

NCE/19/1901027 — 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 Micro e Nanotecnologias

1.3. Study programme:

Micro and Nanotechnology Engineering

1.4. Grau:

Licenciado

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:

522

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

<sem resposta>

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

180

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

3 anos (6 semestres)

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

3 years (6 semesters)

1.9. Número máximo de admissões:

60

1.10. Condições específicas de ingresso.

Provas específicas:

Matemática e Física-Química

Classificações Mínimas

Nota de Candidatura: 95 pontos

Provas de Ingresso: 95 pontos

Fórmula de Cálculo
Média do secundário: 60%
Provas de ingresso: 40%

1.10. Specific entry requirements.

Admission Exams:
Mathematics and Physics-Chemistry

Minimum Admission Grade
Application Mark: 95 points (out of 200)
Admission Exams: 95 points (out of 200)

Formula for admission
Secondary school final mark: 60%
Entry exams: 40%

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 Micro e Nanotecnologias à nova organização, introduzida pelo Dec. Lei n.º 65 de 2018, de 16 de agosto. O 1.º ciclo em Engenharia de Micro e Nanotecnologias (LEMN) está dividido em 6 semestres e a estrutura curricular foi elaborada tendo em vista uma sólida formação nas disciplinas propedêuticas base, Matemática, Física e Química, complementando-a com as componentes de formação ligadas à engenharia e micro e nanotecnologias nas áreas da Eletrónica, Informática, Ciências da Vida e Materiais, já virada para uma vertente tecnológica. No 2.º ciclo em Engenharia de Micro e Nanotecnologias, que complementa a presente proposta, existe um aprofundamento das áreas de formação anteriormente indicadas, dando a possibilidade ao aluno de fazer o seu percurso académico, especializando-se na área com qual tem mais afinidade, devido ao leque de disciplinas opcionais especialmente selecionadas e lecionadas na FCT NOVA. Contudo, e de forma a não descurar a formação dos futuros licenciados em Engenharia de Micro e Nanotecnologias as principais tecnologias são apresentadas brevemente ao nível do 1.º ciclo, de forma a habilitar o licenciado com as competências básicas para entrar no mercado de trabalho na área das Micro e Nanotecnologias, ou ingressar num 2.º ciclo na mesma área ou em áreas afins. A formação científico-tecnológica será complementada com a introdução de uma UC de Projeto de Licenciatura, de 9 ECTS, onde os estudantes poderão realizar trabalho numa indústria ou em ambiente de investigação. Idealmente, procurar-se-á que todos os estudantes realizem este projeto em ambiente industrial, de forma a contactarem com a realidade empresarial e colaborarem na solução de problemas diversos, recorrendo para o efeito ao know-how dos docentes e a todos os laboratórios e equipamentos do DCM. Desta forma, contribui-se para o fortalecimento da ligação do DCM (e da FCT NOVA) ao tecido industrial e, igualmente, para a criação de novas parcerias que beneficiarão a médio-longo prazo os estudantes e licenciados em Engenharia de Micro e Nanotecnologias da FCT NOVA.

A abordagem, em termos de lecionação na LEMN, será a de uma formação transdisciplinar, combinando a formação básica sólida na área das Ciências e Engenharia para a solução de problemas diversos. A ênfase, em termos de ensino, é colocada em questões de relação estrutura-propriedades e no processamento, formação em eletrónica e microeletrónica e aplicações funcionais e não funcionais dos nanomateriais.

Apesar da Eng. em Micro e Nanotecnologias ser um curso de formação pioneiro tanto a nível nacional como internacional, a estrutura do ciclo de estudos foi definida tendo em conta a experiência de ensino e investigação dos docentes do Departamento de Ciências dos Materiais (cerca de 40 anos) ligados ao CENIMAT/I3N.

1.14. Observations:

This proposal results from the adequacy of the current master's degree in Micro and Nanotechnology engineering to the new organization, introduced by the Dec. Law No. 65 of 2018, of August 16th. The 1st cycle in Micro and Nanotechnology Engineering (LEMN) is divided into 6 semesters and the curricular structure was elaborated with a view to a solid formation based on propedeutic disciplines, mathematics, physical and chemical, complementing it with training components related to engineering and micro and nanotechnologies in the areas of electronics, informatics, life sciences and materials, already facing this technological aspect. In the 2nd cycle in Micro and nanotechnology engineering, which complements this

proposal, there is a deepening of the training areas previously indicated, giving the possibility to the student to make his/her academic course, specializing in the area with which has more affinity due to the range of optional disciplines specially selected and taught at FCT NOVA. However, and in order not to neglect the formation of future graduates in Micro and nanotechnology engineering, the main technologies are presented briefly at the level of the 1st cycle, in order to enable the bachelor with the basic competencies to enter the Market in the area of Micro and nanotechnologies, or to enter a second cycle in the same area or in related areas. The scientific-technological training will be complemented by the introduction of a curricular unit of a bachelor's degree project, 9 ECTS, where students can perform work in an industry or research environment. Ideally, it will be sought that all students undertake this project in an industrial environment, in order to make contact with the business reality and collaborate in the solution of various problems, using for this purpose the know-how of professors and DCM Laboratories and equipment. Thus, it also contributes to the strengthening of the connexion of the DCM (and FCT NOVA) to the industry and also to the creation of new partnerships that will benefit the medium-long term students and graduates in Micro and nanotechnology engineering of FCT NOVA. The approach, in terms of teaching in LEMN, will be that of a transdisciplinary training, combining solid basic training in the field of science and engineering for the solution of various problems. The emphasis, in terms of teaching, is placed on issues of structure-properties relationship and processing, training in electronics and microelectronics and functional and non-functional applications of nanomaterials. Although the Eng in Micro and Nanotechnologies is a pioneering training course at both national and international level, the structure of the study cycle was defined taking into account the teaching and research experience of the professors of the Dep. of Science of Materials (about 40 years) linked to the CENIMAT/I3N.

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 19_LEMN.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_LEMN.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_LEMN.pdf](#)

Mapa I - Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia de Micro e Nanotecnologias

2.1.1. Órgão ouvido:

Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia de Micro e Nanotecnologias

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_MIEMN.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:

Esta licenciatura visa a formação de base científico-tecnológica na área das Micro e Nanotecnologias, tendo em vista a prossecução de estudos; mobilidade entre formações ministradas na Faculdade de Ciências e Tecnologia e noutras Escolas; empregabilidade em serviços que não requeiram competências específicas de 2.º ciclo. Embora as competências técnicas sejam importantes, no contexto atual, e mesmo em termos de empregabilidade, as competências complementares (soft-skills) assumem um papel preponderante. O LEMN, à semelhança de todos os cursos da FCT NOVA, segue uma nova abordagem pedagógica designada por “Perfil Curricular FCT” (<https://www.fct.unl.pt/ensino/perfil-curricular-fct>). Essencialmente, o “Perfil Curricular FCT” vem reforçar a formação técnico-científica ministrada com competências complementares que forneçam ao estudante as ferramentas que influenciarão o seu desempenho escolar e, no futuro, o seu desempenho profissional enquanto licenciado.

3.1. The study programme's generic objectives:

This degree aims at the formation with a scientific-technological base in the area of Micro and Nanotechnologies, with a view to continue the studies with a master program; Mobility between formations taught at the Faculty of Science and Technology and other schools; Employability in services that do not require specific competences of the 2nd cycle. Although the technical competencies are important, in the current context, and even in terms of employability, the complementary competences (soft-skills) play a preponderant role. LEMN, like all FCT NOVA courses, follows a new pedagogical approach called "FCT Curricular Profile" (<https://www.fct.unl.pt/ensino/perfil-curricular-fct>). Essentially, the "FCT curriculum profile" reinforces the technical-scientific training given with complementary competences that provide the student with the tools that will influence their school performance and, in the future, their professional performance while licensed.

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

A LEMN oferece aos estudantes a oportunidade de tomar conhecimento com questões relacionadas com a estrutura, as propriedades, a produção, caracterização e a aplicação dos diferentes materiais e processos às áreas da microeletrónica e nanotecnologias. Pretende-se que o Licenciado em Engenharia de Micro e Nanotecnologias:

- I - Conheça e saiba utilizar, no contexto adequado, a linguagem e os conceitos da Matemática, Física, Química e Informática necessários à aquisição de competências técnicas.*
- II - Conheça e compreenda as relações estrutura/propriedades das diferentes classes de materiais relacionados com a eletrónica, microeletrónica e nanotecnologias*
- III - Conheça, compreenda e saiba utilizar técnicas de caracterização de materiais e dispositivos.*
- IV - Conheça e compreenda as tecnologias de processos da Microeletrónica e Nanomateriais.*
- V - Saiba Comunicar de forma eficaz em ambiente académico e profissional.*
- VI - Conheça a estrutura organizativa de empresas.*

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

The LEMN offers students the opportunity to take notice of issues related to the structure, properties, production, characterization and application of the different materials and processes in the areas of microelectronics and nanotechnologies. It is intended that the licensee in Micro and Nanotechnology engineering:

- I-know and know how to use, in the appropriate context, the language and concepts of mathematics, physics, chemistry and informatics needed to acquire technical competencies.*
- II-Know and understand the structure/properties relationships of the different classes of materials related to electronics, microelectronics and nanotechnologies*
- III-Know, understand and know how to use materials and devices characterization techniques.*
- IV-Know and understand the process technologies of microelectronics and nanomaterials.*
- V-Know how to communicate effectively in an academic and professional environment.*
- VI-Know the organizational structure of companies.*

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 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 inovadoras 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 Licenciatura em Engenharia de Micro e Nanotecnologias resulta da adequação do Mestrado Integrado em Engenharia de Micro e Nanotecnologias na sequência da alteração introduzida pelo Decreto-Lei n.º 65/2018 de 16 de agosto. O Departamento de Ciência dos Materiais da FCT NOVA foi pioneiro no contexto nacional, quando há 10 anos lançou a primeira edição do Mestrado Integrado em Micro e Nanotecnologias, de carácter único em Portugal e claramente interdisciplinar, envolvendo colaborações dos Dep. de Eletrónica, Química, Ciências da Vida, entre outros, sendo por isso de extrema importância para o desenvolvimento científico-tecnológico do país. O corpo docente associado a este ciclo de estudos desenvolve investigação em áreas de "ponta" nos vários domínios associados ao curso. A FCT NOVA pretende afirmar-se como uma Research University e nesse sentido a Licenciatura agora proposta, ao apoiar-se na investigação realizada no 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 centros de investigação e universidades nacionais e internacionais.

Os objetivos desta formação interdisciplinar estão claramente alinhados com o projeto educativo, científico e cultural da FCT NOVA. O curso adequa-se ao "Perfil Curricular da 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 licenciatura 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 of the Nova University of Lisbon (FCT NOVA) is a university institution directed to the areas of science and engineering, which has as its mission and strategy:

- (a) An international competitive investigation, focusing on interdisciplinary areas, including research addressing problems affecting society;*
- b) A teaching of excellence, with increasing emphasis on research carried out by competitive academic programs at national*

and international level;

(c) A broad base of interinstitutional participation focused on the integration of different scientific cultures with a view to creating innovative synergies for education and research;

(d) A provision of quality services, both internally and internationally, capable of contributing to social development and to the qualification of human resources.

The graduation course in Micro and nanotechnology engineering results from the adequacy of the integrated Master in Micro and Nanotechnology engineering following the amendment introduced by Decree-Law No. 65/2018 of August 16th. The FCT NOVA materials Science Dep was a pioneer in the national context, when 10 years ago launched the first edition of the integrated Master in Micro and Nanotechnologies, of unique character in Portugal and clearly interdisciplinary, evolving collaborations of the Dep. of electronics, Chemistry, Life Sciences, among others, which is therefore extremely important for the scientific and technological development of the country. The faculty associated with this cycle of studies develops research in areas of "tip" in the various domains associated with the course. The FCT NOVA intends to affirm itself as a research University and in this sense the Bachelor now proposed, by supporting itself in the research conducted in Cinemat | I3N (classified as exceptional), will surely contribute to this design and to a teaching of High quality. In this sense, they also contribute to the partnerships that professors involved in teaching have with national and international research centers and universities.

The objectives of this interdisciplinary formation are clearly aligned with the educational, Scientific and cultural project of FCT NOVA. The course is suitable for the "curriculum profile of the FCT", which favors the development of transversal competences, potentiates the connection to society, and develops a culture of innovation, entrepreneurship and scientific development. It is a strategic bet of FCT NOVA to continue to contribute decisively to the development of advanced education and scientific research and innovation in emerging areas, being the Pioneer school in the launching of several formations of 1st, 2nd and 3rd Cycle, which once again occurs with the proposed degree course.

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	51	3	
Matemática / Mathematics	M	30	0	
Física / Physics	F	24	0	
Ciência dos Materiais / Materials Science	CMt	18	0	
Química / Chemistry	Q	12	0	
Engenharia Eletrotécnica e Computadores / Electrical and Computer Engineering	EEC	12	0	
Informática / Informatics	I	6	0	
Ciências Humanas e Sociais	CHS	3	0	
Ciência	CMt / EMt / M /			
Materiais/Eng.Materiais/Matemática/Química/Biologia/Eng.Ambiente/Informática/Eng.Eletrotécnica	Q / B /	0	12	
Computadores/Eng.Industrial	EA / I / EEC / EI			

Competências Complementares / Transferable Skills
Qualquer Área Científica / Any Scientific Area
(11 Items)

CC	3	0
QAC	0	6
	159	21

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)
Análise Matemática I / Mathematical Analysis I	M	Semestre1 / Semester1	168	T:42; PL:28	6	
Álgebra Linear e Geometria Analítica / Linear Algebra and Analytical Geometry	M	Semestre1 / Semester1	168	T:42; PL:28	6	
Química B / Chemistry B	Q	Semestre1 / Semester1	168	T:28; TP:21; PL:6	6	
Mecânica / Mechanics	F	Semestre1 / Semester1	168	TP:42; PL:21	6	
Introdução às Micro e Nanotecnologias / Introduction to Micro and Nanotechnologies	EMt	Semestre1 / Semester1	84	TP:42; OT:6	3	
Competências Transversais para Ciências e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology	CC	Trimestre2 / Quarter2	80	TP:10; PL:50	3	
Análise Matemática II D / Mathematical Analysis II D	M	Semestre2 / Semester2	168	TP:42; PL:14	6	
Química Orgânica Geral B / General Organic Chemistry B	Q	Semestre2 / Semester2	168	T:28; TP:10; PL:18	6	
Introdução às Probabilidades Estatística e Investigação Operacional / Introduction to Probabilities, Statistics and Operations Research	M	Semestre2 / Semester2	168	TP:42; PL:28	6	
Termodinâmica de Processos / Thermodynamics of Processes	F	Semestre2 / Semester2	168	T:35; TP:14; PL:14	6	
Informática para Ciências e Engenharias / Informatics for Science and Engineering	I	Semestre2 / Semester2	168	T:28; PL:28	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)
Análise Matemática III D / Mathematical Analysis III D	M	Semestre1 / Semester1	168	TP:42; PL:14	6	
Técnicas de Caracterização de Materiais / Characterization Techniques of Materials	EMt	Semestre1 / Semester1	168	TP:21; PL:42; OT:6	6	
Unidade Curricular do Bloco Livre A / Unrestricted Elective A	QAC	Semestre1 / Semester1	168	depende da UC escolhida / dependent of	6	Optativa / Optional

					choice		
Eletromagnetismo / Electromagnetism	F	Semestre1 /Semester1	168		T:42; TP:14; PL:28	6	
Técnicas de Instrumentação / Instrumentation Techniques	EMt	Semestre1 /Semester1	168		T:21; PL:42; OT:6	6	
Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital /	CHS	Trimestre2 /Quarter2	80		TP:42	3	
Desenho Técnico Assistido por Computador / Technical and Computer-Aided Drawing	EMt	Semestre2 /Semester2	84		TP:42	3	
Eletrónica I / Electronics I	EEC	Semestre2 /Semester2	168		TP:35; PL:28	6	
Propriedades Físicas dos Materiais / Physical Properties of Materials	CMt	Semestre2 /Semester2	168		TP:28; PL:28; OT:6	6	
Comportamento Mecânico de Nanomateriais / Mechanical Behavior of Nanomaterials	CMt	Semestre2 /Semester2	168		TP:28; PL:35; OT:6	6	
Opção C / Option C	CMt / EMt / M / Q / B / EA / I / EEC / EI	Semestre2 /Semester2	168		depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional

(11 Items)

Mapa III - - 2.º Ano - Grupo de Opções C / 2nd Year - Option Group C**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 C / 2nd Year - Option Group C***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)
Fotónica em Materiais /	CMt	Semestre2 /Semester2	168	TP: 56	6	O aluno deve realizar 6 ECTS deste grupo ou outras UC aprovadas em Conselho Científico
Materiais Poliméricos I / Polymeric Materials I	CMt	Semestre2 /Semester2	168	TP:21; PL:42; OT:6	6	Students must perform 6 ECTS of this group or other UC approved by the Scientific Council
Bioquímica Geral B / General Biochemistry B	Q	Semestre2 /Semester2	168	T: 28; TP: 15; PL: 12	6	Optativa / Optional
Programação para Ciência e Engenharia de Dados / Programming for Data Science and Engineering	I	Semestre2 /Semester2	168	T: 28; PL: 28	6	Optativa / Optional
Químio-informática / Chemoinformatics	Q	Semestre2 /Semester2	84	TP:28	3	Optativa / Optional
Biologia Molecular C / Molecular Biology C	B	Semestre2 /Semester2	84	T: 10; TP: 14	3	Optativa / Optional
Teoria de Sinais / Signal Theory	EEC	Semestre2 /Semester2	84	TP: 21; PL: 42	3	Optativa / Optional
Cálculo Financeiro / Mathematics of Finance	M	Semestre2 /Semester2	168	TP:56	6	Optativa / Optional

(8 Items)

Mapa III - - 3.º Ano / 3rd 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:***3.º Ano / 3rd 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)
Materiais Semicondutores / Semiconductor Materials	EMt	Semestre1 /Semester1	168	T:21; PL:42; OT:6	6	
Mecânica Quântica / Quantum Mechanics	F	Semestre1 /Semester1	168	T:42; TP:28; OT:6	6	
Tecnologia de Nanomateriais / Nanomaterials Technology	EMt	Semestre1 /Semester1	168	TP:21; PL:42; OT:6	6	
Eletrónica II / Electronics II	EEC	Semestre1 /Semester1	168	TP:35; PL:28; OT:6	6	
Opção D / Option D	CMt / EMt / M / Q / B / EA / I / EEC / EI	Semestre1 /Semester1	168	TP:28; PL:35	6	Optativa/ Optional
Microeletrónica: Processos / Microelectronics: Processes	EMt	Semestre2 /Semester2	168	TP:28; PL:42; OT:6	6	
Processos e Materiais da Eletrónica / Processes and Materials for electronics	EMt	Semestre2 /Semester2	168	TP:21; PL:42; OT:6	6	
Superfícies e Interfaces / Surfaces and Interfaces	CMt	Semestre2 /Semester2	168	TP:21; PL:35; OT:6	6	
Projeto em Engenharia de Micro e Nanotecnologias / Project in Micro and Nanotechnology Engineering	EMt	Semestre2 /Semester2	252	TP:28	9	
Programa de Oportunidades / Opportunities Program	EMt	Trimestre2 /Quarter2	80	OT:7	3	Optativa/ Optional

(10 Items)

Mapa III - - 3.º Ano - Grupo de Opções D / 3rd Year - Option Group D

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:

3.º Ano - Grupo de Opções D / 3rd Year - Option Group D

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)
Materiais Compósitos / Composite Materials	EMt	Semestre1 /Semester1	168	TP: 28; PL: 35; OT: 6	6	O aluno deve realizar 6 ECTS deste grupo ou outras UC aprovadas em Conselho Científico
Gestão da Qualidade / Quality Management	EI	Semestre1 /Semester1	168	T: 21; PL: 35	6	Students must perform 6 ECTS of this group or other UC approved by the Scientific Council
Introdução à Engenharia do Ambiente e Sustentabilidade / Introduction to Environmental Engineering and Sustainability	EA	Semestre1 /Semester1	84	TP:28	3	Optativa / Optional
Introdução à Programação para Ciência e Engenharia / Introductory Programming for Science and Engineering	I	Semestre1 /Semester1	168	T: 28; PL: 42	6	Optativa / Optional
Genética Molecular B / Molecular Genetics B	B	Semestre1 /Semester1	168	T:21; PL:36	6	Optativa / Optional
Toxicologia Celular e Molecular / Cellular and Molecular Toxicology	B	Semestre1 /Semester1	168	T: 21; TP: 20; PL:9	6	Optativa / Optional
Sistemas Lógicos / Logical Systems	EEC	Semestre1 /Semester1	168	T:28; PL:42	6	Optativa / Optional
Teoria de Sistemas / Systems Theory	EEC	Semestre1 /Semester1	168	TP: 28; PL: 28	6	Optativa / Optional

(8 Items)

Mapa III - - 3.º Ano - Programa de Oportunidades / 3rd Year - Opportunities Program

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:*3.º Ano - Programa de Oportunidades / 3rd Year - Opportunities Program***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 (5)	Observações / Observations (5)
Programa de Introdução à Prática Profissional / Undergraduate Practice Opportunities Program	EMt	Trimestre2 / Quarter2	80	OT:7	3	Optativa / Optional
Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunities Program	EMt	Trimestre2 / Quarter2	80	OT:7	3	Optativa / Optional
(2 Items)						

4.4. Unidades Curriculares**Mapa IV - Álgebra Linear e Geometria Analítica****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Álgebra Linear e Geometria Analítica***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Linear Algebra and Analytic Geometry***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***M***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:42; PL:28***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 Cecília Perdigão Dias da Silva - T:42; PL:28***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):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- Operar com matrizes, caracterizar as matrizes invertíveis e calcular a inversa de uma matriz invertível.*
- Utilizar as matrizes para determinar se um sistema de equações lineares é impossível ou é possível e, neste caso, determinar o conjunto das soluções.*
- Representar uma aplicação linear por uma matriz e determinar, por exemplo, se a aplicação é sobrejetiva, se é injetiva, determinando a característica da matriz.*
- Dada uma matriz quadrada, calcular o seu determinante, os seus valores próprios e respetivos vetores próprios associados.*
- Utilizar as matrizes e determinantes na Geometria Analítica em R^3 , por exemplo para a determinação de uma equação geral de um plano, a determinação da posição relativa entre 2 rectas (entre 2 planos ou entre 1 reta e 1 plano).*

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

The student is supposed acquire basic knowledge on Linear Algebra. At the end of the curricular unit students should have the following abilities:

- To use matrices in different situations
- To recognize an invertible matrix
- To compute the inverse of an invertible matrix
- To work on systems of linear equations using matrices
- To know the relation between a matrix and a linear function
- To understand the determinant of a square matrix, related results, to compute the eigenvalues and eigenspaces and their applications
- To use matrices, systems of linear equations and the concept of determinant to solve some geometric problems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Matrizes
- 2 - Sistemas de Equações Lineares
- 3 - Determinantes
- 4 - Espaços Vetoriais
- 5 - Aplicações Lineares
- 6 - Valores e Vetores Próprios
- 7 - Produto Interno, Produto Externo e Produto Misto de Vetores em R^3
- 8 - Geometria Analítica em R^3

4.4.5. Syllabus:

- 1 – Matrices
- 2 – Systems of Linear Equations
- 3 – Determinants
- 4 – Vector Spaces
- 5 – Linear Transformations
- 6 – Eigenvalues and Eigenvectors
- 7 - Inner, Vector and Mixed Products in R^3
- 8 – Analytic Geometry in R^3

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

No Capítulo 1 inicia-se o estudo das matrizes e, em particular, caracterizam-se as matrizes invertíveis e deduz-se um método para determinar a inversa de uma matriz invertível. No Capítulo 2 consideram-se os sistemas de equações lineares na forma matricial. No Capítulo 3 apresenta-se a noção de determinante de uma matriz quadrada e algumas propriedades do determinante. Nos Capítulos 4 e 5 são apresentadas e exploradas as noções de espaço vetorial, de aplicação linear e de matriz de uma aplicação linear. No Capítulo 6 estudam-se os valores próprios e vetores próprios de uma matriz (quadrada). Nos restantes capítulos faz-se uma introdução à geometria analítica em R^3 com a utilização das matrizes e determinantes.

