavior), to exercise strategic thinking (by applying Game Theory concepts) and to make students practice solving problems outside their areas of comfort. Naturally, understanding how to solve these models, hand in hand with the interpretation of their equilibria, helps mastering the underlying concepts.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas da UC são de natureza teórico-prática. A matéria teórica é exposta pelo docente, estimulando-se a participação dos alunos. Recorre-se em seguida à resolução de exercícios de apoio à compreensão dos temas abordados.

A avaliação contínua é composta por 3 testes individuais com igual peso na nota, havendo a possibilidade de aprovar à disciplina por exame. Os alunos podem, opcionalmente, participar no Competitive Strategy Game, jogo de simulação de concorrência entre empresas desenvolvido em Berkeley

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The sessions are theoretical and practical in nature. The theoretical material is exposed by the teacher, stimulating student participation. Problem solving sessions support the understanding of the topics covered.

The continuous evaluation is composed by 3 individual tests with equal weight in the final grade, being possible to approve the course by exam. Students may optionally participate in the Competitive Strategy Game, a competition simulation game developed in Berkeley

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

A metodologia de ensino corresponde a exposição da matéria teórica pelo docente, seguida da resolução de exercícios ilustrativos, sendo de salientar o ênfase que se faz na interpretação dos resultados obtidos. A participação no Competitive Strategy Game constitui uma forma lúdica de motivar os alunos para os temas do curso.

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

The teaching methodology corresponds to the presentation of the theoretical aspects of the syllabus by the lecturer, followed by problem solving sessions. An emphasis is placed on the interpretation of the results. The participation in the Competitive Strategy Game is a way to motivate students for the topics studied in this course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

José Mata, *Economia da Empresa*, 2000, Fundação Calouste Gulbenkian
 Luís Cabral, *Economia Industrial*, 1994, McGraw-Hill Portugal
 Pedro Pita Barros, *Exercícios de Economia Industrial*, 1998, McGraw-Hill Portugal
 Luís Cabral, *Industrial Organization*, 2000, The MIT press
 Jeffrey Church and Roger Ware, *Industrial Organization: a Strategic Approach*, 2000, McGraw-Hill

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 plano curricular do ciclo de estudos possui conteúdos organizados em unidades curriculares projetadas para dar uma sólida formação de base tecnológica na área dos Materiais Avançados, tais como certas ligas de alta tecnologia, compósitos, cerâmicos estruturais e funcionais, polímeros, materiais da eletrónica e biomateriais. A ênfase, em termos de ensino, é colocada em questões relacionadas com as tecnologias em áreas ligadas a aplicações em Engenharia, Eletrónica, Energia, Ambiente e Saúde, incluindo o empreendedorismo. O ensino tem um preponderante carácter teórico-prático e laboratorial. As atividades práticas laboratoriais são realizadas em grupo, potenciando o desenvolvimento de competências inter-relacionais. Por outro lado, a inclusão da unidade curricular de Empreendedorismo inculcará nos estudantes o espírito de iniciativa, fornecendo, simultaneamente, as ferramentas necessárias à criação do seu próprio negócio.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The course is organized in curricular units designed to provide a sound background in Advanced Materials (e.g. advanced alloys, composites, structural and functional ceramics, polymers, materials for electronics and biomaterials). Decisive attention is given to the technological aspects in areas like Engineering applications, Electronics, Energy, Environment and Sustainable Development and Health. The education provided has a strong practical/laboratorial content, with emphasis placed on group work and collective interaction skills. Additionally, the inclusion of a curricular unit covering Entrepreneurship, common to all courses offered by FCT NOVA, is design to impart initiative to the student, while enabling him to raise his own business activity.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

A verificação entre a correspondência entre a carga horária e o estimado em ECTS é efetuada pelo coordenador institucional e coordenadores departamentais, baseados na informação das unidades curriculares em relação ao trabalho exigido aos alunos em termos de horas em contacto docente, em aulas teóricas e teórico-práticas, aulas práticas e laboratoriais, seminários, assim como em autonomia como o estudo, projetos e trabalhos, estágios e avaliação. O sistema inclui também um processo de autoavaliação e de avaliação pelos alunos, que de forma transparente, em confiança mútua e fiável permite auferir os valores atribuídos.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

The verification of the correspondence between the workload and the estimated ECTS is carried out by the institutional coordinator and departmental coordinators based on the information of the curricular units in relation to the work required of students in terms of contact teaching hours in theoretical and theoretical-practical classes, practical and laboratory classes, seminars, as well as in autonomy such as study, assignments, projects, internships and evaluation. The system also includes a process of self-evaluation and evaluation by students, which in a transparent way, in mutual trust and reliability allows to obtain the values assigned.