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

In Chapter 1 we study Matrix Algebra and matrices are used along all the other chapters. In Chapter 2 we work on systems of linear equations using matrices. In Chapter 3 we present the notion of determinant of a square matrix and derive several properties. Along Chapters 4 and 5 we present and study vector spaces, linear functions and matrix representations of a linear function. In Chapter 6 we study eigenvalues, eigenvectors and eigenspaces of a square matrix. In the remaining chapters we present an introduction to Analytic Geometry.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas são lecionados os conceitos e os resultados fundamentais que, na sua maioria, são demonstrados. Ao longo da aula são apresentados exemplos ilustrativos e são propostos exercícios que os alunos deverão resolver autonomamente de forma a consolidar a matéria teórica lecionada.

Nas aulas práticas os alunos têm a possibilidade de resolver exercícios e de propor exercícios para resolução de forma a esclarecer as dúvidas surgidas durante o tempo dedicado ao estudo autónomo da matéria.

No horário de atendimento docente cada aluno pode, individualmente, esclarecer as suas dúvidas com qualquer um dos docentes da unidade curricular.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes consist on an explanation of the theory which is illustrated by examples. Most results are proven.

Practical classes consist on the resolution of some exercises. Some of the exercises are solved in class, the remaining are left to the students as part of their learning process. The assessment is made through written tests (tests / exams).

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

As componentes teóricas determinadas nos objetivos da unidade curricular são lecionadas nas aulas teóricas onde também se apresentam exercícios práticos para ilustrar conceitos e resultados. A aprendizagem é consolidada com a componente das aulas práticas, o estudo autónomo do aluno e, se necessário, utilizando o horário de atendimento dos docentes. A frequência na unidade curricular pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria. A avaliação de conhecimentos é efetuada através de provas escritas (testes/exames).

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

The main concepts specified in the objectives of the course are explained in the theoretical lectures in which some practical problems are also presented as an illustration of concepts or results. Learning is consolidated with the component of the

practical classes, the student's self-study and, if necessary, using the office hours of teachers. The frequency in the course aims to ensure that students follow the matter. The assessment is made through written tests (tests / exams).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

ISABEL CABRAL, CECÍLIA PERDIGÃO, CARLOS SAIAGO, Álgebra Linear, Escolar Editora, 2018 (5.ª Edição).

T. S. Blyth e E. F. Robertson, Essential student algebra. Volume two: Matrices and Vector Spaces, Chapman and Hall, 1986.

T. S. Blyth e E. F. Robertson, Basic Linear Algebra (Springer undergraduate mathematics series), Springer, 1998.

S. J. Leon, Linear Algebra with Applications, 6th Edition, Prentice Hall, 2002.

*J. V. Carvalho, Álgebra Linear e Geometria Analítica, texto de curso ministrado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Departamento de Matemática da FCT/UNL, 2000.
<http://ferrari.dmat.fct.unl.pt/personal/jvc/alga2000.html>*

E. Giraldez, V. H. Fernandes e M. P. M. Smith, Álgebra Linear e Geometria Analítica, McGraw-Hill de Portugal, 1995.

Mapa IV - Análise Matemática I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:42; PL:28

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 Proença Caseiro Brás - T:42; PL:28

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):

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

- 1) Trabalhar com noções elementares de topologia na reta real;*
- 2) Fazer pequenas demonstrações por indução matemática;*
- 3) Compreender a noção rigorosa de limite (de sucessões e de funções de variável real) e efetuar o seu cálculo;*
- 4) Compreender a noção rigorosa de continuidade de funções de variável real e respetivos resultados fundamentais;*
- 5) Compreender a noção rigorosa de diferenciabilidade, os teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy e aplicações ao cálculo de limites;*
- 6) Conhecer o Teorema de Taylor e as suas aplicações no estudo de funções;*
- 7) Conhecer a noção de primitiva e respetivas técnicas de cálculo;*
- 8) Conhecer a noção de integral de Riemann, respetivas técnicas de cálculo e algumas aplicações;*
- 9) Ser capaz de analisar a convergência de integrais impróprios.*

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 acquired knowledge and skills to be able to:

- 1) *Work with elementary notions of topology on the real line;*
- 2) *Make small proofs using mathematical induction;*
- 3) *Understand the definition of limit (for sequences and functions of real variable) and be able to calculate it;*
- 4) *Understand the definition of continuity for functions of real variable and the fundamental associated results;*
- 5) *Understand the definition of differentiability, theorems of Rolle, Lagrange and Cauchy and their applications to the calculation of limits;*
- 6) *We'll know the Taylor Theorem and its applications to the analysis of functions;*
- 7) *Understand the notion of indefinite integral and perform the corresponding calculations;*
- 8) *Understand the notion of Riemann integral, the techniques for calculation and some applications;*
- 9) *Be able to study the convergence of improper integrals.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Topologia elementar da reta real.*
2. *Indução Matemática e sucessões.*
3. *Limites e Continuidade em $\mathbb{R}$.*
4. *Cálculo Diferencial em $\mathbb{R}$.*
5. *Cálculo Integral em $\mathbb{R}$.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Basic topology of the real line.*
2. *Mathematical induction and sequences.*
3. *Limits and Continuity in $\mathbb{R}$.*
4. *Differential Calculus in $\mathbb{R}$.*
5. *Integral Calculus in $\mathbb{R}$.*

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

Os algarismos indicativos ao lado dos tópicos referidos remetem para a indexação dos objetivos de aprendizagem acima descritos:

1. *Topologia elementar da reta real. Objetivos de Aprendizagem: 1.*
2. *Indução Matemática e sucessões. Objetivos de Aprendizagem 2,3.*
3. *Limites e Continuidade em $\mathbb{R}$. Objetivos de Aprendizagem 4.*
4. *Cálculo Diferencial em $\mathbb{R}$. Objetivos de Aprendizagem: 5,6.*
5. *Cálculo Integral em $\mathbb{R}$. Objetivos de Aprendizagem: 7, 8, 9.*

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

The numbered objectives refer to the above numbered intended outcomes.

1. *Basic topology of the real line. Objective 1.*
2. *Mathematical induction and sequences. Objectives 2, 3.*
3. *Limits and Continuity in $\mathbb{R}$. Objective 4.*
4. *Differential Calculus in $\mathbb{R}$. Objectives 5,6.*
5. *Integral Calculus in $\mathbb{R}$. Objectives 7, 8, 9.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino consiste no modelo académico Aulas Teóricas/Aulas Práticas. Nas aulas teóricas a matéria é exposta através de resultados justificados, exemplos e aplicações. Exercícios são feitos de forma autónoma pelos alunos e discutidos nas aulas práticas. Alguns exercícios são feitos em sala de aula com orientação docente, sempre visando a autonomização do estudo.

Os dois métodos de avaliação seguidos são:

Avaliação Contínua: realização de três testes de uma hora e trinta minutos igualmente espaçados no semestre e cuja média aritmética fornece a nota final do aluno. Na data de exame, os alunos que o pretendam podem efetuar a melhoria de um dos testes.

Avaliação por Exame: Realização de um exame de três horas composto por três grupos relativos às matérias avaliadas nos três testes da avaliação contínua.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method consists on conference classes and problem solving sessions. On the conference classes, the theory is exposed together with examples and applications. Selected exercises should be done autonomously by the students and are discussed/corrected in the problems solving sessions. Some exercises are discussed directly in the problem solving sessions with guidance by the professor, aiming the autonomization of the students.

We provide two evaluation methods:

Continuous evaluation: Three tests of one and an half hour during the semester whose average provides the final grade.

Evaluation by exam: An exam of three hours composed of three major parts coinciding with the subjects of the three tests.

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 são transmitidas nas aulas teóricas, e consolidadas através da explicitação de exemplos e aplicações. Durante as aulas práticas são realizados ocasionalmente exercícios de natureza mais teórica com vista a um aprofundamento da matéria.

As componentes práticas para atingir os objetivos resultam do trabalho desenvolvido nos turnos práticos, fortemente baseado na interação docente/aluno. As fichas de exercícios são feitas ad-hoc para cada sessão prática e definem o nível de dificuldade de testes e exames.

Existem horários de atendimento ao longo da semana e eventualmente horários extraordinários em período de testes para que os alunos possam beneficiar de um apoio particular dos docentes da UC.

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

The theoretical basis required to attain the objectives are transmitted during the conference classes. Discussions, examples and counter examples are recurrently used to settle the knowledge. During the problem solving sessions some problems are oriented to a deeper understanding of the theory.

The practical skills are developed during the problem solving sessions, strongly based on the interaction of the students with the teacher. Each problem solving sessions is organized by a sheet of exercises designed for it. They also set the expected level of exercises in tests and exams.

During the week, there is an attending schedule provided by the teachers where students may obtain an individual help.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A UC dispõe de um texto de apoio da autoria de José Gonçalves Gomes e de Isabel Azevedo Gomes que consigna as aulas teóricas e é disponibilizado aos alunos.

A text containing the theoretical lectures by José M. Gomes and Isabel A. Gomes is provided to the students.

Outros textos de referência/ other reference text books:

Alves de Sá, A. e Louro, B., Cálculo Diferencial e Integral em $\mathbb{R}$

Alves de Sá, A. e Louro, B., Cálculo Diferencial e Integral em $\mathbb{R}$, Exercícios Resolvidos, Vol. 1,2,3

Anton, Bivens and Davis, Calculus ed Wiley.

Campos Ferreira, J., Introdução à Análise Matemática, ed Fundação Calouste Gulbenkian.

Lages de Lima, E., Curso de Análise Vol 1, ed IMPA (projeto Euclides)

Rudin, Principles of Mathematical Analysis, ed Mac Graw Hill

Mapa IV - Química B**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Química B

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemistry B

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:21; PL: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 Manuela Marques Araújo Pereira - T:28; TP:21; PL: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):**

O objetivo central desta unidade curricular é fornecer uma compreensão dos conceitos básicos de química, com particular incidência na ligação química e na reatividade e comportamentos ácido-base, cinética e oxidação e redução das espécies químicas.

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam trabalhar em grupo, interpretar os resultados obtidos experimentalmente no laboratório e desenvolver a capacidade de observação e o espírito científico.

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

The central goal of this course is to provide an understanding on basic chemistry concepts, with particularity focus on chemical bonding and reactivity, acid base, kinetic and oxidation and redution behaviors of chemical species. At the end of this course the student should have the knowledge and skills to be able to work in group, to know how to interpret the results obtained in the laboratory and to develop a capacity of observation and a critical and scientific spirit.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Fundamentos de Química. Propriedades periódicas. Ligação química. Reações Químicas. Estequiometria. Soluções e concentração. Gases. A equação dos gases perfeitos. Pressões parciais. Equilíbrio Líquido-Vapor. Soluções ideais. A lei de Raoult. Destilação. Propriedades Coligativas. A 1.ª lei da termodinâmica. Entalpias de formação e de reação. Equilíbrio químico. Princípio de Le Châtelier. Transformações espontâneas. Entropia e a 2.ª lei da termodinâmica. Energia de Gibbs e a constante de equilíbrio. Catálise. Ácidos e bases. Autoionização da água. pH de soluções de ácidos e bases fracos. Soluções tampão. Títulos ácido-base. Indicadores ácido-base. Reações de precipitação. Produto de solubilidade. Efeito do ião comum. Separação de iões. Reações redox. Potenciais padrão de elétrodo. Equação de Nernst. Pilhas. Corrosão. Eletroquímica. Cinética química. Velocidades de reação. Determinação de leis de velocidade. Energia de ativação. Lei de Arrhenius. Catálise.

4.4.5. Syllabus:

Periodic properties and chemical bonding. Chemical Reactions. Stoichiometry: Solutions and concentration units. The ideal gas equation. Dalton's law of partial pressure. Vapor-Liquid Equilibrium. Ideal solutions. The Raoult's Law. Distillation. Colligative properties. Chemical Equilibrium. The first Law of Thermodynamics. Enthalpy. Standard Enthalpy of formation and reaction. Le Châteliers Principle. Spontaneous processes. Entropy. The second law. Gibbs Free Energy and Chemical equilibrium. Acids and Bases. Autoionization of water. pH. Strength of acids and bases. Buffers. Acid-base Indicators. Titrations. Precipitation Reactions. Solubility equilibria. The common ion effect. Separation of ions. Redox Reactions. Standard Reduction Potencial. The effect of concentration on Cells. The Nerst Equation. Corrosion. Chemical Kinetics. The rate of a reaction. Determination of the rate law. Half-life. Activation Energy. Arrhenius Law. Catalysis.

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

Esta unidade curricular pretende armar o estudante com um conhecimento alargado de química básica que lhe permita futuramente ter ferramentas para compreender as unidades curriculares mais avançadas.

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

This course aims to arm the student with a broad knowledge of basic chemistry that will enable him to have tools to understand the most advanced course units in the future.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas serão apresentados e explicados de uma forma interativa e proativa os conceitos a reter. Nas aulas teórico-práticas serão discutidos os tópicos e serão resolvidos problemas que requeiram a aplicação dos conhecimentos aprendidos. Nas aulas práticas de laboratório serão realizadas experiências diretamente relacionadas com os tópicos lecionados e discutidos e criticados os resultados conseguidos. Componentes de avaliação: Dois testes que versam os conhecimentos da unidade curricular, em sua substituição um exame. Participação na resolução de problemas durante as aulas teórico-práticas. Desempenho e discussão dos resultados experimentais alcançados durante as sessões práticas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In lectures we will present and explained the concepts in an interactive and proactive way. In theoretical classes practical topics and problems will be discussed requiring the use of knowledge learned in the lectures. In practical classes, laboratory experiments will be conducted directly related to the topics taught and discussed and criticized the achieved results. Evaluation components Two tests that deal with the knowledge of both theoretical and practical concepts of the course or an exam. Solving problems in theoretical-practical classes. Performance and discussion of the experimental results achieved during the practice sessions.

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

A exposição dos tópicos selecionados nas aulas teóricas permite aos alunos a compreensão dos conceitos básicos da Química. Nas aulas teórico-práticas a resolução de exercícios concretos e aplicados e nas aulas laboratoriais a realização de experiências com aplicação prática destes conceitos permite aos alunos desenvolverem capacidades de concetualização e resolução de problemas fundamentais, culminando no domínio da matéria em estudo e preparando-os para a resolução de problemas mais complexos noutras unidades curriculares futuras.

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

The presentations of selected topics in the lectures allows students to understand the basic concepts of Química. In theoretical-practical classes to solving concrete and applied and in laboratory sessions conducting experiments with practical application of these concepts enables students to develop the abilities to conceptualise and solve basic problems, resulting in expertise on studied subjects and preparing them to solve more complex problems in other courses in the future.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*"Chemistry", R. Chang and K. Goldsby, Mc Graw Hill, 11ª Edição 2013.
Química (tradução portuguesa de Chemistry), R.Chang, Mc. Graw Hill, 2005.*

Mapa IV - Mecânica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Mecânica***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Mechanics***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***F***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:42; PL:21***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 de Fátima Raposo – TP:42; 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):***No final da unidade é esperado que os estudantes consigam:*

- Relacionar os conhecimentos aprendidos com o meio que os rodeia.
- Identificar as características físicas de um problema em mecânica clássica.
- Formular o conjunto de equações necessárias à resolução de um problema com base na identificação do ponto anterior.
- Perante um problema ter capacidade crítica para avaliar o resultado obtido bem como as suas unidades.
- Ter adquirido capacidade e autonomia na interpretação e resolução de um problema.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of the lecture course, students are expected to:*

- relate the fundamental and applied concepts in physics to daily life problems involving classical mechanics.
- identify the physical formulation of a given problem.
- write down the set of equations needed to obtain a final value, according to the formulation above.
- face a problem with capability of assessing the final result and units.
- have gained capability to deal on their own with the interpretation and solving of a problem.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Movimento Retilíneo
- Movimento em Duas e Três Dimensões
- Força e Movimento: Leis de Newton, Atrito e Força de Arrasto
- Energia Cinética e Trabalho
- Energia Potencial e Conservação da Energia
- Oscilações
- Centro de massa e Momento Linear
- Rotação
- Rolamento, Momento da Força e Momento Angular
- Equilíbrio
- Introdução à gravitação

4.4.5. Syllabus:

- Motion Along a Straight Line
- Motion in Two and Three Dimensions;
- Force and Motion: Newton's Laws, Friction and Drag Force

- Kinetic Energy and Work
- Potential Energy and Conservation of Energy
- Oscillations
- Centre of Mass and Linear Momentum;
- Rotation
- Rolling, Torque, and Angular Momentum
- Equilibrium
- Introduction to Gravitation

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

O cap. 1 da bibliografia recomendada (em inglês) aborda questões de unidades no SI. O cap. 2 é dedicado à revisão do movimento de uma partícula a uma dimensão, enquanto que os cap. 3 e 4 ao movimento bi e tridimensional. Cobrem-se assim as equações do movimento de uma partícula (posição, velocidade e aceleração), lançamento de projéteis e o movimento circular. Os cap. 5 e 6 permitem o estudo das leis de Newton bem como o efeito do atrito. Os cap. 7 e 8 permitem cobrir a conservação de energia tendo-se abordado os conceitos de energia potencial e cinética. No cap. 15 descreve-se o movimento harmónico simples. No cap. 9 recorre-se à definição de centro de massa e momento linear. Os cap. 10 e 11 permitem descrever o movimento de rotação, de rolamento, estudando-se o momento de uma força e o momento angular. No cap. 12 aplicam-se estes conceitos à condição de equilíbrio e no cap. 13 abordam-se conceitos introdutórios de gravitação e movimento planetário.

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

Chap. 1 deals with a revision on SI units. Chap. 2 allows a revision on a straight line motion, whereas chap. 3 & 4 deals with motion in two and three dimensions. Special attention to the equations of motion, including projectiles. Chap. 5 & 6 deal with Newton's laws and friction (force and motion). Chapter 7 & 8 cover kinetic energy, work, potential energy and energy conservation. Chap. 15 deals with simple harmonic motion, whereas chap. 9 with system of particles. Chap. 10 & 11 cover collisions, rotation, rolling, torque and angular momentum. In chap. 12 the former chapters allow to deal with equilibrium. Finally, chap. 13 an introduction to gravitation and planetary motion are presented.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina está dividida numa componente teórica e numa componente de laboratório. Os estudantes têm de ter sucesso escolar nas duas componentes.

As aulas teórico-práticas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h e incluem discussão e resolução no âmbito de uma avaliação contínua.

Nas aulas práticas de laboratório são realizados trabalhos experimentais com o objetivo de acompanhar e verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas e de desenvolver competências na montagem de laboratório e na experimentação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is divided into a theoretical component and a laboratory component. Students must have academic success in both components.

The theoretical-practical lectures take place in two weekly sessions of 1.5 hours each, which include discussion and resolution of problems.

In the laboratory classes is conducted experimental work with the aim to monitor and verify physical phenomena described in the lectures and to develop skills in laboratory experimentation.

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, com o apoio adicional dos docentes nas aulas práticas e horários de atendimento de alunos, caso se justifique. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teóricas através da análise e discussão de problemas-tipo; nas aulas de laboratórios através da observação e análise de alguns dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática das provas escritas e nos trabalhos de laboratório. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria e a interliguem com as noções aprendidas na componente teórica.

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

The theoretical deliverables are provided in the lectures with extra support from the demonstration labs and proper time allocated for tutorial training. Students are evaluated on these performances through written tests/exams. Students skills are acquired in lectures and demonstration labs. In the former the contents are analysed and discussed with problem's solving, whereas in the latter through contact with particular experimental devices allowing to touch and get to know physical phenomena. The evaluation process in both components is achieved through written examination and laboratory demonstration evaluation process. The lab component allows to guarantee a special additional training so that students performance can be enhanced through multiple interlink between theory and practice.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Edição em Português (do Brasil) - Halliday, D., & Resnick, R. (1991). Fundamentos de Física (Vol. 1 & 2). Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos.

Qualquer outro Livro de Física Geral que aborde os temas do programa da disciplina ao nível do ensino universitário pode ser utilizado.

Mapa IV - Introdução às Micro e Nanotecnologias

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução às Micro e Nanotecnologias

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Micro and Nanotechnologies

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:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; OT:6

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):

Elvira Fortunato - TP:28

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

Rita Maria Mourão Salazar Branquinho - TP:14

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

A unidade curricular de Introdução às Micro e Nanotecnologias (IMN) tem como objetivo introduzir as diferentes classes de Materiais, que por sua vez serão alvo de estudo mais aprofundado no decorrer do curso. Para além de uma introdução sobre as propriedades das diferentes classes de materiais, são também abordadas as técnicas de processamento assim como algumas das aplicações mais relevantes. Pretende-se também transmitir aos alunos as primeiras noções das micro e nanotecnologias, aplicações das nanotecnologias e da nanoeletrónica.

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

The curricular unit Introduction to Micro and Nanotechnologies (IMN) aims to introduce the different classes of materials, which in turn will be subject to further study during the course. In addition to an introduction on the properties of the different classes of materials processing techniques are also discussed as well as some of its the most relevant applications. It is also intended to give students the first notions of micro and nanotechnology and its applications to nanoelectronics.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: a importância dos materiais na sociedade atual; Estrutura e ligação atômica/molecular; Materiais metálicos; Materiais cerâmicos; Materiais semicondutores; Materiais poliméricos; Materiais compósitos; Biomateriais; Aplicações da nanotecnologia; Nanoeletrónica.

4.4.5. Syllabus:

Introduction: the importance of the materials in society; Structure and bonding (atomic/molecular), metallic materials, ceramic materials, semiconductor materials, polymeric materials, composite materials, Biomaterials, Applications of nanotechnology, Nanoelectronics.

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

Sendo uma disciplina introdutória sobre o mundo dos diferentes materiais, nanomateriais e nanotecnologias é compreensível ter-se um programa curricular que aborde os diferentes materiais, as suas características e propriedades,

assim como algumas técnicas de fabrico e aplicações. Deste modo os alunos adquirem uma ideia da importância do estudo dos materiais na sociedade dos nossos dias e na melhoria das condições de vida das pessoas e as implicações que a micro e nanoescala têm no desenvolvimento de novos materiais e novos produtos.

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

As an introductory course on the world of different materials, nanomaterials and nanotechnologies, it is understandable to have a curriculum that addresses the different classes of materials, their characteristics and properties, as well as some manufacturing techniques and applications. In this way students gain an idea of the importance of the study of materials in today's society and the improvement of living conditions and which implications the micro and nanoscale have in the development of new materials and new products.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino incluem aulas teórico-práticas com recurso a tecnologias multimédia, resolução de exercícios e trabalhos de laboratório.

Avaliação:

- *Trabalhos de grupo: resposta aos questionários dos 2 trabalhos práticos + relatório sobre trabalho prático de síntese de nanopartículas de ouro - 35 %*
- *2 mini-testes - 65%*

Caso o aluno não pretenda avaliação contínua pode fazer o exame final mas essa nota só substitui a nota dos mini-testes. O aluno tem sempre que fazer os trabalhos de grupo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methods include theoretical and practical lessons using multimedia technologies, solving exercises and laboratory work.

Evaluation:

- *Group work: Questionnaire about 2 lab classes + Lab report (gold nanoparticles) - 35 %*
- *Two quizzes - 65%*

The grade of the final exam replaces the grade of the two quizzes. For conclusion of the course the student has to pass the group 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 numa das áreas da ciência e tecnologia em maior crescimento permitindo um primeiro 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 in line with the objectives proposed in the sense that allows students to acquire knowledge at the theoretical and practical level. Furthermore the method of assessment promotes the development of practical skills in the areas of science and technology in higher growth allowing a first contact of students with scientific and technological research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *William F. Smith "Principles of Materials Science and Engineering", McGraw-Hill International Editions (1990).*
- *The Science and Engineering of Materials, D.R. Askeland e P.P. Phulé, Thomson, 2003.*
- *Fundamentals of Materials Science and Engineering / An Interactive e.Text, W.D. Callister, Wiley, 2001.*
- *Introduction to Materials Science for Engineers, J.F. Shackelford, Prentice Hall, 2000.*

Mapa IV - Competências Transversais para Ciências e Tecnologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Competências Transversais para Ciências e Tecnologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Soft Skills for Science and Technology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CC

4.4.1.3. Duração:

Trimestral / Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:10; PL:50

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):

Ruy Araújo da Costa - TP:10; PL:50

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 um aluno deve ser capaz de:*

- escrever o seu CV e preparar-se para uma entrevista profissional;
- perceber a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do seu CV ao longo do tempo;
- perceber a importância dos Testes Psicotécnicos no acesso ao mercado de trabalho;
- gerir adequadamente o tempo e trabalhar em equipa;
- compreender a importância da liderança;
- utilizar folhas de cálculo Excel produzindo gráficos com facilidade;
- utilizar no Excel o Solver e ser capaz de programar funções e macros em Visual Basic;
- pesquisar Bibliografia através de bases de dados referenciais ou motores de pesquisa generalistas e analisar Informação, tendo presente exigências de ordem ética e deontológica;
- perceber a importância do domínio básico do Inglês na área de Ciências e Tecnologia (CT);
- comunicar adequadamente na área de CT.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*After this course, any student should be able to:*

- write his (her) CV and prepare for a job interview;
- understand the importance of taking steps to make his (her) CV more appealing;
- understand how important Psychometric Testing is when accessing the job market;
- manage time adequately and be able to carry out team work effectively;
- understand the importance of leadership;
- use Excel spreadsheets and be able to represent data in graphs;
- use Excel's Solver and be able to program functions and macros in Visual Basic;
- carry out bibliographic research using referential databases or generic search engines, and critical analysis of scientific information considering both ethical and deontological issues;
- understand the importance of English is in the Science and Technology area;
- communicate adequately in the Science and Technology area.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Curriculum Vitae, Entrevista e Testes Psicotécnicos.
- 2 - Gestão do tempo. Trabalho de equipa. Liderança.
- 3 - Utilização avançada de folhas de cálculo Excel.
- 4 - Pesquisa bibliográfica e análise de informação. Ética e Deontologia.
- 5 - Comunicação em Ciências e Tecnologia.

4.4.5. Syllabus:

- 1 - Curriculum Vitae, Job interview and Psychometric testing.
- 2 - Time management, team work and leadership.
- 3 - Advanced use of Excel spreadsheets.
- 4 - Bibliographic research and critical analysis of scientific information.
- 5 - Communicating in Science and Technology.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*A UC visa dotar os alunos das competências consideradas essenciais para a sua progressão ao longo de um curso na área de Ciências e Tecnologia e sua posterior integração no mercado de trabalho.**Para motivar os alunos, cada um dos 5 temas é abordado numa semana de aulas, visando preparar o aluno para:*

- a entrada no mercado de trabalho através da elaboração do seu CV e para as entrevistas e testes psicotécnicos;
- preparar e efetuar uma apresentação científica, o que lhe será útil quer no seu percurso académico quer na sua vida profissional;
- utilizar o Excel como ferramenta de cálculo de uso geral em diferentes contextos;
- pesquisar e selecionar informação científica e técnica de forma a fundamentar corretamente os trabalhos que efetua;
- gerir adequadamente o seu tempo e trabalhar em grupo, reconhecendo a importância da liderança.

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

In this curricular unit students are exposed to soft skills deemed important to their progress in a Science and Technology course and in their future jobs.

Each of the five topics in this unit is worked throughout one week, preparing the students to:

- deal with CV writing, job interviews and psychometric testing;*
- write an essay or make an oral presentation in a Science and Technology topic, which will be useful throughout their University curricula as well as in a job;*
- use Excel as a general calculus tool in different contexts;*
- know how to search and select scientific and technical information, thus being able to carry out sound work;*
- adequately manage time, carry out group work and understand the importance of leadership.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- Em cada semana há 3 aulas práticas que totalizam 10h (2+4+4h);

- Em cada semana há uma aula teórico-prática de 2h onde são apresentados os aspetos fundamentais do tema, destacados os erros a evitar durante a exploração dos conteúdos do tema e realçadas as principais ferramentas que podem ser utilizadas.

A avaliação final da UC. será baseada no trabalho desenvolvido individualmente e em grupo durante cada semana e em testes individuais executados na plataforma de e-learning moodle em ambiente controlado.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- In each week there are three practical session with a total of 10 hrs (2+4+4 hrs);

- In each week there is a 2h theoretical-practical session that is used to present the theme's fundamentals, the most common mistakes to be avoided and the main tools that can be used during the theme's exploration.

Assessment of this course takes into account both the weekly individual and group work, as well as tests carried out in moodle e-learning platform, in a controlled environment.

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

1 - Discute-se a forma e o conteúdo de um CV. Os alunos analisam entrevistas simuladas. Comenta-se os vários aspetos relevantes (p.ex., CV, vestuário, apresentação, dicção). Reflete-se sobre a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do CV ao longo do tempo. Os alunos são ainda testados, via moodle, com Testes Psicotécnicos.

2 - Aborda-se a Gestão do Tempo no contexto universitário e no contexto profissional. Analisa-se as vantagens e desvantagens do Trabalho em Equipa. Analisa-se as características relevantes de um Líder e a sua importância.

3 - Utiliza-se o Excel no contexto da representação gráfica de funções. Apresenta-se a Formatação Condicional. Introduce-se a utilização de Tabelas Dinâmicas. Apresenta-se os Comandos de Contagem e de Estatística Básica no Excel. Aborda-se a Procura Vertical de Informação ("PROCV"). É feita uma aplicação do Solver com a Otimização de uma função. É feita uma introdução ao módulo de Visual Basic do Excel, que inclui a definição de funções e macros em VB.

4 - Dado um tema, solicita-se a realização de pesquisa de Bibliografia. Discute-se os cuidados a ter na pesquisa bibliográfica e na análise da Informação. Destacam-se as exigências de ordem ética e deontológica, apresentando-se exemplos atuais e internacionais de figuras políticas de relevo envolvidas em situações de plágio e suas consequências.

5 - Os alunos são sensibilizados para a importância do domínio básico da Língua Inglesa. Os alunos obtêm formação sobre a comunicação escrita e oral na área de C&T.

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

1 - CV writing and presentation is discussed. Students analyse simulated job interviews and reflect on the relevant aspects of a job interview. Students are made aware of the importance to make their CV more appealing throughout their university years. Students go through a batch of psychometric tests, using moodle e-learning platform.

2 - Time Management is addressed in a university context as well as in a job context. Advantages and disadvantages of group work are analyzed. Leader's characteristics are addressed, as well as the importance of leadership.

3 - Students are requested to draw graphs of functions using Excel. Conditional Formatting is presented. Students use Pivot Tables and learn Counting commands and Basic Statistics commands. Students learn how to "look for" information (Vlookup). Solver is introduced to optimize a function. Visual Basic in Excel is presented and students learn how to define functions and macros.

4 - Given a theme, students are requested to carry out a bibliographic research. Students are instructed to be careful when retrieving and analyzing information. Ethical and deontological demands are presented. Recent international and prominent examples of fraud and their consequences are presented.

5 - The importance of using English in the Science and Technology (ST) area is stressed out. Students acquire skills in written and oral presentations in the ST area.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Costa, R., Kullberg, J., Fonseca, J., Martins; N., "Competências Transversais para Ciências e Tecnologia – FCT/UNL" (2013).

Mapa IV - Análise Matemática II D**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Análise Matemática II D

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis II D

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*M***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:42; PL:14***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):***Paula Cristiana Costa Garcia da Silva - TP:42; PL:14***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):***No final desta unidade curricular é esperado que os estudantes consigam:*

- Averiguar se certas funções de duas e três variáveis têm limite num ponto e se são contínuas
- Averiguar se uma função de duas ou três variáveis é diferenciável e determinar uma aproximação polinomial local.
- Determinar extremos de funções reais de várias variáveis
- Determinar o valor de integrais múltiplos usando o teorema de Fubini e mudança de variáveis
- Calcular volumes de sólidos e áreas de superfícies usando integrais múltiplos
- Aplicar os teoremas de Green, divergência e Stokes
- Saber analisar uma série geométrica ou telescópica quanto à convergência e calcular a soma
- Saber analisar a convergência de séries de números reais não negativos e alternadas.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of this course is expected that students be able to:*

- Check to see if certain functions of two and three variables have limit at certain point and are continuous
- Investigate if a function of two or three variables is differentiable at a point and determine a local polynomial approximation
- Determine the maximum and minimum values for real functions of several variables
- Determine the value of multiple integrals using Fubini's theorem and change of variables
- Calculate volume of solids, and surface areas in by multiple integrals
- Apply the theorems of Green, Stokes and divergence
- Analyse the convergence of a geometric and a telescopic series and determine the respective sum
- Analyse the convergence of series of nonnegative real numbers and alternating series.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Revisão de alguns conceitos de Geometria Analítica
- 2 - Limites e continuidade em $\mathbb{R}^n$
- 3 - Cálculo diferencial em $\mathbb{R}^n$
- 4 - Cálculo integral em $\mathbb{R}^n$
- 5 - Análise vetorial
- 6 - Séries numéricas

4.4.5. Syllabus:

- 1 - Review of some concepts of Analytical Geometry
- 2 - Limits and continuity in $\mathbb{R}^n$
- 3 - Differential calculus in $\mathbb{R}^n$
- 4 - Integral calculation in $\mathbb{R}^n$
- 5 - Vector analysis
- 6 - Numerical series

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

*Para que todos os objetivos referidos sejam alcançados é necessário o conteúdo programático referido.
Por outro lado, as matérias contidas no conteúdo programático são suficientes para que o aluno cumpra todos os objetivos.*

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

*For all these purpose to be achieved it is necessary the program content.
On the other hand, the materials contained in the syllabus are sufficient so that the student meets all objectives.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino consiste na lecionação de aulas teórico-práticas, onde é apresentada e explicada toda a matéria referida nos conteúdos programáticos. São fornecidas fichas de exercícios aos alunos para serem trabalhadas fora das salas de aula, com o conhecimento adquirido previamente nas aulas teóricas. São lecionadas aulas práticas, onde o professor esclarece as dúvidas acerca das fichas fornecidas previamente, além disso são resolvidos no quadro os exercícios considerados mais relevantes.

Os alunos dispõem ainda do designado horário de dúvidas onde podem esclarecer as suas dúvidas com o professor. Os alunos são avaliados por dois ou três testes durante o semestre, obtendo a aprovação quem tiver média positiva. É possível estabelecer nota mínima em alguns dos testes. Os alunos que não obtiverem aprovação podem realizar um exame de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The professor gives the course by lectures, where he explains all topics referred to in the syllabus. Problem sheets are provided to students to be worked outside the classroom with prior knowledge acquired during the course. Practical classes are taught, where the teacher clarifies the doubts about the problems given previously and the more relevant problems are solved in the blackboard.

*Students still have the so-called "horário de dúvidas" where they can clarify their doubts with the teacher
The assessment consists in two or three tests, with or without minimum grade in each one. If the average is positive, then students are approved; otherwise, they have a second chance "exame de recurso".*

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

Os métodos de ensino apresentados permitem aos alunos apreender todos os conteúdos programáticos. Visam uma profunda compreensão das noções teóricas e suas aplicações nomeadamente através da resolução de problemas. Assim, os estudantes ficam aptos para atingir todos os objetivos.

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

The teaching methods presented allow students to understand all the contents. The aim of these methods is to provide a deep understanding of theoretical concepts and their applications namely through clear expositions of the theoretical concepts and their application solving problem. Thus, the students are able to achieve all objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1- Cálculo vol. 2, Howard Anton, Irl Bivens, Stephen Davis, 8.ª edição, Bookman/Artmed
- 2- Calculus III, Jerrold Marsden and Alen Weinstein

Mapa IV - Química Orgânica Geral B

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Orgânica Geral B

4.4.1.1. Title of curricular unit:

General Organic Chemistry B

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:10; PL:18

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):

Elvira Maria Mendes Sardão Monteiro Gaspar - T:28; TP:10; PL:18

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):**

Aquisição de conhecimentos básicos em Química Orgânica, necessários à formação de um futuro Engenheiro de Materiais ou Nanotecnologia:

- 1. Nomenclatura – Regras IUPAC na denominação e desenho dos compostos orgânicos, indicando a estereoquímica.*
- 2. Ligação química.*
- 3. Mecanismos das reações*
- 4. Espectroscopia – NMR, IR, UV/Vis, MS*
- 5. Segurança no Laboratório – Uso dos procedimentos devidos às boas práticas de segurança num laboratório químico.*
- 6. Aplicação da matemática na resolução de problemas quantitativos*
- 7. Utilização e manutenção do Caderno de Laboratório (Notebook) de acordo com as normas científicas.*
- 8. Aplicação dos princípios da ética científica e integridade académica.*

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

Background knowledge in Organic Chemistry for a future Materials or Nanotechnology Engineer:

- 1. Nomenclature - IUPAC rules including stereochemistry.*
- 2. Chemical bonding*
- 3. Mechanisms of chemical reactions.*
- 4. Spectroscopy - NMR, IR, UV / Vis, MS*
- 5. Laboratory safety - Use of appropriate procedures and good practices.*
- 6. Application of mathematics in quantitative problem solving*
- 7. Use and maintenance of the Laboratory Notebook according to scientific standards.*
- 8. Application of the principles of scientific ethics and academic integrity.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução. Estrutura dos compostos orgânicos. Ligações covalentes. Hibridação. Ressonância e aromaticidade. Grupos funcionais. Propriedades físicas.*
- 2. Reatividade em Química Orgânica. Cinética e Termodinâmica. Mecanismos reacionais. Acidez e basicidade.*
- 3. Hidrocarbonetos saturados. Isomeria. Análise conformacional. Reações radicalares.*
- 4. Estereoquímica.*
- 5. Reações de substituição nucleofílica alifática e de eliminação. Mecanismos e reatividade.*
- 6. Algumas reações radicalares. Mecanismo e reatividade.*
- 7. Hidrocarbonetos insaturados. Compostos aromáticos.*
- 8. Grupo Carbonilo.*
- 9. Polímeros.*
- 10. Noções básicas de espectroscopia (NMR, IR, UV/Vis, MS)*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction. Structure of organic compounds. Covalent bonds. Hybridisation. Resonance and aromaticity. Functional groups. Physical properties.*
- 2. Reactivity in Organic Chemistry. Kinetics and thermodynamics. Reaction mechanisms. Acidity and basicity.*
- 3. Saturated hydrocarbons. Isomerism, Conformational analysis. Radical reactions.*
- 4. Stereochemistry.*
- 5. Nucleophilic substitution and elimination reactions. Mechanisms and reactivity.*
- 6. Examples of radical reactions. Mechanism and reactivity.*
- 7. Unsaturated hydrocarbons. Addition reactions. Reactions of aromatic compounds.*
- 8. Carbonyl compounds.*
- 9. Polimers.*
- 10. Basic spectroscopic concepts ((NMR, IR, UV/Vis, MS)*

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

A estruturação lógica e sequencial dos conteúdos do programa tem como objetivo a compreensão dos temas fundamentais da Química Orgânica, sem recurso a qualquer tipo de memorização.

Nos primeiros capítulos abordam-se temas de Química Orgânica Física e teórica que servirão de base à compreensão das reacções químicas tratadas nos capítulos seguintes.

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

Logic sequence of contents toward a rational comprehension of matters instead of memorisation.

Initial physical and theoretical chapters to serve as basis of understanding organic reactions in the following chapters.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é efectuado através de aulas teóricas, teórico-práticas (resolução de problemas) e práticas (laboratoriais).

A avaliação inclui a parte teórica (70%) e a laboratorial (30%).

A parte teórica é avaliada por dois testes e/ou exame final, estando incluído também o parâmetro de autoavaliação, sendo a componente experimental avaliada pela classificação do desempenho laboratorial e pela empenho posto no caderno de laboratório, existindo também o parâmetro de avaliação pelos colegas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching is done through lectures, theoretical-practical (problem solving) and practical (laboratory) classes.

The evaluation includes the theoretical part (70%) and the laboratory part (30%).

The theoretical part is evaluated by two tests and/ or final exam, being also included the self-evaluation parameter; the experimental component is evaluated by the laboratory performance classification and the commitment placed in the laboratory notebook, and there is also the evaluation parameter by colleagues.

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

O ensino será feito de forma lógica e sequencial, procurando a melhor coordenação entre as várias componentes.

Na parte teórica apresentar-se-ão os conceitos fundamentais de forma a que o progresso na aprendizagem seja feito de forma dedutiva. As aulas serão acompanhadas de exemplos concretos e terão apoio de atendimento ao aluno permanente. Nas aulas de resolução de exercícios (TP) procura-se que o aluno exercite de forma coordenada com as aulas teóricas os conceitos nela aprendidos, de modo a melhor os interiorizar e compreender.