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:

A metodologia de avaliação de aprendizagem segue as regras gerais do "Perfil Curricular FCT" e é ajustada a cada UC, tendo em conta as suas componentes de ensino, considerando avaliações sumativas decorrentes de processos acumulativos, de classificações obtidas em módulos ou secções de trabalho, em provas de competências, provas integradas finais nas UC que abrangem os conteúdos da área, a atitude e envolvimento dos estudantes, autoaprendizagem tutorial e apresentação e discussão de objetivos pelos alunos, nos distintos papéis assumidos ao longo da aprendizagem.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

The Learning evaluation methodology follows the general rules of the "FCT Curricular Profile" and is adjusted to each UC, taking into account its teaching components, considering the summary assessments arising from cumulative processes, of classifications obtained in modules or sections of work, in proof of competences, final integrated exams in the UC covering the contents of the area, the attitude and involvement of students, tutorial self-learning and presentation and discussion of objectives by students, in the different roles taken over the course of learning.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

O número de horas de contacto dedicado a atividades de ensino prático e laboratorial é elevado, correspondendo a mais de 60% das horas de contacto. O ensino fortemente prático/laboratorial sempre foi uma aposta do DCM (e também marca da FCT NOVA) como forma de promoção do "saber fazer". Por outro lado, os estudantes são

incentivados a participar em seminários e workshops que ocorrem regularmente, no âmbito de projetos em que o DCM participa. Também a UC de Dissertação permitirá o contacto com atividades de investigação, para os estudantes que o desejem fazer em ambiente laboratorial (inclusão em atividades de investigação, no âmbito de projetos em curso). O trabalho de Dissertação pode igualmente ser realizado em ambiente empresarial.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

Contact hours dedicated to practical and laboratory teaching corresponds to over 60% of the total contact areas in the UC pertaining to Materials Science and Engineering subjects.

A marked predominance of practical/laboratory teaching has been an all-time hallmark of DCM (and FCT NOVA), being regarded as promoting a “know how to do” approach.

Furthermore, students are encouraged to partake in workshops and seminars regularly taking place at CENIMAT and concerning research projects participated by DCM. The students are even encouraged to undertake experimental research activities during their training, integrating ongoing research projects

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 Mestrado em Engenharia de Materiais contempla a realização de um total de 120 ECTS, distribuídos por 4 semestres letivos, estando assim em conformidade com o artigo 18.º do Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de março e com uma repartição semestral de 30 ECTS (dando cumprimento ao estipulado na alínea a) do número 1 do artigo 20.º do referido Decreto-Lei). Para atingir os objetivos de formação propostos foram definidos dois semestres totalmente curriculares, um terceiro semestre com unidades curriculares letivas e uma componente de preparação da dissertação e um quarto semestre totalmente dedicado ao trabalho de investigação conducente à elaboração da dissertação.

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 Master program on Materials Engineering comprises a total of 120 ECTS distributed over four semesters, thus complying with the requirements established in article 18th of Decree-Law nr. 74/2006 of 24 March, with an allocation of 30 ECTS per semester (thus complying with the provisions prescribed in a) of number 1 of Article 20 of the Decree Law). To achieve the proposed learning objectives, the program includes three curricular semesters. The 3rd semester includes a unit dedicated to the preparation of the dissertation. The 4th semester is entirely dedicated to research work leading to the dissertation development.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

Em todas as unidades curriculares pré-existentes, as unidades de crédito foram objeto de extensa validação por inquéritos a estudantes. No caso das novas unidades curriculares, as unidades de crédito foram fixadas atendendo à experiência dos docentes envolvidos e à expectativa de forte envolvimento dos estudantes e consequente intensidade de esforço individual.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

In all pre-existing units the credits have undergone extensive validation through students surveys. In the case of new units, the credits are defined taking into account the experience of the professors involved in the program and the expectation of strong involvement of students and consequent intensity of individual effort.

4.7. Observações

4.7. Observações:

O plano curricular proposto resulta de uma discussão aprofundada entre Presidente de Departamento, coordenador, comissões científica e pedagógica do curso atual Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais, tendo sido considerados todos os pontos de vista, dos docentes e alunos, para o que deve ser uma formação de segundo ciclo o mais abrangente e completa possível, de cariz fortemente tecnológico, na área da Engenharia dos Materiais. Após o curso estar em funcionamento, este diálogo vai sempre continuar com vista a uma melhoria contínua através de atualizações ao plano curricular do curso, como se espera de uma área de ponta que está em constante evolução.

Pertencente ao Perfil Curricular FCT, está incluída nos planos curriculares, uma opção designada Unidade Curricular do Bloco Livre, a qual inclui unidades de todas as áreas científicas da FCT NOVA, aprovadas anualmente pelo Conselho Científico da FCT NOVA.