A avaliação desta parte será feita de modo contínuo, em dois testes a realizar durante o semestre e/ou por exame final escrito (eventualmente complementado por prova oral).

As aulas laboratoriais destinam-se sobretudo a iniciar o aluno nas boas práticas das técnicas experimentais da Química Orgânica, a ensinar-lhe as regras de segurança e de bom procedimento experimental, bem como a utilizar técnicas acessórias (como a espectroscopia) e ainda a ilustrar algumas reacções que estudou na parte teórica.

A avaliação desta parte será feita durante o trabalho laboratorial e contribui, com 30%, para a classificação final.

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

Teaching will be done in a logical and sequential way, seeking the best coordination between the various components.

In the theoretical part the fundamental concepts will be presented so that the progress in the learning is made in a deductive way. Classes will be accompanied by concrete examples and will be supported by permanent student tutorial.

In the exercises resolution classes (TP) it is sought that the student exercises in a coordinated way with the theoretical classes the concepts learned in it, in order to better realize and understand them.

The evaluation of this part will be done continuously, involving two tests to be held during the semester and / or by written final exam (possibly supplemented by oral exam).

The laboratory classes are mainly intended to start the student in the good practices of laboratorial techniques of Organic Chemistry, teaching the safety rules and good experimental procedures, as well as to use accessory techniques (such as spectroscopy), illustrating some important organic reactions.

The evaluation of this part will be done during the laboratory classes and contributes 30% to the final classification.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro recomendado:

Organic Chemistry (5th edition) by Paula Yurkanis Bruice

Organic Chemistry with Biological Applications 2e by John E. McMurry

Bibl. complementar:

Streitwieser, A.; Heathcock, C.; Kosower, E. "Introduction to Organic Chemistry", MacMillan, 4ª Ed., 1992

Volhardt, K.; Schore, N.E. "Organic Chemistry", W.H. Freeman & Co., 3ª Ed., 1999

Aulas P e TP:

Gaspar, E. "Guia de Laboratório de Química Orgânica Geral B ", Fevereiro, 2019

Gaspar, E "Folhas de Problemas e Problemas resolvidos" (a fornecer antecipadamente em relação às aulas, durante o semestre)

Mapa IV - Introdução às Probabilidades Estatística e Investigação Operacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução às Probabilidades Estatística e Investigação Operacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Probability, Statistics and Operations Research

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP:42; PL:28***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):*Vanda Marisa da Rosa Milheiro Lourenço - TP:21; PL:14***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Isabel Cristina Silva Correia - TP:21; PL:14***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Probabilidades e Estatística*

- (i) Compreender conceitos fundamentais da Teoria das Probabilidades e da Inferência Estatística Paramétrica;*
- (ii) Aprender técnicas de descrição e interpretação de fenómenos aleatórios e de estimação paramétrica;*
- (iii) Aperfeiçoar capacidade de interpretação de modelos estocásticos e estatísticos;*
- (iv) Desenvolver a capacidade de formular modelos estatísticos paramétricos;*
- (v) Saber aplicar os diferentes conceitos e técnicas estudadas usando um software (por exemplo o Software R)*

Investigação Operacional

- (i) Compreender os conceitos fundamentais de Programação Linear, Programação Linear Inteira, Gestão de Projetos e Teoria da Decisão;*
- (ii) Aprender técnicas de resolução de problemas de otimização;*
- (iii) Aperfeiçoar a capacidade de elaboração de algoritmos;*
- (iv) Desenvolver a capacidade de formular problemas.*

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

- (i) Comprehension of the main concepts from Probability Theory and Parametric Statistical Inference; (ii) Development of skills for technical description of random events and parametric estimation;*
- (iii) Improvement of skills to analyse stochastic and statistical models;*
- (iv) Development of skills for statistical model formulation;*
- (v) Know how to apply the different concepts and techniques studied using a software (e.g. R software)*

Operations Research

- (i) Comprehension of the main concepts from Linear Programming, Integer Linear Programming, Project Management and Decision Theory;*
- (ii) Development of skills for technical resolution of optimization problems;*
- (iii) Improving algorithm designing skills;*
- (iv) Improving modelling skills.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Probabilidades e Estatística*

- 1. Conceitos básicos da teoria das probabilidades*
- 2. Variáveis aleatórias discretas e contínuas*
- 3. Distribuições amostrais e Teorema do Limite Central*
- 4. Estimação pontual e intervalar*
- 5. Testes de hipóteses*
- 6. Regressão linear simples*

Investigação Operacional

- 1. Programação Linear (formulação de problemas; métodos de resolução)*
- 2. Programação Linear Inteira (formulação de problemas; métodos de resolução)*
- 3. Gestão de Projetos (método do caminho crítico; técnica PERT; gestão de recursos; redução da duração de um projeto)*
- 4. Teoria da Decisão (tomada de decisão em situação de incerteza e risco; decisões sequenciais).*

4.4.5. Syllabus:*Probability and Statistics*

- 1. Basic concepts of probability theory*
- 2. Discrete and continuous random variables*
- 3. Sample Distributions and Central Limit Theorem*
- 4. Point and interval estimation*
- 5. Hypothesis tests*

6. Simple linear regression

Operations Research

1. Linear Programming (formulation of problems; solution techniques)
2. Integer Linear Programming (formulation of problems; solution techniques)
3. Project Management (critical path method, PERT, resource levelling; reduction of the project duration)
4. Decision Theory (decisions under risk and under uncertainty; decision trees).

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

Probabilidades e Estatística

Nos capítulos 1-3, apresentam-se novos conceitos motivados através de exemplos e possíveis aplicações.

Nos capítulos 4-6, são exploradas diferentes técnicas de inferência estatísticas.

Investigação Operacional

Nos capítulos 1-2 apresentam-se os conceitos necessários para que o aluno aprenda a formular problemas de Programação Linear e Programação Linear Inteira e a resolver esses problemas de otimização através de algoritmos.

No capítulo 3 apresentam-se os conceitos fundamentais na área de Gestão de Projetos. Apresentam-se formulações para alguns destes problemas assim como algoritmos clássicos para a sua resolução.

No capítulo 4 apresentam-se os conceitos básicos de Teoria da Decisão. São estudados critérios para a tomada de decisão em situação de incerteza e risco.

Em ambos os módulos, os novos conceitos serão motivados através de exemplos, aplicações e problemas, resolvidos, se possível, recorrendo a software (por ex, o Microsoft Excel ou software R).

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

Probability and Statistics

In Chapters 1-3, new concepts are presented and motivated through examples and possible applications.

In chapters 4-6, different statistical inferential techniques are explored.

Operations Research

In Chapters 1-2, new concepts of Linear Programming and Integer Linear Programming are presented in order to teach to the student how to formulate and how to solve this kind of problems using algorithms.

In Chapter 3 the most important concepts of Project Management are presented. The students will learn formulations and classical algorithms for this type of problems.

Chapter 4 is devoted to decision theory where the basic concepts and criteria for making decision under risk and under uncertainty are studied.

In both modules, the new concepts are motivated through examples, applications and problems, solved, if possible, with a software (e.g. Microsoft Excel or software R).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas funcionam num regime teórico e prático (TP) ou apenas prático (P)

Nas aulas TP, expõem-se os conceitos teóricos e efetuam-se algumas demonstrações, ilustrando em simultâneo a sua aplicação por meio de exemplos e exercícios.

Nas aulas P, os diferentes conceitos serão explorados essencialmente com o auxílio de um software (por exemplo, o software R e o Microsoft Excel)

Os alunos dispõem de textos de apoio sobre toda a matéria incluindo exercícios e problemas de aplicação.

Parte substancial do estudo é feito em autonomia do aluno, com auxílio dos apontamentos e de outros suportes bibliográficos, e com o apoio dos docentes para esclarecimento de dúvidas em horários pré-estabelecidos.

Avaliação Global

A avaliação consiste na realização de dois testes, um em cada módulo de ensino. O aluno obtém aprovação se a média dos dois testes for superior ou igual a 9.5.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes operate in a theoretical and practical (TP) regime or in a practical (P) regime.

In TP classes, the theoretical concepts are exposed, and some demonstrations are made, while illustrating their application through examples and exercises.

In classes P, the different concepts are explored essentially with the use of a software (e.g. R and Microsoft Excel)

Students have supporting texts on all topics including exercises and applied problems.

A substantial part of the study is done on student autonomy, with the help of notes and other bibliographic supports, and with the support of academic staff to clarify doubts at pre-established schedules.

Final evaluation

The evaluation is made through two tests, one in each teaching module. The student is approved if the average of both tests is greater than or equal to 9.5.

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

O regime de aulas teórico e práticas (TP) permite a exposição simultânea dos conceitos teóricos e de problemas e aplicações.

O regime de aulas práticas (PL) suporta a exploração dos conceitos através do uso de um software (por exemplo, o software R, no módulo de Probabilidades e Estatística e o Microsoft Excel no módulo de Investigação Operacional).

Os conteúdos têm apoio consistente com os textos de apoio e exercícios disponibilizados.

As sessões de esclarecimentos de dúvidas suportam o trabalho individual do aluno.

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

The theoretical and practical class regime (TP) allows the simultaneous exposition of theoretical concepts and of problems and applications.

The practical classes (PL) scheme supports the exploration of concepts through the use of a software (e.g. R software in the

module of Statistics and Probability and the Microsoft Excel in the module of Operations Research).
The contents have consistent support with the available support texts and exercises.
The clarification sessions support the student's individual work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Mood, A. M., Graybill, F. A. e Boes, D. C. (1974). *Introduction to the Theory of Statistics*, 3.^a ed. McGraw-Hill, New York
2. Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2007). *Applied statistics and probability for engineers*. Hoboken, NJ: Wiley.
3. Murteira, B., Ribeiro, C. S., Silva, J. A. e Pimenta, C., (2002). *Introdução à Estatística*, McGraw Hill
4. Pedrosa, A. (2004). *Introdução Computacional à Probabilidade e Estatística*. Porto Editora
5. Robalo, A. (1994). *Estatística Exercícios*. Vol I e II. Edições Sílabo
6. Winston, W. (2003) *Operations Research: Applications and Algorithms*, Duxbury Press; 4th Edition
7. Cerdeira, J.O. (2013) *Texto de Apoio à unidade curricular: Introdução às Probabilidades e Estatística e Investigação Operacional*.

Mapa IV - Termodinâmica de Processos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Termodinâmica de Processos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Thermodynamics of Process

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:35; TP:14; PL:14

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 Adelaide de Almeida Pedro de Jesus - T:35; TP:14; PL:14

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):

Conhecimento: Aprendizagem dos conceitos básicos de Termodinâmica e os relevantes para Ciência de Materiais. Aprendizagem de terminologia Física correta; Introdução à metrologia (medida, tratamento de resultados); Familiarização com instrumentação.

Competências Transversais: Desenvolvimento do Raciocínio Científico; Treino da técnica de análise e resolução de problemas; Ligação a conceitos e instrumentos de outras disciplinas como Matemática e Informática.

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

Knowledge: Concept learning related to basic Thermodynamics and aspects of Thermodynamics relevant to Material Science; Correct Physics terminology; Introduction to metrology (measurement, data analysis; uncertainties); Familiarization with instrumentation.

Transversal Competencies: Development of scientific reasoning; Analysis and resolution of problems; Connection to concepts and instruments of other curricular units such as Mathematics and Computer Science.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos termodinâmicos e gases Ideais.
 A primeira lei da Termodinâmica.
 As segunda e terceira leis da Termodinâmica.
 Potenciais termodinâmicos.
 A termodinâmica dos processos químicos.
 Equilíbrio de fase num sistema simples.
 Comportamento termodinâmico dos gases.
 Comportamento termodinâmico das soluções.
 Equilíbrio termodinâmico de sistemas compostos.
 Termodinâmica das soluções aquosas.

4.4.5. Syllabus:

Thermodynamics Concepts and Ideal Gases
 The First Law of Thermodynamics
 The Second and Third Law of Thermodynamics
 Thermodynamic Potentials
 The Thermodynamics of Chemical Processes
 The Thermodynamic Behaviour of Gases
 The Thermodynamic Behaviour of Solutions
 Thermodynamic Equilibrium in Multicomponent Systems
 The Thermodynamics of Aqueous Solutions

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

Procurando chegar aos aspetos da Termodinâmica relevantes para a Ciência dos Materiais o programa começa nas bases da Termodinâmica e vai avançando para sistemas de complexidade crescente, do gás ideal e gases reais para soluções, de sistemas simples a sistemas compostos. A componente laboratorial contribui para sedimentar conceitos e abordar a metrologia, trazendo também familiarização com instrumentação adequada.

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

With the goal to cover thermodynamics aspects relevant to Material Science, the syllabus starts with the basis of Thermodynamics, proceeding with systems of crescent complexity, from ideal gas and real gases to solutions, from one-component systems to multicomponent systems. The laboratorial component provides means to deepen concepts and to introduce metrology and familiarity with adequate instrumentation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina está dividida numa componente teórica e numa componente de laboratório. Os estudantes têm de ter sucesso escolar nas duas componentes.
 As aulas teóricas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h e incluem resolução de problemas tipo.
 As aulas práticas estão divididas em aulas de problemas e aulas laboratoriais. Nas primeiras são realizados alguns problemas das séries, bem como, em dois momentos de avaliação, dois problemas para nota. Nas aulas laboratoriais são realizados trabalhos experimentais com o objectivo de acompanhar e verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas e a desenvolver competências na montagem de laboratório e na experimentação. Os alunos entregam 4 relatórios desses trabalhos.
 Além dos problemas para nota e dos relatórios a que corresponderá uma nota prática, os alunos fazem dois testes de avaliação e/ou exame para obter uma nota teórica. A nota final é dada pela soma de 70% da nota teórica com 30% da nota prática.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course is divided in a theoretical component and a practical component. Both components require successful assessment results.
 The theory, including some typical problems, is taught twice a week in 1,5 h lectures.
 The practical classes are divided in exercise and laboratorial classes. In exercise classes, problems from the series are made as well as, at two different dates, one problem for evaluation. In laboratorial classes, experiments are performed to clarify concepts and to develop laboratorial capacities. Students deliver 4 reports.
 Besides laboratorial reports and problems for evaluation to which it will correspond a practical mark, the theoretical mark is obtained from 2 theoretical tests and/or exam. The final mark is given by the sum of 70% the theoretical mark and 30% the practical mark.

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, que incluem a resolução de problemas tipo e nas aulas práticas de problemas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é testado por meio de problemas para nota. As componentes laboratoriais necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são dadas nas aulas de laboratório, através da montagem experimental, realização, observação e análise dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada por relatórios de grupo de 2 alunos. A frequência obrigatória 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 needed for the learning goals are given in theoretical lectures, which include the resolution and discussion of some typical problems and in exercise classes. The acquisition of knowledge is assessed in the tests/exams. The students following and understanding of the subjects is monitored through problems for evaluation. The laboratorial components are given in laboratory sessions, with the assembling, performing and analysis of experiments. This component is assessed with group (of 2 students) reports. The mandatory frequency ensures that the students follow the subject.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to the Thermodynamics of Materials, David R. Gaskell, Taylor & Francis ed.
Fundamentals of Physics; Halliday/Resnick/Walker
Notes on Thermodynamics

Mapa IV - Informática para Ciências e Engenharias**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Informática para Ciências e Engenharias

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Informatics for Science and Engineering

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:

<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):

Nuno Preguiça - 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):

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

Os componentes fundamentais de um computador e as ferramentas de um ambiente de desenvolvimento de software.

As construções essenciais de uma linguagem de programação imperativa (Python).

Noções fundamentais de bases de dados relacionais e conceitos básicos relacionados com a World Wide Web.

Saber Fazer

Decompor um problema em problemas mais simples.

Conceber um algoritmo para resolver um problema simples.

Escrever um programa, utilizando corretamente as construções básicas de uma linguagem de programação imperativa.

Testar um programa num determinado ambiente de programação.

Formular uma interrogação muito simples em SQL e aceder a recursos disponíveis na rede dentro de um programa.

Soft-Skills

Capacidade de concretização, capacidade de gestão do tempo e cumprimento dos prazos.

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

Knowledge

The fundamental components of a computer and the tools of a software development system.

The essential constructions of an imperative programming language (Python)

Fundamental notions of relational databases.

Some basic concepts involved in the World Wide Web.

Application

Decompose a problem into simpler problems.

Design an algorithm for solving a simple problem.

Write a program, making a correct use of the basic constructions of an imperative programming language.

Test a program in a modern programming environment.

State a very simple SQL query.
Access resources available in the network inside a program.
Soft-Skills
Ability to do a programming project, skills in time management.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: Problemas, algoritmos, programas e computadores. Objetivos e componentes de um sistema computacional.
Execução de programas. O interpretador.
Conceitos Fundamentais da Programação: Constantes, variáveis e expressões. Números e cadeias de caracteres (strings).
Funções pré-definidas. Atribuição e sequência de instruções.
Níveis de abstração na resolução de um problema. Funções. Ficheiros com código fonte. Ciclo de vida de um programa.
Tipos de erros. Testes unitários.
Ciclos FOR. Vetores. Instrução IF. Operadores relacionais e lógicos. Matrizes. Gráficos. Ciclos WHILE. Sistema de ficheiros.
Ficheiros em binário e em ASCII. Estruturas. Vetores de estruturas.
Redes e protocolos de comunicação. A WWW.
Introdução às bases de dados: modelo relacional, relações, algumas instruções básicas de SQL.
Simulação de modelos contínuos.

4.4.5. Syllabus:

Introduction: Problems, algorithms, programs, and computers. Goals and components of computer systems. Program execution. The interpreter.
Fundamental Concepts of Programming: Constants, variables and expressions. Numbers and strings. Predefined functions.
Assignment statement and sequence of statements.
Levels of abstraction in problem-solving. Functions. Source code files. Program life cycle. Kinds of error. Unit testing.
FOR loops. Vectors. The IF statement. Relational and logical operators. Matrices. Graphics. WHILE loops. File systems.
Binary and ASCII files. Structures. Vectors of structures.
Networks and communication protocols. The World Wide Web.
Introduction to databases: the relational model, relations, some basic SQL queries.
Simulation of continuous models.

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

Existe uma correspondência estreita entre os conteúdos programáticos e os objetivos. Os estudantes aprendem a resolver um problema simples (decompondo-o, concebendo algoritmos simples, e implementando e testando funções) em todos os pontos dos conteúdos programáticos (e, em particular, nos dois primeiros). Os componentes fundamentais de um computador e alguns conceitos básicos relacionados com a WWW são cobertos nos três primeiros pontos.
As noções básicas de bases de dados relacionais e as interrogações simples em SQL são cobertas no penúltimo ponto.

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

There is an evident correspondence between the syllabus and the curricular unit objectives.
Students learn how to solve a simple problem (decomposing it, designing simple algorithms, and implementing and testing functions) from all syllabus topics (and, in particular, from the first two).
The fundamental components of a computer and some basic concepts involved in the WWW are covered in the first three topics.
The basic notions of relational databases and the simple SQL queries are covered in the penultimate topic.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Há duas horas de aulas teórico-práticas e duas horas de aulas práticas por semana.
As aulas teórico-práticas são orientadas para a resolução de problemas. Começa-se com o enunciado de um problema muito concreto, que motiva a apresentação de um tópico dos sistemas de computadores, de um tipo de dados ou de uma construção da linguagem de programação, e termina-se com o código fonte completo de um programa que o resolve. Ainda nestas, os alunos, partindo dos conceitos expostos, concebem programas que resolvem problemas simples das áreas das Ciências e Engenharias.
Nas aulas práticas, os alunos completam a conceção, implementam e testam esses programas
A avaliação é composta por duas componentes: dois trabalhos de programação de grupo; e dois testes ou um exame final.
Os testes e o exame são sem consulta.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

There are two hours of lectures and a lab session of two hours each week.
Lectures are problem driven. They start with a concrete problem, which motivates the presentation of some computer systems topic, some data type or some programming language construct, and end with the complete source code of a program that solves it.
In the problem-solving classes, students design, design programs that solve simple problems in Science and Engineering fields.
In the lab classes, students complete the design, implement and test the above programs.
Assessment comprises two components: two team programming projects; and two tests or a final exam. The tests and the exam are closed book.

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

A resolução de problemas nas aulas teórico-práticas tem duas vantagens. Primeiro, aumenta a motivação dos alunos para a aprendizagem dos tópicos que não fazem parte da linguagem de programação. Convém referir que a principal área de interesse dos alunos não é a Informática. Depois, permite-lhes acompanhar o desenvolvimento de programas completos, cuja dificuldade vai crescendo ao longo do semestre.

Nas aulas práticas e nos trabalhos práticos, os alunos resolvem problemas, consolidando os conceitos aprendidos nas aulas teóricas. Para aumentar a motivação, os temas dos problemas são (quase todos) da área do curso dos estudantes.

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

Solving problems in lectures has two advantages. First, students are much more motivated to learn topics outside the programming language. It is important to mention that students main subject is not Computer Science. Then, students can follow the development of complete programs, whose difficulty increases throughout the semester. In lab sessions and in the midterm programming projects, students solve programming problems, consolidating the concepts learned in lectures. To improve motivation, problems are (almost) all from the main student's main area of study.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro (principal) aconselhado

• Allen B. Downey. *Think Python: How to Think Like a Computer Scientist (version 2.0.17)*. Versão PDF disponível em <http://greenteapress.com/wp/think-python-2e/>

Livros alternativos

• John V. Guttag. *Introduction to Computation and Programming Using Python, MIT PRESS, 2016.*

<https://mitpress.mit.edu/books/introduction-computation-and-programming-using-python-second-edition>

• Ernesto Costa. *Programação em Python - Fundamentos e Resolução de Problemas, FCA, 2015*

Main reference

• Allen B. Downey. *Think Python: How to Think Like a Computer Scientist (version 2.0.17)*. Versão PDF disponível em <http://greenteapress.com/wp/think-python-2e/>

Alternative references

• John V. Guttag. *Introduction to Computation and Programming Using Python, MIT PRESS, 2016.*

<https://mitpress.mit.edu/books/introduction-computation-and-programming-using-python-second-edition>

• Ernesto Costa. *Programação em Python - Fundamentos e Resolução de Problemas, FCA, 2015.*

Mapa IV - Análise Matemática III D

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática III D

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis III D

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; PL:14

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 de Deus Mota da Silva Marques - TP:42; PL:14

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):

- *Domínio dos aspetos básicos da teoria das funções de variável complexa.*
- *Estudo das equações diferenciais ordinárias. Pretende-se que o aluno se familiarize com as várias técnicas de resolução de equações diferenciais lineares e não lineares, sendo dedicada especial atenção às equações diferenciais lineares de*

ordem superior à primeira.

- *O aluno deve aprender o essencial sobre séries de Fourier e a sua aplicação à resolução de equações diferenciais com derivadas parciais.*

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

- *Basic features of the theory of complex variable functions.*
- *Study of ordinary differential equations. We hope that the students be able to determine the general solution and particular solutions of various types of ordinary differential equations.*
- *The student is also supposed to learn the essential about Fourier series and their application to the resolution of partial differential equations.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Geometria do plano complexo

O corpo dos números complexos. Raízes enésimas. Fórmulas de De Moivre. Classificação das isometrias do plano. Estudo de algumas funções elementares. Transformações conformes: Funções holomorfas, condições de Cauchy-Riemann.

Equações diferenciais ordinárias

Equações diferenciais de 1.ª ordem. Os teoremas de Picard e de Peano. Equações autónomas e soluções de equilíbrio.

Equações lineares, equações de variáveis separáveis e equações exatas. Fator integrante. Equações diferenciais de ordem superior à 1.ª. Sistemas de equações diferenciais lineares. Estabilidade.

Equações com derivadas parciais

Representação em séries de Fourier de funções periódicas. Aplicações das séries de Fourier às EDP. A equações das ondas do calor e de Laplace. A equação de Navier-Stokes.

4.4.5. Syllabus:

Complex Plane Geometry

The body of complex numbers. Nth roots. De Moivre's formulas. Classification of plane isometries. Study of some elementary functions. Conforming transformations: Holomorphic functions, Cauchy-Riemann conditions.

ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

1st order differential equations. Picard and Peano theorems. Autonomous equations and equilibrium solutions. Linear equations, separable variable equations and exact equations. Integral factor. Differential equations of an order higher than the 1st. Systems of linear differential equations. Stability.

Partial differential equations

Representation in Fourier series of periodic functions. Applications of the Fourier series to EDP. The heat wave and Laplace equations. The Navier-Stokes equation.

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

Para que todos os objetivos referidos sejam alcançados é necessário o conteúdo programático referido.

Por outro lado, as matérias contidas no conteúdo programático são suficientes para que o aluno cumpra todos os objetivos.

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

For all these purpose to be achieved it is necessary the program content.

On the other hand, the materials contained in the syllabus are sufficient so that the student meets all objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teórico-práticas é apresentada e explicada toda a matéria referida nos conteúdos programáticos. Nas aulas práticas o professor esclarece dúvidas acerca das fichas fornecidas previamente e são resolvidos os exercícios considerados mais relevantes. O n.º máximo de faltas para obtenção de frequência é 5. A avaliação contínua é efetuada através da realização de 3 testes escritos. A cada teste escrito será atribuída uma classificação na escala de 0 a 20. O 3.º teste requer uma nota mínima de 7.5 valores.

A classificação final da Avaliação Contínua(AC) é a média aritmética dos testes arredondada às unidades, pelas convenções usuais. O aluno é aprovado por avaliação contínua se tiver obtido frequência e se a classificação final da AC for maior ou igual a 10.

Existe um exame escrito sobre a totalidade dos conteúdos da disciplina. Ao exame será atribuída uma classificação inteira entre 0 e 20 valores, estando o aluno aprovado se esta classificação for superior ou igual a 10 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In the theoretical-practical classes, all the material referred to in the syllabus is presented and explained. In practical classes, the teacher clarifies doubts about the forms previously provided and the exercises considered most relevant are solved.

The max. number of absences to obtain attendance is 5. Continuous assessment is carried out through 3 written tests. Each written test will be assigned a rating on a scale from 0 to 20. The 3rd test requires a minimum grade of 7.5 values.

Final classification of Continuous Assessment (AC) is the arithmetic average of the tests rounded to the units, according to the usual conventions. The student is approved by continuous assessment if obtained frequency and if the final grade of the AC is greater than or equal to 10.

There is a written exam on the entire contents of the course. The exam will be given an entire classification between 0 and 20, with the student being approved if this classification is greater than or equal to 10 values.

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

Os métodos de ensino apresentados permitem aos alunos apreender todos os conteúdos programáticos. Visam uma profunda compreensão das noções teóricas e suas aplicações nomeadamente através da resolução de problemas. Assim, os estudantes ficam aptos para atingir todos os objetivos.

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

The teaching methods presented allow students to understand all the contents. The aim of these methods is to provide a deep understanding of theoretical concepts and their applications namely through clear expositions of the theoretical concepts and their application solving problem. Thus, the students are able to achieve all objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*J. Marsden and M.Hoffman, Basic Complex Analysis (Freeman, 1999).
R. Churchill, J. Brown and R. Verhey, Complex Variables and Applications (McGraw-Hill, 1976).
D. Zill and P. Shanahan, Complex Analysis with applications (Jones and Bartlett Publishers, 2003).
Apostol, T.M. - Calculus - Volume I e Volume II - Blaisdell Publishing Company.
Braun, Martin - Differential Equations and their Applications, Springer-Verlag
Freitas, A.C. - Análise Infinitesimal - Volume 1 e Volume 2 - Notas de Lições para alunos do 2.º ano das Licenciaturas da FCT.
Howard, Anton - Calculus: A New Horizon -John Wiley and Sons.
Kreysig - Advanced Engineering Mathematics
Taylor, A.E.;-- Man, W.R. - Advanced Calculus - John Wiley and Sons.
Zill, D. G. ; Cullen, M.R. - Differential equations with boundary value problems; 6th edition.*

Mapa IV - Técnicas de Caracterização de Materiais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Técnicas de Caracterização de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Characterization Techniques 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:21; PL:42; 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):

Rita Maria Mourão Salazar Branquinho - TP:14; PL:28; OT:3

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

Rui Jorge Cordeiro Silva - TP:7; PL:14; OT:3

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

Esta unidade curricular tem por objetivo fornecer aos alunos formação sobre a funcionalidade e a aplicação de técnicas de caracterização onde se realçam as técnicas de: Microscopia ótica, DRX, FRX, SEM, EDS, FIB, TEM, Espetroscopia do Infravermelho e UV-Visível. A ideia fundamental é de tornar claro para os alunos desde cedo na sua formação académica quais as técnicas adequadas para responder às questões que possam ter acerca de um dado material/dispositivo.

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

This course has the objective of giving a theoretical and practical training in various techniques for materials characterization such as Optical Microscopy, XRD, XRF, SEM, EDS, FIB, TEM, Infrared and UV-Vis spectroscopy. The main intent is to turn clear to the students at an early stage of their academic path which are the most adequate characterization techniques answering to the questions they have regarding a certain material/device.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

DIFRAÇÃO E FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X (DRX e FRX). *DRX: A lei de Bragg. Cálculo fatores de estrutura. Espectrómetro de dispersão em comprimentos de onda. A espectrometria de fluorescência de raios X.*

MICROSCOPIA ÓTICA: *Definição da resolução e ampliação. Aberrações. Sistemas de iluminação. Componentes óticos. Microscopia por fluorescência.*

MICROSCOPIA ELETRÓNICA (SEM-TEM): *Detetores de eletrões e de radiação X (espectrómetros EDS e WDS). Métodos de contraste de imagem em SEM: contraste topográfico e de número atómico. Análise elementar em SEM-EDS/WDS. Feixe de iões focado (FIB). Introdução à microscopia eletrónica de transmissão (TEM).*

ESPECTROSCOPIAS ÓTICAS: *Espetroscopia de infravermelho (FTIR); de UV-Visível-Infravermelho próximo; elipsometria espectroscópica. Raman.*

4.4.5. Syllabus:

XRF and XRD: Bragg Law. Computation of structure factors. Wavelength dispersion spectrometer. X-ray fluorescence spectrometry.

OPTICAL MICROSCOPY: Amplification and Resolution. Aberrations, Illumination systems. Optical components. Fluorescence microscopy.

ELECTRON MICROSCOPY: Electron Beam versus Light. Main types of electron microscopes TEM, SEM and STEM. Electron detectors. X-ray detectors. Contrast methods used in SEM. Topographic contrast. Elementary analysis in SEM-EDS/WDS. Focused Ion Beam (FIB)

OPTICAL SPECTROSCOPY: Infrared and UV spectroscopies. Ellipsometry. Raman

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

A disciplina surge numa fase em que os alunos têm já algumas noções elementares sobre materiais e como tal necessitam de técnicas para os caracterizar. São abordados os princípios subjacentes a cada técnica bem como o seu potencial de aplicabilidade em várias áreas científicas e tecnológicas. Nas aulas práticas demonstra-se a aplicabilidade das mesmas usando os equipamentos disponíveis no CENIMAT|I3N.

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

The discipline arises at a stage where the students already have elemental knowledge on materials and need characterization techniques to analyze them. The theoretical background regarding each technique is provided, as well as their potential of application in different scientific and technological areas. The lab classes allow to demonstrate this using the equipments available at CENIMAT|I3N.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa está articulado entre aulas teóricas e práticas, 2 e 3 horas semanais, respetivamente, e divide-se em 4 módulos, cada um sobre uma técnica ou grupo de técnicas de caracterização: FRX-DRX, Mic. Ótica, SEM-EDS-FIB-TEM, Espectroscopias.

Nas aulas teóricas expõe-se oralmente a matéria, tendo sempre o suporte de PowerPoint com noções fundamentais sobre as técnicas, equipamentos necessários e aplicabilidade na análise de materiais e dispositivos.

Nas aulas práticas os alunos têm contacto com as técnicas de caracterização abordadas nas aulas teóricas. O objetivo principal é demonstrar o funcionamento das técnicas usando materiais produzidos no âmbito de trabalhos de investigação em curso.

Os alunos são avaliados por dois testes efetuados ao longo do semestre e por dois pequenos questionários sobre as aulas de laboratório.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The program is divided in theoretical and lab classes, 2 and 3 hours per week, respectively, being splitted in 4 modules, each one focusing one (or a group) of characterization techniques: XRF-XRD, Optical Microscopy, SEM-EDS-FIB-TEM, spectroscopies.

The thematics are exposed in the lectures with the support of PowerPoint with the basic concepts of the techniques, required tools and applicability for the analysis of materials and devices.

In the lab classes the students have contact with the characterization techniques focused in the lectures. The main objective is to demonstrate the operation of the techniques using materials produced within the framework of running research projects.

The students are evaluated with two tests and two small quizzes about the lab classes.

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

O conhecimento das diversas técnicas de caracterização de materiais é imperativo para muitos dos trabalhos a desenvolver pelos alunos no seu percurso académico e profissional. Como tal, cada uma das técnicas abordadas é explicada desde os seus princípios básicos de funcionamento. Contudo, e como um dos objetivos principais é os alunos saberem para que fins podem usar cada uma das técnicas abordadas, variados casos práticos são exemplificados, visando demonstrar os limites de aplicabilidade de cada técnica. Toda esta informação, bem como referências que permitem aprofundá-la ainda mais, é facultada aos alunos após cada aula teórica.

As aulas práticas estão perfeitamente coordenadas com as temáticas das aulas teóricas, fazendo uso das excelentes condições do CENIMAT|I3N para demonstrar todas as técnicas expostas nas aulas teóricas.

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

The knowledge of several characterization techniques of materials is imperative for many of the works that will be developed by the students during their academic and professional life. Hence, each technique is explained in detail regarding its basic principles of operation. Nevertheless, since one of the main objectives is to assure that the students know for which end they can use each one of the focused techniques, several practical examples are shown, demonstrating the application limits of each technique. All this information, as well as references to further complement it, is given to the students after each lecture.

The lab sessions are perfectly articulated with the thematics explored during the lectures, making use of the excellent conditions of CENIMAT|3N to demonstrate all the techniques focused during the lectures.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- D. Skoog et al., "Principles of Instrumental analysis", 6th edition, Cengage learning, 2007.
- C. Brundle, C. Evans, S. Wilson, "Encyclopedia of Materials Characterization", Butterworth-Heinemann, 1992.
- D. K. Schroder, "Semiconductor Material and Device Characterization", 3rd ed., Wiley, 2006.
- J. Goldstein et al., "Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis", Springer, 2003.
- Scanning Electron Microscopy, X-ray Microanalysis and Analytical Electron Microscopy; C. E. Lyman, J. Goldstein, D.E.Newbury et al.
- E. Lifshin (ed.), "X-ray characterization of materials", Wiley Verlag GmbH, 2008.
- O. Stenzel, "The Physics of Thin Film Optical Spectra: An Introduction", Springer, 2014.
- V. Tolstoy, I. Chernyshova, V. Skryshevsky, "Handbook of Infrared Spectroscopy of Ultrathin Films", Wiley, New Jersey, 2003
- H. Fujiwara, "Spectroscopic Ellipsometry: Principles and Applications", Wiley, West Sussex, 2007.

Mapa IV - Eletromagnetismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletromagnetismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electromagnetism

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:35; PL:28

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):

Grégoire Bonfait - T:35; 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):

O objetivo desta unidade curricular é introduzir a teoria do eletromagnetismo clássico, bem como apresentar algumas aplicações. No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências em:

- *Processos físicos que ocorrem em sistemas eletromagnéticos estáticos;*
- *Processos físicos que ocorrem em sistemas eletromagnéticos variáveis no tempo;*
- *Circuitos elétricos simples compostos por fontes de alimentação, resistências elétricas, condensadores elétricos e indutores.*

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

The goal of this curricular unit is to introduce the theory of classical electromagnetism as well as to present some applications. At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and competences in:

- *physical processes that occur in static electromagnetic systems;*
- *physical processes that occur in time-varying electromagnetic systems;*
- *Simple electrical circuits composed of power supplies, electrical resistors, electric capacitors and inductors.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Carga elétrica
2. Campos elétricos e Lei de Gauss
3. Potencial elétrico
4. Capacidade elétrica
5. Corrente, resistência e Circuitos
6. Campos magnéticos
7. Campos magnéticos devidos a correntes
8. Indução e indutância
9. Introdução aos circuitos AC
10. Magnetismo na matéria e equações de Maxwell

4.4.5. Syllabus:

1. Electric charge
2. Electric Fields and Gaussian Law
3. Electrical potential
4. Electrical capacity
5. Current, resistance and Circuits
6. Magnetic fields
7. Magnetic fields due to currents
8. Induction and inductance
9. Introduction to AC circuits
10. Magnetism in Matter and Maxwell's Equation

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

Na primeira parte do semestre são apresentados os conceitos fundamentais necessários para descrever sistemas físicos em que existem cargas elétricas, dando ênfase aos conceitos de campo e potencial elétricos. São também introduzidas as definições e convenções necessárias ao estudo dos sistemas elétricos. Seguidamente, os conceitos introduzidos são utilizados no estudo de circuitos elétricos simples constituídos por fontes de alimentação, resistências e condensadores. Na segunda parte do semestre é discutido o fenómeno do magnetismo, e são apresentados os conceitos fundamentais necessários para o estudo de campos magnéticos estáticos e variáveis no tempo. No final da unidade curricular é abordado a problemática dos circuitos elétricos simples AC introduzindo o conceito de impedância complexa e a sua utilidade na análise de circuitos.

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

In the first part of the semester the fundamental concepts necessary to describe physical systems in which exist electric charges are presented, emphasizing the concepts of electric field and electrostatic potential. The definitions and conventions necessary for the study of electrical systems are also introduced. Next, the concepts introduced are used in the study of simple electrical circuits consisting of power supplies, resistors and capacitors. In the second part of the semester the phenomenon of magnetism is discussed, and the fundamental concepts necessary for the study of static and variable magnetic fields in time are presented. At the end of the curricular unit the problem of simple electric circuits AC is introduced, introducing the concept of complex impedance and its usefulness in circuit analysis.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular está dividida numa componente teórica, numa componente teórico-prática (TP, resolução de problemas) e numa parte prática (Laboratório). Por semana, as aulas teóricas serão ministradas em duas sessões (1 h + 1h30) e as TP de uma hora.

As aulas práticas, ministradas em 4 sessões de duas horas de duração, são dedicadas à pôr em evidência alguns processos ligados ao eletromagnetismo com o objetivo de verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas. Servem também a introduzir ao manuseamento de aparelhos de medida "usuais" (Osciloscópio, multímetro, fontes de tensão, ...).

A parte prática é avaliada (50% da nota final) a partir do desempenho do aluno nas aulas e dum relatório sucinto entregue no fim da aula. A avaliação teórico-prática (conceitos e resolução de exercícios, 50% da nota final) é avaliada com dois testes ou com exame final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit is divided into a theoretical component, a problem solving component and a practical part (Laboratory). The theoretical classes will be taught in two weekly sessions (1 h + 1h30) and the problem solving component in one weekly hour.

The practical classes, given in four sessions of two hours, are dedicated to highlight some processes related to electromagnetism with the objective of verifying phenomena and physical processes described in the theoretical classes. They are also used in the handling of "usual" apparatuses (Oscilloscope, multimeter, voltage sources ...).

The practical part is evaluated (50% of the final grade) based on the student's performance in class and a brief report delivered at the end of the class. The theoretical evaluation (concepts and resolution of exercises, 50% of the final grade) is evaluated with two tests or with final exam.

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

Os conceitos teóricos necessários para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidos e aplicados a problemas simples nas aulas teóricas. Pequenos questionários orais (tipo Quizz) permitem testar a compreensão básica. A aquisição destes conhecimentos é sedimentada graças à resolução de exercícios nas aulas teórico-práticas. O acompanhamento dos alunos nesta parte verificado por meio de dois testes ou um exame. O horário de atendimento permite aos alunos de esclarecer individualmente dúvidas que podem aparecer. As componentes práticas seguem, na medida do possível, a parte teórica dando assim uma visão prática dos conceitos e dos exercícios resolvidos.

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

During the theoretical part, the concepts needed to achieve the learning outcomes are introduced and applied to simple problems. Small oral questionnaires (Quizz type) allow to test basic understanding. The acquisition of this knowledge is reinforced thanks to the resolution of exercises.

The follow up of the students in this verified part through two tests or an examination. The opening hours allow students to individually clarify questions that may arise.

Practical components follow, as far as possible, the theoretical part thus giving a practical view of the concepts and exercises solved.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

“Fundamentals of Physics” de Halliday, Resnick and Walker

Mapa IV - Técnicas de Instrumentação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Técnicas de Instrumentação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Instrumentation Techniques

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:42; 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):

Rodrigo Ferrão de Paiva Martins - T:3

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

Rui Alberto Garção Barreira do Nascimento Igreja - T:18; PL:21; OT:3

Manuel João Mendes - PL:21; OT:3

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

A disciplina de Instrumentação pretende dar formação em análise de circuitos e uma visão global sobre os diferentes instrumentos utilizados para medir grandezas, em que a base fundamental consiste em se transformar o sinal a medir num sinal elétrico. Neste sentido, é imprescindível que os alunos saibam analisar circuitos elétricos passivos e ativos, em regime estacionário e transiente. Para além disso, é importante que os alunos conheçam a simbologia elétrica e de desenho de circuitos que se utiliza.

Em termos de medidores, é importante que os alunos saibam como funcionam os medidores analógicos e digitais e o que os distingue, para além de saberem que tipos de transdutores de sinal existem e como interatuam com a grandeza a medir. Finalmente pretende-se dar uma visão dos sistemas de medida e da sua necessidade, no campo vasto da Engenharia de Controlo e Teste.

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

The discipline of Instrumentation intends to develop knowledge in circuit analysis and a overview about the different instruments used to measure quantities whose process is based in transforming the signal associated to a given quantity into an electrical signal. In this sense, it is essential that students know how to analyze passive and active electrical circuits, in steady state and transient conditions, respectively. In addition, it is important that students know the symbols to be used. In terms of meters, it is important that students know how the digital and analog gauges and what distinguishes them. In addition, the students should know what kind of signal transducers exist and how they interact with the quantities to be measured.

Finally it is intended to provide an overview of the measurement systems and their necessity in the vast field of Control Engineering and Testing.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Carga, corrente, voltagem e potência. Lei de Ohm. Leis de Kirchhoff. Divisor de tensão e de corrente. Instrumentos em DC. Sobreposição. Teoremas de Thévenin e Norton. Pontes em DC. Transistores bipolares em DC. Amplificadores Operacionais. Condensadores e Indutores. Circuitos diferenciadores e Integradores. Circuito RLC. Funções sinusoidais. Domínio do tempo e da frequência. Impedância. Análise de circuitos em AC. Instrumentos em AC. Retificadores. Pontes AC. Potência em AC. Transdutores.