4.7. Observations:

The proposed curricular plan results from an in-depth discussion between the President of the Department, Coordinator, Scientific and Pedagogical committees of the current course integrated Master in Materials Engineering, having been considered all points of view, from teachers and students, to what should be a second-cycle formation as

comprehensive and complete as possible, of a strongly technological nature, in the area of Materials Engineering. After the course is in operation this dialogue will always continue with a view to a continuous improvement through updates to the curriculum plan of the course, as expected from a cutting-edge area that is constantly evolving.

As part of the FCT Curricular Profile, an option called Unrestricted Elective is included in the curricular plans, which includes curricular units from all scientific areas of FCT NOVA, approved annually by the Scientific Council of FCT NOVA.

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.

Maria Margarida Rolim Augusto Lima, Professora Auxiliar do DCM.

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 / Especialista Degree / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Alexandre José Costa Velhinho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciência dos Materiais – Especialidade de Materiais Compósitos	100	Ficha submetida
Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Industrial, na especialidade de Sistemas de Gestão	100	Ficha submetida
António Carlos Bárbara Grilo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Gestão Industrial - Comércio Eletrónico	100	Ficha submetida
Asal Kiazadeh	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Electronics and Optoelectronics	20	Ficha submetida
Carlos Jorge Mariano Miranda Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Electrónica	100	Ficha submetida
Catarina Isabel Silva Vidal	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Célia Maria Castanheira de Moura da Costa Cabral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Célia Maria Reis Henriques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física / Física de Superfícies	100	Ficha submetida
Cristiana Andreia Vieira Torres	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química e Bioquímica	20	Ficha submetida
Diana Filipa Pereira Gaspar	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Materials Science	20	Ficha submetida
Duarte Miguel Machado Carneiro de Brito	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Guilherme António Rodrigues Lavareda	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Hugo Manuel Brito Águas	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Eng. de Materiais	100	Ficha submetida
Isabel Maria Mercês Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Microelectrónica e Optoelectrónica	100	Ficha submetida
Joana Costa Fradinho	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química e Bioquímica	20	Ficha submetida
Joana Maria Doria Vaz Pinto Morais Sarmiento	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Física	95	Ficha submetida
João Paulo Miranda Ribeiro Borges	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Ciências dos Materiais	100	Ficha submetida
João Pedro Botelho Veiga	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências dos Materiais	100	Ficha submetida
João Pedro de Sousa Oliveira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Joaquim Amaro Graça Pires Faia e Pina Catalão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Economia	100	Ficha submetida

Lopes

Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física de Superfícies	100	Ficha submetida
Ludwig Krippahl	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Bioquímica estrutural	100	Ficha submetida
Luis Miguel Nunes Pereira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Manuel João de Moura Dias Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Fotovoltaico	100	Ficha submetida
Maria Ascensão Carvalho Fernandes de Miranda Reis	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Bioquímica	100	Ficha submetida
Maria do Carmo Henriques Lança	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Eng. Física - Física Aplicada	100	Ficha submetida
Maria Filomena Andrade de Freitas	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Biológica	100	Ficha submetida
Maria Helena Figueiredo Godinho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Ciência dos Materiais - Materiais Poliméricos e Mesomorfos	100	Ficha submetida
Maria Margarida Rolim Augusto Lima	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências dos Materiais	100	Ficha submetida
Maria Paula Pires dos Santos Diogo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	História da Ciência e da Tecnologia-Epistemologia das Ciências	100	Ficha submetida
Maria Teresa Varanda Cidade	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências dos Materiais	100	Ficha submetida
Paula Isabel Pereira Soares	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Nanotecnologias e Nanociências	20	Ficha submetida
Pedro Miguel Cândido Barquinha	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Nanotecnologias e Nanociências	100	Ficha submetida
Rita Maria Mourão Salazar Branquinho	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Nanotecnologias e Nanociências	100	Ficha submetida
Rodrigo Ferrão de Paiva Martins	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia de Materiais: Conversão de Energia e Materiais Semicondutores	100	Ficha submetida
Rui Alberto Garção Barreira do Nascimento Igreja	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Eng. Materiais / Microelectrónica e Optoelectrónica	100	Ficha submetida
Rui Jorge Cordeiro Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
				3295	

<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.

37

5.4.1.2. Número total de ETI.

32.95

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:	31	94.081942336874

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):	32.95	100

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	19.55	59.332321699545 32.95
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	0	0 32.95

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	36	109.2564491654 32.95
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	0 32.95

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.