4.4.5. Syllabus:

Charge, current, voltage and power. Ohm's Law. Kirchhoff laws. Voltage and current divider. DC measuring instruments. Superposition. Thevenin and Norton theorems. DC bridges. Bipolar transistors (BJT) in DC. Operational amplifiers. Capacitors and inductors. Circuits for differentiators and integrators. RLC circuit. Sinusoidal functions. Time domain and frequency domain. Impedance. Circuit analysis in AC. AC measuring instruments. Rectifiers. AC bridges. AC power. Transducers.

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 análise de circuitos e uma visão global sobre os diferentes instrumentos utilizados para medir grandezas, em que a base fundamental consiste em se transformar o sinal a medir num sinal elétrico. Neste sentido, é imprescindível que os alunos saibam analisar circuitos elétricos passivos e ativos, em regime estacionário e transiente. Para além disso, é importante que os alunos conheçam a simbologia elétrica e de desenho de circuitos que se utiliza.

Em termos de medidores, estuda-se o seu modo de funcionamento na forma analógica e digital e o que os distingue, para além de saberem que tipos de transdutores de sinal existem e como interatuam com a grandeza a medir.

Finalmente pretende-se dar uma visão dos sistemas de medida e da sua necessidade, no campo vasto da Engenharia de Controlo e Teste.

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

The syllabus presented covers aspects relating to the analysis of electric circuits and an overview about the different instruments used to measure greatness, in which the fundamental basis is to transform the signal to be measured in an electrical signal. In this sense, it is imperative that students know how to analyze electric passive and active circuits in steady and transient regime. In addition, it is important that students meet the electrical symbols and circuit design that uses.

In terms of meters, it is studied their mode of operation in the form analogic and digital and what distinguishes them, in addition to knowing what types of signal transducers exist and how involved with greatness to be measured.

Finally it is intended to give an overview of the measurement systems and their necessity in the vast field of control Engineering and testing.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com recurso a quadro e datashow. Utilização dos meios informáticos disponíveis na FCT NOVA (moodle) para e-learning.

Aulas laboratoriais (dadas no laboratório de Instrumentação). Aulas de problemas.

Discussão da aplicabilidade da disciplina na vida prática

Aulas tutoriais sobre a matéria lecionada em sala de aula que é valorizada nas componentes teórica de testes a 50% pelos alunos que os efectuem, de forma positiva.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures using black board and datashow. Use of computerized procedures available in the FCT NOVA (moodle) for e-learning.

Laboratory classes (given in the Instrumentation lab). Classes of problems.

Discussion of the applicability of discipline in practical life

School tutorials on the subject taught in the classroom that is prized in the theoretical components of 50% by students that the carry out them, in a positive way.

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

O conteúdo programático apresentado cobre aspetos relacionados com a análise de circuitos e uma visão global sobre os diferentes instrumentos utilizados para medir grandezas, em que a base fundamental consiste em se transformar o sinal a medir num sinal elétrico. Neste sentido, é imprescindível que os alunos saibam analisar circuitos elétricos passivos e ativos, em regime estacionário e transiente. Para além disso, é importante que os alunos conheçam a simbologia elétrica e de desenho de circuitos que se utiliza.

Em termos de medidores, estuda-se o seu modo de funcionamento na forma analógica e digital e o que os distingue, para além de saberem que tipos de transdutores de sinal existem e como interatuam com a grandeza a medir.

Finalmente pretende-se dar uma visão dos sistemas de medida e da sua necessidade, no campo vasto da Engenharia de Controlo e Teste.

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

The syllabus presented covers aspects relating to the analysis of electric circuits and an overview about the different instruments used to measure greatness, in which the fundamental basis is to transform the signal to be measured in an electrical signal. In this sense, it is imperative that students know how to analyze electric passive and active circuits in steady and transient regime. In addition, it is important that students meet the electrical symbols and circuit design that uses.

In terms of meters, it is studied their mode of operation in the form analogic and digital and what distinguishes them, in addition to knowing what types of signal transducers exist and how involved with greatness to be measured.

Finally it is intended to give an overview of the measurement systems and their necessity in the vast field of control Engineering and testing.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Powerpoints das aulas teóricas.

- Fundamentals of Electric Circuits, Charles K. Alexander, Matthew Sadiku, MacGraw-Hill, 2004

- The Art of Electronics, Paul Horowitz, Winfield Hill, Cambridge University Press 2001

- Electronic Instruments and Measurements, Larry Jones, Foster Chin, Prentice-Hall.

Mapa IV - Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Society, Sustainability and Digital Transformation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CHS

4.4.1.3. Duração:

Trimestral / Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42

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):

José Luís Câmara Leme - TP:42

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: levar os alunos a questionarem-se sobre as relações entre ciência, tecnologia, em particular tecnologia digital, ambiente e sociedade e suas implicações para um futuro sustentável e crescentemente informatizado.

Aquisição de conhecimentos: compreender a estrutura da tecnociência e sua relação com os contextos económico, político, social e cultural; compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade; compreender a natureza sistémica, holística e transdisciplinar das questões de sustentabilidade; compreender os princípios e resultados do processo de transformação digital.

Aquisição de competências: perspetivar o relacionamento entre ciência, tecnologia e sociedade e suas interações com o ambiente e sustentabilidade; desenvolver o sentido de ética e responsabilidade social e ambiental; relacionar a prática

profissional com uma cidadania crítica e consciente; compreender o processo de transformação digital e as suas implicações.

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

Objectives: to lead students to ask themselves about the relationship between science, technology, in particular digital technology, environment and society, and its implications for a sustainable and increasingly computerized future.

Specific capabilities:

(i) knowledge acquisition: understanding the structure of technoscience and its relationship with the economic, political, social and cultural contexts; master the interrelationships between science, technology and society; understand the principles and results of the digital transformation process.

(ii) acquisition of skills: to envision the relationship between science, technology and society and their interactions with the environment and sustainability; develop the sense of ethics and social and environmental responsibility; relate professional practice to the practice of critical and conscious citizenship; understand the digital transformation process and its social and individual implications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Módulo Sociedade:

1. Globalização e Desafios Climáticos
2. Mobilidade e Justiça
3. Cibersegurança
4. Melhoramento Humano/ Human Enhancement

Módulo Sustentabilidade:

Visões de futuro e caminhos de sustentabilidade - limites do crescimento e implicações dos padrões de produção e consumo; crescimento verde e decrescimento sustentável. Pensamento sistémico para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) partindo das forças motrizes e analisando as implicações ambientais, sociais e económicas.

Módulo Transformação Digital:

Abordar a forma como as tecnologias digitais transformam o mundo atual e investigar sobre o futuro digital, incluindo aspetos sociais. Serão considerados exemplos no trabalho, aprendizagem, lazer e organização social.

4.4.5. Syllabus:

Society Module

1. Globalization and Climate Challenges
2. Mobility and Justice
3. Cybersecurity
4. Human Enhancement

Sustainability:

Sustainability visions and pathways Limits to growth limits and Spaceship Earth; implications of production and consumption patterns, green growth and sustainable degrowth proposals.

Systems Thinking for the SDGs, starting from the driving forces and analyzing its environmental, social and economic implications.

Digital Transformation Module

Address how digital technologies transform the current world and research the digital future, including social aspects. Examples of work, learning, leisure and social organization will be considered.

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

Tendo em conta que os objetivos da disciplina são levar os alunos a interrogarem-se sobre a natureza e a extensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade no mundo atual, estimulando a sua reflexão crítica no contexto da sua futura experiência profissional e de cidadania, escolheu-se um conjunto de tópicos considerados críticos para esta reflexão. Estes tópicos são abordados a partir da contemporaneidade, mas densificados com uma perspetiva histórica que dê aos alunos uma visão diacrónica e dinâmica das relações entre ciência tecnologia e sociedade. Os tópicos foram escolhidos tendo em conta a sua pertinência atual e a vontade de cobrir um leque de áreas diversificado, mas passível de serem estabelecidas pontes e diálogos entre os vários temas. As experiências individuais dos alunos são valorizadas e o debate é encorajado.

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

Given that this course aims at unveiling the nature and extent of the relationship between science, technology and society, thus stimulating students to engage in a critical reflection about their future professional practice and citizenship, we chose a set of topics we deem critical to this discussion. These topics are approached from a contemporary perspective but include a historical perspective that allows students a diachronic and dynamic perspective of the relations between science, technology and society. The topics are chosen taking into account their relevance, the need for covering a diversified range of areas, and the possibility to establish bridges and dialogues between the various themes. The individual experience of the students is valued and the debate is encouraged.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC está organizada em três Módulos. Para toda a UC os grupos são constituídos por 5 ou 6 alunos.

Sociedade

Este módulo é constituído por 4 temas. Os alunos fazem apenas um tema. A pesquisa realizada pelo grupo será apresentada sob a forma de um Pecha Kucha. Horas de contacto: 21h.

Sustentabilidade

Exercício de modelação participada sobre os ODS em que os alunos desenvolvem um diagrama causal recolhendo informação em estudo autónomo para substanciar o modelo e discutir medidas. Avaliação: apresentação dos trabalhos utilizando o diagrama causal como suporte da narrativa. Horas de contacto: 12h.

Transformação Digital

A avaliação deste módulo será feita através da apresentação de um poster por grupo, em sessão pública. Cada poster deve incluir um exercício de sistematização de uma tecnologia digital, da transformação que provoca e do impacto futuro, de acordo com os temas indicados. Horas de contacto: 12h.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit is organized into three Modules. For the whole curricular unit the groups consist of 5 or 6 students.

Society

This module consists of four themes. Students assist only one themes. The research conducted by the group is presented in the form of a Pecha Kucha. Contact hours: 21h

Sustainability

Building a vision of a sustainable future. Participatory modeling exercise on SDGs in which students develop a causal loop diagram and collect information in autonomous study to substantiate the model and discuss measures. Evaluation: presentation of the works using the causal loop diagram to support the narrative. Contact hours: 12h

Digital transformation

The evaluation of this module will be done through the presentation of one poster per group, in a public session. Each poster must include an exercise in systematizing digital technology, the transformation it causes and the future impact, according to the suggested themes. Contact hours: 12h.

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 ativa dos vários temas, usando elementos que lhes sejam familiares, nomeadamente filmes, documentários 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 das relações contemporâneas entre ciência, tecnologia, sociedade, transformação digital e sustentabilidade no sentido de estimular a responsabilidade social e ética dos futuros cientistas e engenheiros.

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, documentaries 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 relationship between science, technology, society, digital transformation, and sustainability and the development of a social and ethical consciousness among these scientists and engineers to be.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Peter Singer, One world - the ethics of globalization; New Haven & London: Yale University Press, 2002.
Manjikian, Mary. Cybersecurity Ethics: an Introduction, Routledge, 2016
Julian Savulescu e Nick Bostrom, Human Enhancement, Oxford University Press, 2009
Mimi Sheller, Mobility Justice. The Politics of Movement in an Age of Extremes. London; Brooklyn, NY: Verso, 2018
Meadows, D. H., Thinking in systems: A Primer. Earthscan. 2008.
Robert, Costanza, and Kubiszewski Ida, eds. Creating a sustainable and desirable future: Insights from 45 global thought leaders. World Scientific, 2014.
Aligning the Organization for Its Digital Future, Gerald C. Kane, Doug Palmer, Anh Nguyen Phillips, David Kiron, and Natasha Buckley, MIT Sloan Management Review, July 26, 2016
Achieving Digital Maturity, Gerald C. Kane, Doug Palmer, Anh Nguyen Phillips, David Kiron, Natasha Buckley, October 01, 2017, MIT Sloan Management Review
Artigos/Research Papers (ACM DL and other sources).*

Mapa IV - Desenho Técnico Assistido por Computador

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Desenho Técnico Assistido por Computador

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computer Aided Technical Drawing

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:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:42***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):***Guilherme António Rodrigues Lavareda - TP:42***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):***Compreender os conceitos básicos de Desenho Técnico e a sua aplicação em CAD.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***To understand the basic concepts of Technical Drawing and its application in CAD.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Parte 1 – Noções de Desenho Técnico:**Material de Desenho. Normas.**Projeções Ortogonais. Vistas.**Cortes e Secções.**Roscas e outros Elementos de Ligação.**Cotagem.**Parte 2 – CAD:**Introdução ao software usado. Ferramentas-base.**Desenho e edição de entidades. Criação de blocos.**Cotagem.**Formas tridimensionais. Sólidos.***4.4.5. Syllabus:***Part 1 – Technical Drawing Basics:**Drawing Tools. Standards.**Projections. Views.**Cuts and Sections.**Screws and other Bonding Parts.**Dimensioning.**Part 2 – CAD:**Introduction to CAD software. Basic tools.**Entity drawing and editon. Block grouping.**Dimensioning.**3D shapes. Solids.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***A primeira parte é dedicada às regras básicas de desenho. A segunda parte é dedicada à aplicação destas regras no desenho por computador.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***First part includes the basic rules of drawing. In the second part, the application of these rules in computer aided design is made.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

Parte I - Parte inicial da aula com exposição das matérias e recurso a exemplos desenhados no quadro. Parte final com execução de um desenho por parte dos alunos onde aplicam os conhecimentos adquiridos na parte anterior.

Parte II - Parte inicial das aulas com introdução aos assuntos recorrendo a software especializado e projetor. Parte final com execução de um desenho em computador por parte dos alunos onde aplicam os conhecimentos adquiridos na parte anterior.

Parte I - Noções Básicas de Desenho Técnico (TP):

Avaliação contínua:

- 2 testes (T1 e T2).
- Dispensa de exame obtida com média dos testes (MT) superior a 9,5 valores.

Avaliação com Exame Final:

- Exame (E).

Parte II - Desenho Assistido por Computador (Lab. Computadores)

- Avaliação de CAD (CAD)

Nota final:

- Com dispensa de exame: 60% MT + 40% CAD.
- Sem dispensa de exame: 60% E + 40% CAD.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Part I - Initial part of the lesson with exposition of the subjects using examples drawn on the blackboard. Final part with execution of a drawing by the students where they apply the knowledge acquired in the previous part.

Part II - Initial part of the lesson with introduction to the subjects using specialized software and a projector. Final part with execution of a drawing in computer by the students where they apply the knowledge acquired in the previous part.

Part I – Basic Technical Drawing (TP):

Ongoing assessment :

- 2 Tests (T1 and T2).
- Exemption of final examination obtained with test average (TA) greater than 9.5.

Assessment by Final Examination:

- Examination test (E).

Part II – Computer Aided Design (Computer Lab.)

- CAD Assessment (CAD)

Final classification:

- With exemption of final examination: 60% MT + 40% CAD.
- Without exemption of final examination: 60% E + 40% CAD.

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

A primeira parte é dedicada às regras básicas de desenho. Na segunda parte procede-se à aplicação destas regras em desenho assistido por computador.

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

First part includes the basic rules of drawing. In the second part, the application of these rules in drawings is done using CAD software.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

PRINCIPAL:

L. Veiga da Cunha, "Desenho Técnico", 15ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian (2010).

COMPLEMENTAR:

Arlindo Silva, João Dias e Luís Sousa, "Desenho Técnico Moderno", 11ª Edição, Lidel (2011).

Randy H. Shih, "Exploring DraftSight", SDC Publications (2012).

Mapa IV - Eletrónica I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletrónica I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electronics I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:35; PL:28

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 Abreu de Oliveira - TP:35; 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):

Partindo do conhecimento em teoria de circuitos, inicia-se o estudo de circuitos com semicondutores. Começa-se pelo funcionamento de dispositivos semicondutores, nomeadamente, diodo, transistor de junção bipolar (TJB) e transistor de efeito de campo (MOSFET). Com base nas características elétricas destes dispositivos pretende-se que o estudante comece por aprender a analisar e/ou dimensionar circuitos eletrónicos simples, tais como retificadores de sinal ou amplificadores de baixa frequência. Seguidamente o estudante será exposto à análise e ao dimensionamento de amplificadores mais complexos suportados em arquiteturas multiandar combinando transístores BJT e MOSFET, e montagens com amplificadores operacionais (AMPOP). Pretende-se que o estudante desenvolva capacidades de análise e resolução de problemas concretos em circuitos eletrónicos, execução de projetos simples, trabalho em equipa em regime de autonomia com uma eficiente gestão do tempo, e apresentação escrita e oral.

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

The goal of this course is to explain the basic electronic components, such as diodes and transistors (BJTs and MOSFETs). It is required that students learn the electrical characteristics of these components, as well as knowing to implement simple electronic circuits, based on several types of transistors and diodes. The student learns to design multi-stage amplifiers combining BJTs and field effect transistors as well as to analyze basic circuits employing operational amplifiers. The student will develop the ability to solve problems, work in a team and autonomously. Students also will learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention is given to the ability of written and oral presentation of the work.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*1-Díodos de Junção Bipolar: Diodo ideal, característica tensão-corrente do diodo, análise de circuitos com díodos; modelo de pequenos sinais do diodo; Diodo de Zener; circuitos retificadores.
2-Transístores de junção bipolar (TJB): zonas de funcionamento; características dos TJBs; cálculo do ponto de funcionamento em repouso de circuitos com TJB; modelo de pequenos sinais do TJB; Circuitos de amplificação com transístores TJB: emissor comum, base comum, seguidores de emissor; pares diferenciais e fontes de corrente; circuitos de amplificação multi-andar.
3-Transístores de efeito de campo (MOSFET): características tensão-corrente; análise DC (cálculo do PFR); modelo de pequenos sinais; circuitos de amplificação utilizando MOSFETs.
4-Amplificadores operacionais: Amplificador operacional ideal; análise de circuitos com amplificadores operacionais; Características não-ideais dos amplificadores operacionais.
5-Circuitos digitais/lógicos básicos NAND, NOR e inversores utilizando tecnologia complementar CMOS.*

4.4.5. Syllabus:

*1- Bipolar junction diodes. The ideal diode. Diode current-voltage characteristic. Circuit analysis with diodes. Small signals diode model. Zener diode. Rectifier circuits.
2- Bipolar junction transistors (BJT). Transistor operation modes and characteristics. Polarization. Small signal models. Transistor amplifier circuits. The common-emitter. The common-base. The common-collector. Differential pairs. Current sources. Multi-stage amplifiers.
3- Field effect transistors (MOSFET and JFET). Current-voltage characteristics. Biasing. Small signal models. Amplifier circuits.
4- The ideal operational amplifier. Circuit analysis with operational amplifiers. Non-ideal characteristics of operational amplifiers.
5- Basic logic circuits. Gates NAND, NOR and NOT using CMOS technology.*

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

Nas aulas teórico-práticas, depois da exposição teórica da matéria pelo docente, os exemplos/exercícios propostos permitem aos estudantes compreenderem melhor a matéria e desenvolverem capacidade de raciocínio.

Nas aulas práticas os exercícios propostos cobrem toda a matéria dada exigindo dos estudantes uma maior compreensão dos conceitos e técnicas de projeto de circuitos. O contínuo apoio do docente permite ajudá-los a concluírem com sucesso os diferentes problemas propostos. Os estudantes desenvolvem a capacidade de resolver problemas e com autonomia.

Nas aulas de laboratório os estudantes têm contacto com as experiências que ilustram os pontos principais da matéria e que lhes permitem consolidar os conceitos principais bem como desenvolver a capacidade de trabalhar em equipa. Os estudantes aprendem também a melhorar a sua capacidade de gestão do tempo disponível. Deu-se particular atenção à capacidade de apresentação escrita dos trabalhos realizados.

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

In theoretical-practical classes after the theoretical exposition of the matter by the lecturer, some examples/exercises allow students to gain a deeper understanding of the concepts and techniques of this course as well as developing reasoning skills.

In practical classes, the exercises allow the students to gain a greater understanding the concepts and techniques of circuit design. The continued support of the lecturer helps them to complete successfully the different problems proposed. The students are invited to develop the ability to solve problems in an autonomously way.

In laboratory classes the students have contact with experiments illustrating the course key points allowing them to consolidate their knowledge and develop teamwork skills. Students also learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention is given for the work written presentation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos teóricos da matéria da UC são explicados pelos professores nas aulas teórico-práticas, sendo depois explicitada a aplicação destes conceitos através de exercícios e exemplos práticos de circuitos.

Resolução de problemas pelos estudantes nas aulas práticas, disponibilizados na página da unidade curricular, antes das aulas. Aulas laboratoriais com pré-preparação e elaboração de relatório pelos estudantes. Elaboração de projeto final.

Avaliação contínua. Nas aulas práticas, realização de trabalhos laboratoriais com elaboração de relatório experimental, realização de trabalho final com discussão, três testes ou exame final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical concepts of the course syllabus are explained in the theoretical-practical classes and then the application of these concepts is clarified through exercises and practical examples of circuits.

Resolution of sets of problems, available in the web page of the course, before the classes. Laboratorial classes with preparation in advance and report done by the students. Final project.

Continuous assessment. In practical classes, laboratory work with writing report, three tests or final exam.

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

O funcionamento de componentes eletrónicos básicos, tais como díodos e transístores é explicado nas aulas teórico-práticas, a análise e dimensionamento de circuitos eletrónicos básicos é também explicado. Estes conhecimentos são fundamentados utilizando a apresentação de exemplos e a resolução de exercícios sobre circuitos eletrónicos, quer nas aulas teórico-práticas e nas aulas práticas. Os estudantes são encorajados a resolver problemas sobre a matéria exposta fora das aulas: conjuntos de problemas com resolução são disponibilizados na página da UC desenvolvendo a capacidade de resolver problemas em autonomia.

Nas aulas de laboratório os estudantes constroem e testam diversos circuitos permitindo a aprendizagem sobre os problemas práticos dos circuitos eletrónicos e complementar os conceitos teóricos aprendidos. Estes trabalhos de laboratório são realizados em grupo, estimulando, por essa via, o trabalho em equipa. É solicitada a elaboração de um relatório sobre cada trabalho.