O Regulamento da FCT NOVA relativo à Avaliação do Desempenho têm por objeto o desempenho dos docentes, visando avaliá-lo em função do mérito e melhorar a sua qualidade. A avaliação de desempenho abrange todos os docentes das escolas envolvidas, tem em conta a especificidade de cada área disciplinar e considera todas as vertentes da respetiva atividade: a) Docência; b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação; c) Tarefas administrativas e de gestão académica; d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade. Os resultados da avaliação têm consequências no posicionamento remuneratório, contratação por tempo indeterminado e renovações de contratos. Para a permanente atualização dos docentes contribui, desde logo, a implementação de uma política de estímulo à investigação de qualidade com o objetivo de incentivar projetos com potencial de investigação e reconhecer o mérito dos investigadores mais destacados.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The Evaluation of the Performance's Statutes of FCT NOVA evaluate the merit of all academic staff, in order to improve their quality. The evaluation considers the specificities of each scientific area and aims at all the aspects of academic activity: a) Teaching; b) Research, development and innovation; c) Administrative work and academic management; d) Dissemination and community support activities. The evaluations' results impact the remuneration of the academic staff, tenure, contract renewal of professors, authorisation of sabbatical leaves, teaching load, and grants. The implementation of incentives for quality research based on the evaluation, contributes to continuous updates of staff, to improve the research potential, and to acknowledge the merit of the most recognised professors.

5.6. Observações:

A responsabilidade pela coordenação do novo ciclo de estudos encontra-se atribuída a um docente doutorado em Materiais, e que participa em diversos projetos na área dos Materiais. A equipa docente própria e academicamente qualificada, com especialistas de renome nas áreas envolvidas, detentores de prémios internacionais como ERC, atribuição de fundos nacionais e Europeus para a investigação e desenvolvimento e coordenadores de centros de investigação, garantem a excelência do ensino e orientação dos alunos, nesta área de desenvolvimento estratégico.

5.6. Observations:

Coordination of the new course is assigned to a professor holding a PhD in Materials Science, who is also responsible for several research projects in the field.

The faculty is academically qualified, integrating renowned experts in the several domains treated during the course. The attribution of several international prizes (ERC grants), national and European research funding and the coordination of research centers are a token of Excellence for teaching and student supervision in the domain of Materials Science and Engineering, which holds a strategic value for Sustainable Development.

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

O DCM possui 2 funcionários administrativos e 2 técnicos (incluindo 1 técnico laboratorial), que estarão disponíveis para tarefas de para tarefas de apoio às aulas. Pode ainda contar-se com o apoio dos serviços gerais, nomeadamente a Divisão de Apoio Técnico, a Divisão Académica, a Divisão de Informática, a Divisão de Recursos Financeiros, os órgãos de Gestão (Conselho Executivo, Conselho Científico, Conselho Pedagógico) e o gabinete de Mobilidade.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

DCM has 2 administrative officers and 2 technicians (including 1 laboratory technician), which are available to support student training.

Additionally, FCT NOVA supports the course through its Technical Support, Academic, Informatics and Finance Divisions, together with its Management bodies (Executive, Scientific and Educational councils) and Mobility Office.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

O corpo administrativo que assegura os processos de gestão académica do ciclo de estudos é coordenado por técnicos com formação superior. O pessoal técnico (de apoio informático, de gestão académica e de recursos bibliográficos) possui formação superior ou ao nível de 12.º ano de escolaridade que lhe permite assegurar a realização das tarefas de forma adequada.

Os técnicos do DCM possuem diferentes qualificações, que vão desde o ensino básico a formação superior, tendo igualmente frequentado, principalmente nos menos qualificados, cursos/ações de formação adequadas às suas funções.

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

The technicians responsible by the coordination of the administrative staff in charge of academic management of the study cycle are holders of a high school or a university degree.

Technical staff (computer support, academic management, library) all have high school or higher education degrees in areas in accordance with their tasks.

DCM technicians hold levels of qualification from the basic to a higher education degree, supplemented, for the least qualified, by training courses specific to their functions.

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação do pessoal não docente é efetuada segundo o SIADAP – Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho da Função Pública – o qual assenta na definição de objetivos institucionais que são desdobrados pela organização. Os objetivos a atingir por cada funcionário, administrativo ou técnico, são definidos no início de cada ciclo avaliativo e estão alinhados com os objetivos estratégicos da instituição. A progressão do funcionário, a existir, dependerá da avaliação bienal que é feita em função do cumprimento das metas fixadas.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The performance of non-academic staff is based on SIADAP – Integrated System for Performance Evaluation of Public Administration. SIADAP requires the definition and deployment of institutional objectives. The goals to be attained by the non-academic staff are aligned with the institution strategic objectives and are defined at the beginning of each evaluation cycle. The career progression of staff depends on their biennial evaluation, which is based on the degree of accomplishment of the pre-defined goals.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