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

In the theory-practical classes the behavior of basic electronic components such as diodes and transistors is explained, the analysis and design methods of electronic circuits are also explained. This knowledge is consolidated through the resolution of problems and through the presentation of practical electronic circuits. The students are encouraged to solve sets of problems available in the web page of the course (the solutions for these problems are also available on the web). In the laboratory classes the students build and test several electronic circuits, this allows the students to further consolidate the knowledge acquired in the theoretical classes and learn the issues associated with the physical implementation of electronic circuits. The lab projects are realized by groups of students, thus stimulating group work. The students have to write a report for each project.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Sedra/Smith, *Microelectronic Circuits*, 8th Edition, Oxford University Press, November 2019.
- M. M. Silva, *Introdução aos Circuitos Eléctricos e Electrónicos* (6ª edição), F. C. Gulbenkian, Dezembro 2014.
- M. M. Silva, *Circuitos com Transístores Bipolares e MOS* (4ª Edição), F. C. Gulbenkian, Janeiro 2003.
- B. Razavi, *Fundamentals of Microelectronics*, 2nd Edition, Wiley, June 2014

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Propriedades Físicas dos Materiais***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Physical Properties of Materials***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CMt***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:28; PL:28; 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):***Carlos Jorge Mariano Miranda Dias - TP:28; PL:28; 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):***Fornecer formação sobre as propriedades de transporte elétrico, ótico e magnético dos materiais e a forma como a sua estrutura, composição e morfologia influenciam nas mesmas.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Give information on thermal, electrical, optical and magnetic properties of materials.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

Propriedades térmicas. Revisão de noções de capacidade térmica e calor específico. Modelos de Einstein e de Debye. Processos de transferência de calor. Condutividade e expansão térmica. Propriedades elétricas. Modelo do gás de eletrões. Estatística de Fermi e de Boltzmann. Efeitos termiônico, de campo e Schottky. Efeito de Hall. Efeitos termoelétricos. Teoria das Bandas. Zonas de Brillouin. Bandas em materiais orgânicos. Propriedades óticas. Adição e subtração de cor. Reflexão e refração. Birefringência. Efeito fotoelétrico. Fotocondutividade. Luminescência. Propriedades dielétricas. Polarização interfacial, dipolar, iónica e eletrónica. Ferroeletricidade, piroeletricidade e piezoeletricidade. Propriedades magnéticas. Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo e ferrimagnetismo. Domínios ferromagnéticos. Histerese ferromagnética. Temperatura de Curie. Materiais magnéticos duros e macios. Supercondutividade.

4.4.5. Syllabus:

Thermal properties. Specific heat. Law of Dulong-Petit. Einstein and Debye models. Thermal conductivity and thermal expansion. Thermoelectric effects: Peltier, Seebeck and Thompson effects. Electrical properties. Free electron model. Density of states and Fermi statistics. Thermionic effect, Field effect and Schottky effect. Theory of bands. Intrinsic Semiconductors. Brillouin zones. Optical properties: Semiconductors of direct and indirect gaps. Inter- and intra-band processes. Photoconductivity, recombination and trapping. Excitons. Photoelectric emission. Luminescence. Dielectric properties. Ionic and molecular conduction. Interfacial polarization, dipolar, ionic and electronic polarization. Ferroelectricity, piroelectricity and piezoelectricity. Electrostriction. Dielectric spectroscopy. Magnetic properties. Basic concepts. Types of magnetism: diag-, para-, ferro-, anti-ferro and ferrimagnetism. Applications. Soft and hard magnetic materials.

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

Estas matérias como se pode apreciar dão uma visão geral sobre as propriedades físicas dos materiais e em que medida é que estas dependem da estrutura atômica e molecular bem com da forma e superestrutura como estão agregados.

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

These subjects as one can appreciate give a general overview of the physical properties of materials as well as the way in which the atomic and molecular structure as well as the superstructure impacts the physical properties that we observe around us.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Atividades a desenvolver na aulas laboratoriais servem para consolidação das matérias lecionadas na componente teórica. A aprovação a esta unidade curricular pressupõe que o aluno adquira frequência à mesma:

FREQUÊNCIA: Para serem admitidos a exame é necessário ter frequentado as aulas práticas da disciplina. Sobre os trabalhos realizados são apresentados relatórios que são discutidos e classificados (nota NP>10).

APROVAÇÃO: A prova escrita é a média dos testes T1 e T2 ou um exame (NE>10) cujo valor deverá ser maior ou igual a dez para serem aprovados.

NOTA FINAL: A classificação final será, $N=0.4NP+0.6NE$

onde NE é a nota escrita.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course includes theoretical-practical lessons and practical laboratory. The activities in laboratory classes serve to consolidate the teachings of the theoretical component. The approval of this course requires the student to be admitted to the examination:

ADMISSION to the examination: To be admitted to a final question paper, students should attend the practical classes whose mark is NP (above 10).

PASS: Written mark is either the average of tests T1 and T2 or an exam paper whose value must be above 10 to pass

The FINAL MARK is given by $N=0.4NP+0.6NE$

where NE is the mark of the examination.

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:

*Principles of Electronic Materials and Devices, Safa Kasap, MacGraw-Hill
Understanding Solids: The Science of Materials, Richard J. D. Tilley, Wiley
Properties of Materials, Mary Anne White, Oxford University Press, 1999
Electronic Processes in Non-Crystalline semiconductors, Mott and Davis, Oxford Press, 10979
Electronic Materials, L.A.A. Warnes, MacMillan Pub, 990
Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, Wiley, 1986.*

Mapa IV - Comportamento Mecânico de Nanomateriais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Comportamento Mecânico de Nanomateriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanical Behavior of Nanomaterials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP:28; 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 - TP:28; 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 dotar os alunos com os conhecimentos adequados, teóricos e práticos, para caracterizar mecanicamente um material, permitindo-lhe executar ensaios de controlo de qualidade e obter indicações quanto à adequação dos processos de fabrico.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***It is aimed to provide to students the adequate theoretical and practical knowledge for the mechanical characterization of a material, in order to perform quality control tests and get information on the adequacy of the fabrication processes.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Visão global do comportamento mecânico dos materiais.**Elementos da teoria da elasticidade.**Tipificação do comportamento mecânico de um material: comportamento à tração.**Comportamento mecânico de materiais poliméricos.**Fenomenologia da deformação plástica**Deformação plástica de metais.**Produção de nanomateriais/materiais nanoestruturados.**Falhas em serviço:**- Fratura**- Fadiga**- Fluência***4.4.5. Syllabus:***Overview of the mechanical behavior of materials.**Theory of Elasticity.**Characterization of the mechanical behavior of a material: tensile behavior.**Mechanical behavior of polymers.**Phenomenology of the plastic deformation.**Plastic deformation of metals.**Production of nanomaterials/nanostructured materials.**Failure in service:**- Fracture**- Fatigue**- Creep***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***O objetivo desta UC é o de proporcionar aos alunos uma visão integrada das singularidades microestruturais à nanoescala e da sua relação com o comportamento mecânico.**Numa primeira parte são introduzidas noções básicas de comportamento mecânico e de mecanismos de deformação plástica. Em seguida é feita uma abordagem dos principais processos de nanoestruturação, sendo dada especial atenção aos que envolvem processos de deformação, nomeadamente a deformação plástica severa.**Em seguida são apresentados os principais mecanismos de deformação em materiais nanoestruturados.**As aulas práticas incidem sobre técnicas de caracterização de propriedades mecânicas em geral, técnicas de processamento destinadas à produção de materiais nanoestruturados (deformação plástica severa) e caracterização estrutural (por difração de raios X) dos materiais nanoestruturados. A estabilidade térmica dos materiais nanoestruturados é também objeto de trabalhos laboratoriais (análise térmica).***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

The purpose of this CU is to provide the students with an integrated perspective of the nanoscale microstructural peculiarities, and of their relationship with the mechanical behavior.

On this stage, the basic notions of mechanical behavior and of plastic deformation mechanisms are introduced. Afterwards, the main nanostructuring processes are approached, especially focusing on the ones involving deformation processes, namely the severe plastic deformation.

Next, the main deformation mechanisms for nanostructured materials are presented.

The practical classes focus on characterization techniques of general mechanical properties, processing techniques meant for the production of nanostructured materials (severe plastic deformation), and structural characterization (X-ray diffraction) of the nanostructured materials. The thermal stability of the nanostructured materials is also subject of laboratorial practice (thermal analysis).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da disciplina reparte-se por aulas

- teóricas, para apresentação de conceitos básicos,
- práticas laboratoriais (processamento, ensaios mecânicos e caracterização estrutural)
- teórico-práticas, para resolução de problemas e tratamento de resultados laboratoriais.

Testes (dois), exames, relatórios de aulas práticas.

A nota final (NF) é obtida da seguinte forma:

- para a situação de avaliação contínua
 $NF = 0,30 \cdot T1 + 0,30 \cdot T2 + 0,20 \cdot R1 + 0,20 \cdot R2$,
- para o caso de aprovação em exame final

$$NF = 0,60 \cdot NE + 0,40 \cdot NR,$$

em que

T1 e T2 são as notas dos testes (avaliação contínua)

R1 e R2 são as notas dos relatórios

NE é a nota do Exame Final,

NR é a média das notas dos relatórios.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching comprises

- theoretical sessions, where basic concepts are presented,
- practical sessions in laboratory (processing, mechanical testing and characterization techniques),
- theoretical-practical sessions for numerical resolution of problems and data processing from experiments in lab sessions.

The final grade (NF) is obtained as follows:

- for the situation of continuous assessment

$$NF = 0.30 \cdot T1 + 0.30 \cdot T2 + 0.20 \cdot R1 + 0.20 \cdot R2,$$

- in case of passing a final exam

$$NF = 0.60 \cdot NE + 0.40 \cdot NR,$$

on what

T1 and T2 are the test scores (continuous assessment)

R1 and R2 are the notes of the reports

NE is the grade of the Final Exam,

NR is the average of the report grades.

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

O objetivo desta UC é o de proporcionar aos alunos uma visão integrada das singularidades microestruturais à nanoescala e da sua relação com o comportamento mecânico.

Numa primeira parte são introduzidas noções básicas de comportamento mecânico e de mecanismos de deformação plástica. Em seguida é feita uma abordagem dos principais processos de nanoestruturação, sendo dada especial atenção aos que envolvem processos de deformação, nomeadamente a deformação plástica severa.

Em seguida são apresentados os principais mecanismos de deformação em materiais nanoestruturados.

As aulas práticas incidem sobre técnicas de caracterização de propriedades mecânicas em geral, técnicas de processamento destinadas à produção de materiais nanoestruturados (deformação plástica severa) e caracterização estrutural (por difração de raios X) dos materiais nanoestruturados. A estabilidade térmica dos materiais nanoestruturados é também objeto de trabalhos laboratoriais (análise térmica).

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

The purpose of this CU is to provide the students with an integrated perspective of the nanoscale microstructural peculiarities, and of their relationship with the mechanical behavior.

On this stage, the basic notions of mechanical behavior and of plastic deformation mechanisms are introduced. Afterwards, the main nanostructuring processes are approached, especially focusing on the ones involving deformation processes, namely the severe plastic deformation.

Next, the main deformation mechanisms for nanostructured materials are presented.

The practical classes focus on characterization techniques of general mechanical properties, processing techniques meant for the production of nanostructured materials (severe plastic deformation), and structural characterization (X-ray diffraction) of the nanostructured materials. The thermal stability of the nanostructured materials is also subject of laboratorial practice (thermal analysis).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*K.T. Ramesh, "Nanomaterials: Mechanics and Mechanisms", Springer, 2009;
George E. Dieter, "Mechanical Metallurgy", McGraw-Hill-International Student, Editions, 1982;
M. F. Ashby & D. R. H. Jones, "Engineering Materials, An Introduction to their Properties and Applications", Int. Series on Mater. Sci. & Technol., vol. 34, Pergamon Press, 1980.*

Mapa IV - Fotónica em Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fotónica em Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Photonics for Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

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):

Manuel João Mendes - TP:20

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

Hugo Manuel Brito Águas - TP:20

Rodrigo Ferrão de Paiva Martins - TP:16

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

A disciplina de Fotonica em Materiais tem como objetivo ensinar os conceitos básicos do ramo de física aplicada relacionados com a interação luz-matéria. Pretende-se introduzir aos alunos as áreas de óptica de ondas, mecânica quântica e física do estado sólido, para que ganhem bases conceptuais sólidas nestes domínios que poderão depois ser aprofundadas em disciplinas lecionadas posteriormente.

A disciplina terá um forte carácter aplicado, pelo que todos os temas tratados serão enquadrados no contexto da investigação e desenvolvimento tecnológico atual. O seminário sobre simulação numérica e a prática laboratorial contribuíram bastante neste aspeto, dado que permitirão aos alunos acompanhar uma experiência real de nanofotónica e seguir os passos de desenho, fabrico, caracterização e interpretação dos resultados.

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

The aim of the Photonics in Materials discipline is to teach the basic concepts of applied physics and materials science related with light-matter interaction. The discipline introduces the students to the areas of wave optics, quantum mechanics and solid state physics, so that they gain fundamental knowledge in such domains which will later be developed in subsequent disciplines in the next years of their degree.

The discipline has a strong practical character, since the topics lectured in the classes are presented in the context of current research and technological development in related scientific fields. For instance, the lesson on numerical simulation and the laboratory work highly contribute in that respect, as they allow the students to follow a real R&D experiment in nano-photonics and execute the inherent steps of design, fabrication, characterization and results interpretation.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A disciplina é composta por 6 módulos principais:

- 1) Introdução - Apresentação. Visão histórica.*
- 2) Óptica Aplicada - Osciladores e Ondas Mecânicas. Natureza electromagnética e ondulatória da luz. Ótica Clássica. Absorção e Dispersão de luz.*
- 3) Mecânica Quântica - Modelo de Planck-Einstein. Dualidade onda-partícula. Modelo de Schrödinger.*
- 4) Física do Estado Sólido - Metais e Semicondutores. Estrutura de bandas eletrónica.*
- 5) Tópicos de I&D - XPS, Plasmonica, SERS, Fotónica para Fotovoltaico. Simulação eletromagnética.*
- 6) Laboratório - Estruturas de aprisionamento de luz para células solares.*

4.4.5. Syllabus:

The discipline is composed by 6 main modules:

- 1) Introduction - Presentation. Historical vision.*
- 2) Applied Optics - Mechanical Oscillators and Waves. Electromagnetic and Wave nature of Light. Classical Optics. Absorption and Scattering of light.*
- 3) Quantum Mechanics - Planck-Einstein model. Wave-particle Duality. Schrödinger model.*
- 4) Solid State Physics - Metals and Semiconductors. Electronic band structure.*
- 5) R&D Topics - XPS, Plasmonics, SERS. Photonics for Photovoltaics. Electromagnetic modelling.*
- 6) Laboratory - Light trapping structures for solar cells.*

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

A disciplina vai de encontro à importante necessidade de oferecer, na primeira parte do curso, uma primeira familiarização com conceitos avançados tais como mecânica quântica, optoeletrónica, ou outros; dando assim aos alunos uma preparação adequada e motivando o seu interesse em tais tópicos, que depois aprofundarão em próximas disciplinas dos anos seguintes.

Apesar do material único ensinado em "Fotónica em Materiais" em tópicos relacionados com interação luz-matéria, esta é uma disciplina de interface ensinada no 4.º semestre do curso, oferecendo uma preparação sólida (mas de forma fácil de compreender) para muitas UC posteriores no DCM, tais como: Mecânica Quântica e Materiais Semicondutores, Eletrónica e Microeletrónica, Materiais para Conversão e Conservação de Energia e Optoeletrónica, entre outros.

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

The discipline meets the important need of offering, in the first 1-2 years of bachelor, an initial familiarization with advanced topics such as quantum mechanics, opto-electronics, or others; granting the students the required preparation and fostering their interest in the subjects, which they can further develop in subsequent courses in the following years.

Despite the unique material taught in Photonics in Materials in topics related with light-matter interaction, this is an innovative "interfacial" discipline taught in the 4th semester of the undergraduate degree, offering the needed solid preparation (yet with an easy-to-understand method) for many subsequent courses in DCM, such as: Quantum Mechanics & Semiconductor Materials, Electronics & Microelectronics, Materials for Energy Conversion & Storage, Opto-Electronics, among others

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina de Fotónica em Materiais tem como objetivo ensinar os conceitos básicos do ramo de física aplicada relacionados com a interação luz-matéria. Pretende-se introduzir aos alunos as áreas de óptica de ondas, mecânica quântica e física do estado sólido, para que ganhem bases conceptuais sólidas nestes domínios que poderão depois ser aprofundadas em disciplinas lecionadas posteriormente.

A disciplina terá um forte carácter aplicado, pelo que todos os temas tratados serão enquadrados no contexto da investigação e desenvolvimento tecnológico atual. O seminário sobre simulação numérica e a prática laboratorial contribuíram bastante neste aspeto, dado que permitiram aos alunos acompanhar uma experiência real de nanofotónica e executar os passos de desenho, fabrico, caracterização e interpretação dos resultados.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The discipline is chiefly composed of theoretical-practical lessons, giving emphasis on a regular engagement of the students via oral discussion and problem solving. The lessons are presented in power-point slides containing comprehensive text and eye-catching images, in accordance with the material transmitted orally by the tutor, as well as several exercises presented after each topic for the students to solve in class. Each exercise is solved in the blackboard by a different volunteer student, under the guidance of the tutor. The discipline motivates the continuous participation of all the students in the exercise solving activities, as well as oral discussion during the lectures, by assigning a classification to their class participation performance which can benefit their final grade.

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

Atualmente grande parte dos estudantes de engenharia encontra dificuldades de desempenho em disciplinas avançadas, principalmente devido à falta de conhecimentos introdutórios em certos tópicos mais complexos ensinados na universidade. Por exemplo, a compreensão clara de disciplinas como a mecânica quântica requer um considerado nível de preparação preliminar, não só devido à complexidade dos conceitos mas também porque difere bastante do material que os estudantes têm aprendido anteriormente. Por esse motivo, é importante implementar nos primeiros 2 anos do bacharelato certas disciplinas "interfaciais" que possam oferecer uma familiarização inicial a tópicos mais avançados tais como mecânica quântica, opto-eletrônica, e muitos outros; fornecendo aos alunos a necessária preparação e motivando o seu interesse nesses assuntos, que depois desenvolverão em próximas disciplinas de anos seguintes.

Apesar do material inovador (e único) ensinado em Fotónica em Materiais, relacionado com a interação luz-matéria, esta pode ser considerada uma disciplina interfacial ensinada no 4.º semestre, oferecendo aos alunos a preparação sólida que eles precisam (com métodos de fácil compreensão) para muitas das disciplinas seguintes no DCM como: Mecânica Quântica e Materiais Semicondutores (5.º semestre), Eletrónica e Microeletrónica, Materiais para Conversão e Conservação da Energia, Optoeletrónica, entre outras, de 2.º ciclo.

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

Students in top engineering degrees worldwide encounter difficulties in performing well in certain disciplines mainly due to the lack of background for the new and demanding subjects that they are taught in university. For instance, the proper understanding of a subject like quantum mechanics requires an extensive level of previous preparation, not only due to its conceptual complexity but also because it is quite different from any material that the students were presented before. In view of this, it is important to implement in the first 1-2 years of the bachelor level certain "interfacial" disciplines that can offer an initial familiarization towards advanced topics such as quantum mechanics, opto-electronics, or many others, granting the students the required preparation and fostering their interest in the subjects, which then they can further develop in subsequent courses in the following years.

Despite the unique material taught in Photonics in Materials in topics related with light-matter interaction, this can be considered an innovative "interfacial" discipline taught in the 4th semester of the undergraduate degree of Micro & Nanotechnologies, offering the needed solid preparation (yet with an easy-to-understand method) for many subsequent courses in DCM such as: Quantum Mechanics and Semiconductor Materials in 5th semester, Electronics and Microelectronics, Materials for Energy Conversion and Storage, Optoelectronics, among others.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Physics for Scientists and Engineers – by P. M. Fishbane, S. Gasiorowicz, S. T. Thornton. Prentice Hall, 1996
Physics for Scientists and Engineers, with Modern Physics – by R. A. Serway & J. W. Jewett. Brooks/Cole, Boston USA, 2014
Absorption and Scattering of Light by Small Particles – by C. F. Bohren & D. R. Huffman. John Wiley & Sons, 1983
Óptica – de Eugene Hecht. Fundação Calouste Gulbenkian, 2002*

Adicional:

Introduction to Solid State Physics – by C. Kittel. Wiley, 2004

Handbook of Photovoltaic Science and Engineering – by A. Luque & S. Hegedus. Wiley, 2010

Mapa IV - Materiais Poliméricos I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Materiais Poliméricos I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Polymeric Materials I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CMt

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:42; 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 (Regente) - TP:10.5; PL:21; OT:3

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

Maria Teresa Varanda Cidade - TP:10.5; PL:21; OT:3

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

Os objetivos fundamentais desta unidade curricular são: introduzir os conceitos teóricos, práticos e laboratoriais necessários que permitam compreender os mecanismos de formação de uma cadeia polimérica a partir de diferentes tipos de reações de polimerização; Ensinar como, em geral, se pode obter experimentalmente um polímero, proceder à sua hidrólise, purificação e caracterização quantitativa das estruturas moleculares de materiais poliméricos. Por outro lado, esta unidade Curricular visa a compreensão das relações entre a estrutura molecular e as propriedades macroscópicas dos Materiais Poliméricos, assim como o estudo das suas principais propriedades físicas. Procura-se desenvolver nos alunos a capacidade de aplicar os seus conhecimentos básicos de físico-química no estudo das principais teorias que descrevem o comportamento dos polímeros, assim como aplicar conhecimentos de Matemática na resolução de problemas concretos que envolvem as aplicações dos materiais poliméricos.