A FCT NOVA dispõe de instalações para garantir o nível e qualidade do ciclo de estudos, adequadas às exigências científicas e pedagógicas de excelência. As instalações incluem salas de aula, laboratórios de computadores para a realização de trabalhos e espaços laboratoriais adequados ao ensino e investigação. Entre os espaços laboratoriais, destacam-se os do Departamento de Ciência dos Materiais (DCM) e dos centros de investigação CENIMAT|i3N e CEMOP|UNINOVA (Centro de Excelência em Microeletrónica e Optoeletrónica de Processos), que serão usados para a lecionação no MEMat. Adicionalmente o campus está coberto por uma rede wireless, possui uma Biblioteca com uma

área aproximada de 6500 m2 que permite o acesso a bibliografia extensa e atualizada, e tem cantinas, bares e residência universitária com capacidade para receber alunos, mas também professores e investigadores convidados.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

FCT NOVA possesses a set of facilities able to satisfy the required quality levels for the study cycle, both from the scientific and educational standpoints, including classrooms and computation labs, together with experimental labs. Among these, labs from Materials Science Department (DCM), CENIMAT|i3N research center and CEMOP|UNINOVA (Center for Excellence in Process Microelectronics and Optoelectronics) research center shall be used by the LEMat students.

The campus is covered by a wireless network and comprises a Library of c. 6500 m2; both facilities provide access to ample and updated scientific databases.

Also available are canteens, snack-bars, grocery stores and a university residence with lodgings for students and visiting researchers and professors.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

As unidades curriculares do ciclo de estudos utilizarão equipamentos e materiais de laboratório disponíveis na FCT NOVA e nos espaços pedagógicos do DCM, assim como nos laboratórios do CENIMAT|i3N e CEMOP|UNINOVA. Os equipamentos disponíveis nos laboratórios do CENIMAT|i3N e CEMOP|UNINOVA constituem um conjunto muito diversificado, com valor de compra que pode ser estimado em cerca de 10 M€, dedicados fundamentalmente a atividades de investigação, mas que também darão apoio às aulas práticas laboratoriais (nomeadamente os equipamentos existentes nas câmaras limpas do DCM e CEMOP|UNINOVA que apoiarão a UC de Microeletrónica: Processos). Todas as salas de aula da FCT NOVA estão equipadas com projetores multimédia e possuem acesso à internet.

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

The instruments and laboratory facilities available at FCT NOVA and the educational installations of DCM, along with laboratories from CENIMAT|i3N and CEMOP|UNINOVA are to be used for educational purposes.

Instruments from CENIMAT|i3N and CEMOP|UNINOVA form a diversified set, with an estimated value of 10 M€, which are mainly devoted to research, but also support laboratory classes.

Throughout the FCT NOVA campus, the classrooms are provided with multimedia displays and internet access, for easier and interactive exposition of the teaching subjects.

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
CENIMAT i3N - Centro de Investigação de Materiais Instituto de Nanoestruturas, Nanomodelação e Nanofabricação / Materials Research Centre Institute of Nanostructures, Nanomodelling and Nanofabrication	Excelente / Excellent	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa	22	https://www.cenimat.fct.unl.pt/
UCIBIO - Unidade de Ciências Biomoleculares Aplicadas / Applied Molecular Biosciences Unit	Excelente / Excellent	Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa / Universidade do Porto	4	https://www.requimte.pt/ucibio/
UNIDEMI – Unidade de Investigação em Engenharia Mecânica e Industrial / Research Unit in Mechanical & Industrial Engineering	Excelente / Excellent	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa	3	http://www.unidemi.com/

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.

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/a5984d49-07d5-fa79-3c6f-5e6f9b3bda85>

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:

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/a5984d49-07d5-fa79-3c6f-5e6f9b3bda85>

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.

As atividades letivas têm por suporte atividades científicas de relevo nacional e internacional desenvolvidas no CENIMAT/I3N, e CEMOP|UNINOVA, relacionadas com um número de projetos muito significativo, tanto Nacionais como Internacionais, com um montante de financiamento superior a 20 milhões de euros, incluindo 5 bolsas ERC (European Research Council).

Esta captação de fundos é fruto da excelência dos docentes/investigadores dos Departamentos envolvidos e do elevado número de colaborações Nacionais e Internacionais existentes. De referir, a ligação do DCM ao EIT KIC Raw Materials (European Institute of Innovation and Technology, Knowledge and Innovation Communities). Apresentam-se, a título de exemplo o projeto DIGISMA (ERC, 3,5 M€), e o projeto "TREND" (ERC, 1,5 M€).

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.

Educational activities are grounded upon scientific research of international level performed at CENIMAT/I3N and CEMOP|UNINOVA, within the framework of a large number of nationally and internationally funded projects, with an overall budget above 20 M€, including 5 ERC (European Research Council) grants.

This level of fund-raising stems from the excellence of the researchers/professors of the department, and the extensive participation in scientific networks, both in Portugal and Europe-wide, from which EIT KIC Raw Materials (European Institute of Innovation and Technology, Knowledge and Innovation Communities) is paramount. Other significant examples are the DIGISMA (ERC, 3,5 M€) and TREND (ERC, 1,5 M€) projects.

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:

Um questionário efetuado pelo OBIPNOVA (Observatório da Inserção Profissional dos Diplomados da Universidade NOVA de Lisboa) em 2016, aos Mestres em Engenharia de Materiais da FCT NOVA diplomados em 2014 e aos diplomados em 2009/10, revelou que 1 ano após a graduação (2011 ou 2015, consoante o caso) 89% dos diplomados estavam empregados. Mais, 75% dos inquiridos consideram a formação Muito/Totalmente adequada às funções desempenhadas.

Saliente-se ainda que, de acordo com o site <http://infocursos.mec.pt/>, em 2018 não existe registo de desempregados no IEFP (Instituto de Emprego e Formação Profissional), com formação superior em Engenharia de Materiais (Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais).

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

A questionnaire made by OBIPNOVA (Observatory of the Professional Insertion of Graduates of the NOVA University of Lisbon) in 2016, the graduates of 2014 and of 2009/10 on the MSc. in Materials Engineering of FCT NOVA, revealed that 1 year after graduation (2011 or 2015, depending on the case) 89% of the graduates were employed. Furthermore, 75% of the respondents consider the formation Very / Totally adequate to the functions performed.

It is also worth mentioning that according to the <http://infocursos.mec.pt/> website, no person holding a MSc degree in Materials Engineering from FCT NOVA was registered as unemployed by IEFP (Institute for Employment and Professional Training) in 2018.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

De acordo com o site <http://infocursos.mec.pt/>, entre 2016 e 2018 o rácio candidatos: vaga para o Mestrado Integrado em Engenharia de Materiais foi de, aproximadamente, 10:1. Saliente-se ainda que o número de candidatos que escolheram este mestrado em primeira opção duplicou de 2016 para 2018.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

According to the website <http://infocursos.mec.pt/>, between 2016 and 2018 the candidate: vacancy ratio for the Integrated Master in Materials Engineering was approximately 10: 1. It should also be noted that the number of candidates who chose this master's degree as a first option doubled from 2016 to 2018.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Na região de Lisboa apenas o Instituto Superior Técnico (IST) leciona um 2.º ciclo em Engenharia de Materiais e, desta forma, eventuais parcerias poderão ser estabelecidas com esta instituição. Saliente-se que, a nível de investigação, essas parcerias já existem, fruto de participação de docentes da FCT NOVA e do IST em projetos conjuntos de I&D.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

In the Lisbon area the only other institution offering a similar study program is Instituto Superior Técnico (IST) This situation offers the possibility to establish a partnership between the two universities. Furthermore, previous links exist in the form of joint R&D projects.

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:

De uma pesquisa efetuada na Internet constata-se que a área do Ensino e Investigação da Ciência e Engenharia de Materiais tem um grande impacto internacional, versando áreas temáticas desde as chamadas tecnologias clássicas às novas tecnologias e nanotecnologias, o que faz com que Universidades tão prestigiadas nos E.U.A. como o MIT, Berkeley, Stanford, Princeton ou na Europa como, por exemplo, universidades no Reino Unido (Oxford, Queen Mary, Leeds, ...), Espanha (Barcelona, Catalunha,...), França, Suécia ou Noruega ministrem este tipo de formação. No espaço europeu podem encontrar-se formações semelhantes à aqui apresentada no Reino Unido (Oxford: <https://www.ox.ac.uk/admissions/graduate/courses/msc-research-materials?wssl=1>; Imperial College: <https://www.imperial.ac.uk/study/ug/courses/materials-department/materials-science-and-engineering-beng/#structure>) e em Espanha (<https://materials.masters.upc.edu/en>), entre outros.

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Internet search reveals that education and research in the field of Materials Science and Engineering has a large international impact, covering areas from the more conventional technologies to newly developed technologies and nanotechnologies. This is the reason why such prestigious universities in the USA as MIT, Berkeley, Stanford and Princeton, or in Europe, like Oxford, Queen Mary and Leeds in the UK, Barcelona in Spain, and others in France, Sweden and Norway currently offer courses in this domain. Courses similar to the one being presented can be found in the UK (Oxford: <https://www.ox.ac.uk/admissions/undergraduate/courses-listing/materials-science?wssl=1>; Imperial College: <https://www.imperial.ac.uk/study/ug/courses/materials-department/materials-science-and-engineering-beng/#structure>) or Spain (https://www.ub.edu/web/ub/en/estudis/oferta_formativa/graus/fitxa/M/G1040/index.html), among other examples.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Os ciclos de estudo em instituições de referência a nível europeu (ex.: Oxford, Imperial College, Barcelona) apresentam uma estrutura curricular semelhante à aqui apresentada, e objetivos idênticos. De uma forma geral, no espaço europeu a formação ao nível de mestrado é de 2 anos (120 ECTS), exceção feita ao Imperial College, onde a formação contempla apenas 90 ECTS. No caso do MIT (referência a nível internacional) o mestrado pode ser de um ano ou de dois anos. A formação de dois anos do MIT, com objetivos semelhantes ao MEMat, é a que confere, tal como no MEMat, o grau Mestre em Engenharia.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Similar study cycles offered by European reference institutions (e.g. Oxford, Imperial College, and Barcelona) are structured in a similar fashion concerning the curricular contents, and have comparable objectives. In general, in Europe MSc courses offered have a 2-year duration (120 ECTS). Exceptions are found, like Imperial College, which offers courses with 90 ECTS. As for MIT, an international (extra-European) reference, MSc courses may be either 1 or 2 years in duration between 1 and 2 years; it is however the 2-year course with objectives similar to those of MEMat that grants a degree of Master in Engineering.

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 - Algumas instituições onde os alunos têm realizado a Dissertação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Algumas instituições onde os alunos têm realizado a Dissertação

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2. _Dissertação_ Entidades.pdf](#)

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:

O acompanhamento dos estudantes é feito pelo orientador do estágio / dissertação com quem os estudantes contactam regularmente numa base diária ou semanal.

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

Student follow-up is done by the internship/thesis advisor with whom students regularly contact on a daily or weekly basis.

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 / N° of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- O corpo docente de elevada qualidade, na docência e na investigação, que garante um ensino de alto nível;
- Infraestruturas pedagógicas e de investigação de alto nível;
- Existência de inúmeras parcerias nacionais e internacionais (com universidades e indústria) que garantem a possibilidade de o trabalho de projeto ser realizado numa empresa ou na universidade;
- O curso apresenta valências próprias, em termos letivos: é o único no País a dedicar-se à lecionação de áreas como a Microeletrónica. Estas valências estão na génese da área de Engenharia de Materiais na FCT NOVA, aquando da sua criação há cerca de 40 anos.
- Cerca de 40 anos de experiência de docência na área de Engenharia de Materiais (a FCT NOVA foi a primeira universidade portuguesa a oferecer esta formação) e elevado conhecimento da realidade empresarial neste domínio.

12.1. Strengths:

- Highly competent faculty members, both in scientific and pedagogical terms, insuring a top level education;
- High level research and teaching facilities;
- Numerous national and international partnerships with both academic and industrial counterparts offering the students the possibility to undertake the thesis assignment under a chosen environment;
- The course possesses some unique advantages: it is the only at the national level to cover fields like Microelectronics; such fields are at the root of the FCT NOVA offering in Materials Science, when it started c. 40 years

ago;

- *Over 40 years of experience teaching Materials Engineering /FCT NOVA was the first to offer that specialty in Portugal), coupled with a thorough knowledge of the companies working in the field.*

12.2. Pontos fracos:

- *Apesar do grande esforço investido na divulgação, e da importância associada à "transversalidade" da área da Engenharia dos Materiais, o n.º de estudantes atraído para esta área ainda continua a ser relativamente reduzido, quando comparado com especialidades clássicas da engenharia.*

12.2. Weaknesses:

- *Despite the great effort invested in publicizing the course, and the transversal nature of Materials Engineering, the number of students to feel attracted to this area remains relatively small if compared to more conventional engineering specialties.*

12.3. Oportunidades:

- *Criação de uma formação fortemente apoiada na investigação de excelência que é desenvolvida, na área, no DCM FCT NOVA.*
 - *Com o Mestrado em Engenharia de Materiais pretende-se formar profissionais possuidores de uma sólida e avançada formação na área Engenharia de Materiais, com competência para inovar e responder a diferentes desafios tecnológicos, inclusive os colocados por outras áreas de engenharia.*

12.3. Opportunities:

- *Development of an education program strongly supported by the Excellence-level R&D performed at DCM FCT NOVA.*
 - *Opportunity to prepare professionals with a solid up-to-date qualification in Materials Engineering, able to innovate and confront diverse technological challenges of a transdisciplinary nature.*

12.4. Constrangimentos:

- *O reforço / renovação do corpo docente assume grande importância, de modo a assegurar a continuidade da oferta educativa no médio prazo.*
 - *Pretende-se uma lecionação fortemente apoiada na atividade de investigação e com isso sedimentar a posição da FCT NOVA como uma Research University. Tal desígnio só será totalmente conseguido se forem admitidos alunos com boas classificações de entrada, por forma a garantir o pleno sucesso de todas as metodologias de ensino.*
 - *O recrutamento de estudantes licenciados possuidores de uma formação de base distinta da Engenharia de Materiais deverá colocar dificuldades específicas na abordagem dos assuntos a tratar, requerendo a adoção de medidas de mitigação devidamente ajustadas.*
 - *Face à rapidez atualmente verificada no que se refere à evolução tecnológica em geral, a qual assume particular relevância no domínio dos Materiais, será necessária garantir um constante esforço de atualização dos conteúdos do curso, sem o que a relevância do curso conhecerá um profundo declínio.*

12.4. Threats:

- *The need to reinforce / renew the faculty at DCM is currently foreseen as a necessary tool to insure the perenniality of this educational offer in the medium term.*
 - *The intended teaching methodologies, strongly supported by the underlying research activity, which is seen as a way to further the position of FCT NOVA as a Research University, can only be fully achieved if students with higher admittance marks can be successfully attracted.*
 - *The ingress of students originating from areas other than Materials Engineering is liable to place specific difficulties for the treatment of subjects inherent to the course, which demand, to be overcome, the adoption tailored mitigation measures.*
 - *Given the current rapidity in technological developments in general, which is particularly relevant in the field of Materials, a constant effort to update the contents of the course will be necessary, without which the course's relevance of should be subject to a profound decline.*

12.5. Conclusões:

A Engenharia de Materiais é uma área transversal a todas as engenharias, de importância capital para o desenvolvimento tecnológico (ver, p.ex., <http://dmse.mit.edu/>). O Mestrado em Engenharia de Materiais pretende fornecer uma sólida formação em Materiais Avançados e Tecnologias na área dos Materiais, tendo em vista a prossecução de estudos para um 3.º ciclo ou a empregabilidade em serviços que exijam as competências de base tecnológica aqui ministrados. Para este efeito, a lecionação é apoiada na investigação de excelência realizada no DCM. O DCM possui docentes com elevada capacidade pedagógica e mérito científico reconhecido a nível nacional e internacional que darão o seu contributo para a formação de Mestres em Engenharia de Materiais de elevada qualidade. Os domínios de intervenção do DCM estão ligados às Nanotecnologias, Biomateriais, Materiais da Eletrónica, Energia, Materiais para o Ambiente, novos Materiais Funcionais para Aplicações de Engenharia, Optoeletrónica, Materiais Compósitos, Materiais Poliméricos e Mesomorfos, para além das áreas mais tradicionais como a Metalurgia, Materiais Cerâmicos e Vidros e Cristaloquímica. Para além de um corpo docente altamente qualificado, a FCT NOVA, possui instalações laboratoriais equipadas para garantir todas as necessidades decorrentes da lecionação (laboratórios específicos do DCM, ou outros), bem como uma biblioteca e diversas salas de estudo/computadores. Estão assim criadas todas as condições físicas e humanas, para a formação dos Mestres em Engenharia de Materiais de elevada qualidade. O ciclo de estudos agora proposto apresenta uma formação compatível

com referências de elevado nível de formação (na Europa ou Estados Unidos), compatibilizando-se, portanto, com o processo de internacionalização desejado.

12.5. Conclusions:

As a specialty, Materials Engineering is transversal to all engineering fields and assumes a primordial importance for technological development (see e.g. <http://dmse.mit.edu/>). The MSc course on Materials Engineering (MEMat) aims to provide a solid education in the fields of Advanced Materials and Materials Technologies, intent on: preparing the students for further studies; adequate performance in professional occupations requiring the technological knowledge and skills covered in the course.

To that effect, teaching is supported by the high level research undertaken at DCM. This department benefits from the presence of a group of very competent professors, highly regarded internationally due to their scientific achievements. DCM intervention is particularly noteworthy on domains like Nanotechnologies, Biomaterials, Materials for Electronics, Materials for Energy, Materials for the Environment and Sustainable Development, new Functional Materials for Engineering Applications, Optoelectronics, Composite Materials and Polymeric and Mesomorphic Materials, apart from traditional areas like Metallurgy, Ceramic and Glass Materials and Crystal Chemistry.

FCT NOVA also possesses laboratories able to cater for all the needs arising from teaching, together with excellent facilities like a modern and functional library and computation laboratories.

The indispensable conditions, both concerning people and facilities, for the successful education of highly capable Masters in Materials Engineering.

The study cycle being proposed is fully compatible with similar offerings from reference institutions, both in Europe and the USA, thus being aligned with the goal of a thorough internationalization.