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

The main goals of this curricular unit are: to introduce the theoretical, practical and laboratory concepts necessary to understand the mechanisms of formation of a polymer chain from different types of polymerization reactions; To teach how, in general, a polymer can be obtained experimentally, to hydrolyse, purify and quantitatively characterize the molecular structures of polymeric materials. On the other hand, this curricular unit aims at understanding the relations between the molecular structure and the macroscopic properties of the Polymeric Materials, as well as the study of its main physical properties. The aim is to develop in students the ability to apply their basic physics-chemistry knowledge in the study of the main theories that describe the behavior of the polymers, as well as to apply mathematical knowledge in solving concrete problems that involve the applications of polymeric materials.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos polímeros: definição de polímero, estrutura de polímeros. Distribuição de massas moleculares. Polímeros termoplásticos, termoendurecíveis e elastómeros. Exemplos e nomenclatura. Determinação da massa molecular média por osmometria e outras propriedades coligativas. Determinação da massa molecular média viscosimétrica. Síntese de polímeros: reações de policondensação, reações de polimerização em cadeia, reações de copolimerização, reações de modificação de polímeros. Caracterização térmica, morfológica e ótica de polímeros. Termodinâmica das soluções poliméricas. Teoria de Flory-Huggins. Soluções poliméricas diluídas. Teoria de Flory-Krigbaum. Solubilidade de polímeros.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to polymers: definition of polymer, structure of polymers. Distribution of molecular masses. Thermoplastic, thermosetting polymers and elastomers. Examples and nomenclature. Determination of the average molecular mass by osmometry and other colligative properties. Determination of the viscosimetric average molecular mass. Synthesis of polymers: polycondensation reactions, polymerization reactions, copolymerization reactions, polymer modification reactions. Thermal, morphological and optical characterization of polymers. Thermodynamics of polymer solutions. Theory of Flory-Huggins. Diluted polymer solutions. Theory of Flory-Krigbaum. Solubility of polymers.

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

A abordagem adoptada pretende dar ao aluno uma visão sobre os materiais poliméricos como materiais presentes no dia-a-dia mas também como materiais do futuro em termos de aplicações tecnológicas. De modo a conseguir estes objetivos começa-se por abordar conceitos fundamentais sobre a estrutura polimérica e nomenclatura. Nos capítulos seguintes pretende-se situar os alunos no modo de obtenção dos materiais poliméricos pelo que serão estudadas as principais reações de polimerização. Serão depois dadas as principais e usuais técnicas de caracterização de materiais poliméricos e uma visão sobre o tipo de polímeros mais utilizados atualmente na indústria. Os conteúdos programáticos apresentados visam dar aos alunos os conhecimentos necessários sobre a estrutura, síntese e principais técnicas de caracterização de polímeros que conduzam à sua integração no mercado de trabalho, seja este a indústria ou o meio académico.

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

The approach adopted in this course aims to give students an insight into the polymeric materials field which are a class of materials that coexists with us in our day life and is also a material for the future in terms of technological applications. In order to achieve these objectives fundamental concepts about the polymer structure and nomenclature are addressed. In the following chapters is intended to give students the general principles of the main polymerization reactions. Then it will be given the main and usual techniques of characterization of polymeric materials and an overview of the type of polymers used in the industry today. The syllabus presented aim to give students the necessary knowledge of the structure, synthesis and characterization techniques of polymer leading to their integration into the labor market, be it in industry or academia.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A frequência das aulas teóricas é facultativa. A componente laboratorial e aulas práticas são consideradas obrigatórias para obter frequência. A exposição da matéria nas aulas teóricas é feita utilizando, quadro negro, animações, figuras e esquemas em "data-show", e modelos moleculares. O material suporte apresentado em "data-show" será posto à disposição dos alunos. Serão realizados 4 trabalhos de laboratório. A classificação final (NF) é calculada a partir de $NF = (T1 + T2 + NL) / 3$ ou

$NF = (2E + NL) / 3$, T1 e T2 representam as notas obtidas no 1.º e 2.º testes, respetivamente, E a nota obtida num dos dois exames finais e ou recurso, e NL a nota de laboratório. O aluno obtém aprovação na disciplina se: frequência NL; T1, T2 e E superiores ou iguais a 8 valores; valor NF superior ou igual a 10 valores.

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):

The frequency of theoretical lectures is optional. Laboratory classes are considered mandatory. The theoretical part of the course in the classroom is done by using, blackboard, animations, pictures and diagrams in "data show", illustrated by the use of molecular models, representing different types of polymer molecular structures, and examples of polymer samples and prototypes. The support material presented in "data-show" will be made available to students. There will be 4 lab work; There will be 4 lab work related to polymerization reactions, characterization and application of polymers. The final grade (NF) is calculated from $NF = (T1 + T2 + NL) / 3$ or $NF = (2E + NL) / 3$, T1 and T2 represent the marks obtained in the 1st and 2nd tests, respectively, E is the grade obtained in one of two final exams and / or appeal, and the NL lab grade. The student gets approval to the discipline if: NL frequency, T1, T2 and E or above, 8 points; NF value greater than or equal to 10.

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

Esta unidade curricular tem objetivos pedagógicos definidos que pretendem transmitir ao aluno um conjunto integrado de informação que se pensa útil, tanto para a aquisição de conhecimentos adicionais sobre materiais poliméricos, como para promover a procura de conhecimentos sobre o modo de utilizar os polímeros em novas aplicações. Pretende-se estimular a capacidade de resolver problemas de índole teórica, usando as ferramentas de cálculo necessárias, e de índole prática, laboratorial, sabendo lidar com os polímeros e com as reações químicas que envolvem a sua síntese. Pretende-se que o aluno seja crítico em relação à informação que lhe é fornecida e crie o hábito de exprimir a sua opinião e de a confrontar com a de outros.

O objetivo científico central é o de dar as bases e alargar o conhecimento dos alunos na área dos materiais poliméricos pela aquisição do saber das principais reações de polimerização, estrutura polimérica, principais técnicas de caracterização de polímeros e de transmitir uma visão sobre os materiais poliméricos como materiais do futuro que poderão ser modificados de modo a serem utilizados em novas aplicações tecnológicas.

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

This course has defined learning objectives that are intended to convey to the student an integrated set of information believed to be useful, both for the acquisition of additional knowledge about polymeric materials and to promote the pursuit of knowledge on how to use polymers in new applications. We intend to stimulate the ability to solve problems of theoretical nature, using the calculation tools needed and practical in nature, laboratory and know how to deal with the polymers and chemical reactions involving the synthesis. It is intended that the student is critical in relation to information supplied to him and make a habit of expressing his opinion and to confront the other.

The central scientific objective of this course is to provide the basis and extend students' knowledge in the field of polymeric materials in order to provide the acquisition of knowledge of the main polymerization reactions mechanisms, polymer structure and characterization techniques and impart a vision of polymers as materials of the future that could be modified to be used in new technological applications.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Chimie Macromoléculaire", G. Champetier, vol.I, Hermann, Paris, 1970.

"Organic Chemistry of Synthetic High Polymers", R.W. Lenz, Interscience, London, 1967.

"Laboratory Preparation for Macromolecular Chemistry", E.M. Macaffery, McGraw-Hill, New York, 1970.

"The Chemistry of Polymers", J.W. Nicholson, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1991.

"Advanced Polymer Chemistry", M. Chanda, Marcel Dekker, New York, 2000.

"Polymer Chemistry", P.C. Hiemenz, T.P. Lodge, CRC Press, Taylor & Francis, London, 2007.

Mapa IV - Bioquímica Geral B

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Bioquímica Geral B

4.4.1.1. Title of curricular unit:

General Biochemistry B

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:15; PL:12

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):***José Luís Capelo Martínez - T:28; TP:15; PL:12***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 os alunos deverão:*

- Conhecer as diferentes classes de macromoléculas: as suas propriedades e funções;
- Compreender os diferentes níveis de organização estrutural das proteínas;
- Conhecer os métodos básicos de purificação e análise de proteínas;
- Compreender a relação estrutura-função, exemplificada pelo transporte de O₂ pela hemoglobina (e mioglobina);
- Determinar os parâmetros cinéticos de enzimas Micaelianas. Estudar o efeito de inibidores, da temperatura e do pH;
- Conhecer as estruturas dos hidratos de carbono simples e complexos;
- Saber a estrutura dos ácidos nucleicos e as suas propriedades físico-químicas;
- Entender o fluxo da informação genética;
- Saber as estruturas dos lípidos e das membranas biológicas; e reconhecer os diferentes tipos de transporte biológico de solutos;
- Dominar o caminho central do metabolismo: a bioenergética e a sua regulação (glicólise e gluconeogénese, o ciclo do ácido cítrico, a cadeia respiratória e a síntese de ATP).

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

- Know the different classes of macromolecules: their properties and functions;
- Understand the structure of proteins;
- Know the basics of protein purification methods;
- Understand the structure-function relationship - transport of O₂ by hemoglobin (and myoglobin);
- Understand enzyme kinetics;
- Know the structures and function of carbohydrates (simple and complex);
- Understand the structure of nucleic acids; their physico-chemical properties and the biological information flow (from gene to protein);
- Know the central pathway of metabolism: bioenergetics and regulation (glycolysis and gluconeogenesis, citric acid cycle, respiratory chain and ATP synthesis).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Bioquímica
2. Propriedades dos aminoácidos, péptidos e proteínas
3. Relação estrutura- função: transporte de O₂ e CO₂
4. Enzimas
5. Hidratos de carbono
6. Ácidos nucleicos: estrutura e função
7. Fluxo de informação genética.
8. Bioenergética
9. Metabolismo

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction to Biochemistry
2. Properties of amino acids, peptides and proteins
3. Structure-function relationship in biomolecules: transport of O₂ and CO₂
4. Enzymes
5. Carbohydrates
6. Nucleic acids: structure and function
7. Genetic Information Flow
8. Bioenergetics
9. Metabolism

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

O conteúdo programático está em consonância com os objetivos da unidade curricular, abordando um conjunto de temas da Bioquímica moderna. Pretende-se transmitir os conceitos fundamentais em Bioquímica, destacando o papel biológico das principais macromoléculas, a relação estrutura-função e as vias metabólicas centrais, procurando transmitir ao aluno conhecimentos sólidos e complementares nesta área.

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

The syllabus is in line with the objectives of the course, addressing a set of themes of modern biochemistry. It is intended to convey the fundamental concepts in Biochemistry, addressing the biological role of the main macromolecules, their structure-function relationship and the central metabolic pathways, seeking to endow students with a solid and complementary knowledge in this area.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC engloba aulas teóricas, teórico-práticas e práticas.

As aulas teóricas são lecionadas com recurso a "data-show" e acompanhadas de bibliografia complementar disponibilizada previamente na página da disciplina, no CLIP. Na aula de apresentação é disponibilizada toda a informação sobre o modo de funcionamento, discutidas e estabelecidas as regras de avaliação da UC.

Nas aulas teórico-práticas são resolvidos problemas de aplicação, pondo em prática os conceitos teóricos adquiridos ao longo das diferentes aulas.

Nas aulas práticas os estudantes realizam trabalho experimental seguindo protocolos experimentais previamente disponibilizados. Os estudantes têm que, obrigatoriamente, realizar todas as sessões práticas de laboratório.

A avaliação contínua da UC consiste na execução de três testes teóricos, que incluem questões relativas aos trabalhos práticos efetuados no laboratório.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit encompasses lectures, problem-solving and laboratory classes.

Lectures are taught using a "data-show" and accompanied by supplementary bibliography previously available on the page of the UC, via CLIP. In the presentation lecture, all the information about the course will be available and the evaluation scheme will be presented and discussed.

In problem-solving classes problems are solved, demonstrating theoretical concepts acquired throughout the different classes.

In laboratory classes, students will perform experimental work using protocols previously distributed. Laboratory classes are compulsory.

Continuous assessment of the course consists on the execution of three theoretical tests, including questions related to experimental work carried out in laboratory classes.

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

A metodologia de ensino é coerente com os objetivos da unidade curricular:

- *Nas aulas teóricas são lecionados os princípios teóricos de cada matéria;*
- *Nas aulas teórico-práticas são resolvidos problemas que integram a análise e interpretação de resultados experimentais;*
- *Nas aulas práticas os alunos aplicam técnicas bioquímicas para: i) determinar as propriedades ácido-base dos aminoácidos; ii) purificar proteínas; iii) observar as diferentes formas da hemoglobina; iv) quantificar proteínas; e v) estudar o comportamento cinético de uma enzima na presença e ausência de inibidor. Pretende-se assim que os alunos melhorem a vertente experimental, em particular na análise e interpretação de resultados.*

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

The teaching methodology is consistent with the objectives of the course:

- *In lectures the theoretical, principles of each subject is taught;*
- *In problem-solving classes, problems that integrate the analysis/mathematical modeling and interpretation of experimental results are solved;*
- *In laboratory classes students apply biochemical techniques to: i) determine the acid-base properties of amino acids; ii) purify proteins; iii) observe the different forms of hemoglobin; iv) quantify proteins; and v) study the kinetic behavior of an enzyme in the presence and absence of inhibitor. The aim is to improve the experimental skills of students, in particular the analysis and interpretation of results.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *Color Atlas of Biochemistry J. Koolman. Second edition. Ed. Thieme Stuttgart. 2005.*
2. *Medical biochemistry. John Baynes. 5th edition. Ed. Elsevier. 2018.*

Mapa IV - Programação para Ciência e Engenharia de Dados**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Programação para Ciência e Engenharia de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Programming for Data Science and Engineering

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):***Nuno Preguiça - T:28; PL:28***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):***No final desta UC o estudante de ciências e engenharia a nível de primeiro ciclo terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- Compreender e ser capaz de desenvolver as atividades de tratamento e transformação dos dados experimentais ou de sensores para posterior análise exploratória de dados.
- Compreender o modelo relacional e ser capaz de exprimir interrogações usando os operadores relacionais para obter dados de uma base de dados relacional.
- Compreender os desafios associados ao processamento de grandes quantidade de dados
- Perceber o papel da interação e conhecer as principais técnicas de interação
- Ser capaz de estruturar um programa não trivial em funções, classes e módulos
- Ser capaz de exprimir computações usando um modelo imperativo ou operadores funcionais.
- Conhecer e ser capaz de exprimir computações sobre dados complexos e espaço-temporais.
- Conhecer e saber escolher as visualizações de dados mais adequadas aos dados e às análises pretendidas.

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

- Understand and be able to develop the activities of processing and transforming experimental data or sensors for further exploratory data analysis.
- Understand the relational model and be able to express questions using relational operators to obtain data from a relational database.
- Understand the challenges associated with processing large amounts of data.
- Understand the role of interaction and know the main techniques of interaction.
- Be able to structure a non-trivial program into functions, classes and modules.
- Be able to express computations using an imperative model or functional operators.
- Know and be able to express computations about complex and spatio-temporal data.
- Know and know how to choose the data visualizations that are most appropriate to the data and analyzes required.

4.4.5. Conteúdos programáticos:*1.Introdução à Programação para Análise de Dados**a)Ciência de Dados**b)Metodologia CRISP**2.Estruturação e organização de Software**a)Módulos, Classes e utilização de APIs**b)Modelo de processamento funcional de dados (operadores map, flatmap, reduce, etc.)**c)Modelos de deployment de programas (e.g. bibliotecas, programas independentes, Jupyter Notebooks)**3.Acesso, consulta e tratamento de dados**a)Dados espaço-temporais e complexos. Formas de acesso a conjuntos de dados**b)Linguagem de interrogação de dados relacionais: SQL. Projecções, selecções, junções e agregações.**c)Tratamento e transformação de séries e dados tabulares.**4.Visualização**a>Fundamentos da visualização interactiva de dados**b)Principais instrumentos de visualização de dados para análise exploratória de dados**c)Uso de bibliotecas python para visualização de dados e desenho de pequenos painéis interactivos**5.Escalabilidade e serviços na Cloud**a)Desafios e aproximações**b)Framework de computação paralela (e.g. Spark)***4.4.5. Syllabus:***1. Introduction to Programming for Data Analysis.**a) Data Science b). CRISP Methodology**2. Software structuring and organization.**a) Modules, Classes, and API Usage*

- b) *Functional data processing (map, flatmap, reduce, etc. operators).*
- c) *Program deployment models (e.g. libraries, Jupyter Notebooks)*
- 3. *Data processing and querying.*
 - a) *Spatio-temporal and complex data. Methods for data access.*
 - b) *Relational Data Interrogation Language: SQL. Projections, selections, joins and aggregations.*
 - c) *Manipulation of data series and tabular data.*
- 4. *Data Visualization.*
 - a) *Fundamentals of interactive data visualization*
 - b) *Main data visualization tools for exploratory data analysis*
 - c) *Using python libraries for data visualization and small interactive dashboard design.*
- 5. *Scalability and Cloud Services.*
 - a) *Challenges and approaches*
 - b) *Parallel computing frameworks (e.g. Spark)*

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

O principal objetivo da UC é fornecer ao estudante os conhecimentos e competências necessárias para desenvolver programas que lhe permitam efetuar processamento de dados, como requerido pelas ciências e engenharias. Após a introdução, os conteúdos programáticos focam-se em quatro temas complementares. O primeiro, aborda tópicos de estruturação e organização de software, os quais são fundamentais para ser capaz de desenvolver programas não triviais. O segundo, aborda a problemática do acesso, consulta e tratamento de dados. Estes tópicos fornecem os conhecimentos e competências para aceder a dados, tratá-los e exprimir computações sobre os dados. O terceiro tema aborda a problemática da visualização, fornecendo os conhecimento necessário para selecionar a visualização apropriada aos diferentes problemas. O último tema aborda a problemática do processamento de grandes quantidades de dados, fornecendo os conhecimentos base para lidar com o problema.

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

The main objective of the course is to provide science and engineering students the knowledge and skills necessary to develop programs that enable him / her to perform data processing, using a pedagogical translational approach adequate to the target population. After the introduction, the syllabus focuses on four complementary themes. The first deals with software architecture topics, fundamental for developing nontrivial software systems. The second deals with the problem of access, querying and data processing. These topics provide knowledge and skills to access data, process it, and express computations about the data. The third theme addresses the visualization issues, providing the knowledge necessary to select the visualization techniques appropriate to different scenarios. The last theme addresses the problem of processing large amounts of data, providing the basic knowledge to understand key big data issues.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular será suportada em aulas teóricas onde serão enquadrados os tópicos principais a serem abordados. O ensino teórico recorrerá a muitos exemplos de datasets existentes para ilustrar problemas típicos encontrados quando se tem que lidar com dados reais. Serão fornecidas as boas práticas, soluções e metodologias informáticas para atacar estes problemas. As aulas práticas serão fundamentalmente baseadas na linguagem e ecossistema Python para a análise e visualização de dados, uma das soluções mais utilizadas pela academia e indústria. O ambiente Python será integrado com um conjunto de ferramentas e serviços externos, ilustrando um ambiente real de processamento e tratamento de dados. Avaliação baseada em trabalho prático (50%) e em 2 testes (cada 25%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit will be supported in theoretical classes where the main topics to be covered will be framed. Theoretical teaching will use many examples of existing datasets to illustrate typical problems encountered when dealing with real data. Good IT practices, solutions and methodologies will be provided to tackle these problems. The practical classes will be fundamentally based on the Python language and ecosystem for data analysis and visualization, one of the most used solutions by academia and industry. The Python environment will be integrated with a set of external tools and services, illustrating a real data processing and processing environment. Assessment is based on practical work (50%) and 2 tests (each 25%).

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

As aulas teóricas introduzem os problemas, conceitos e técnicas abordados na UC. As aulas práticas e os trabalhos são usados para colocar em prática estes conhecimentos na resolução de problemas, utilizando linguagens e ferramentas atuais. A combinação das aulas teóricas com as aulas práticas é fundamental para a consolidação dos conhecimentos e aptidões através da prática, com a utilização de exemplos com dados reais variados.

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

Theoretical classes introduce the problems, concepts and techniques covered in the UC. Practical classes and assignments are used to put this knowledge into practice in problem solving, using current languages and tools. The combination of theoretical and practical classes is fundamental for the consolidation of knowledge and skills through practice, using examples with varied real data.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Database System Concepts, 7th Edition (essencialmente capítulos 2,3 e 4) Abraham Silberschatz, Henry F. Korth and S. Sudarshan McGraw Hill, 2019
Anand Balachandran Pillai, Software Architecture with Python, Packt Publishing, 2017.
Interactive Data Visualization: Foundations, Techniques, and Applications, Second Edition. Matthew O. Ward, Georges Grinstein, Daniel Keim, 2015, ISBN 9781482257373
Moreira, João, Andre Carvalho, and Tomás Horvath. A General Introduction to Data Analytics. John Wiley & Sons, 2018.

Mapa IV - Químio-informática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Químio-informática

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemoinformatics

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:

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):

João Montargil Aires de Sousa - 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 permitam:

- 1. Aplicar as principais estratégias para representação computacional de estruturas moleculares e reações químicas.*
- 2. Representar aspetos específicos da estrutura molecular por descritores moleculares.*
- 3. Utilizar técnicas de aprendizagem automática.*
- 4. Aplicar a metodologia QSAR/QSPR – relações quantitativas estrutura-atividade e estrutura-propriedade.*
- 5. Aceder à literatura de Químio-informática.*

Competências transversais:

- Multidisciplinaridade (ex. em estudos de QSAR).*
- Competências transferíveis de TI.*
- Competências para trabalhar numa equipa.*

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

By the end of the course, students will be able to

- 1. Apply the main strategies to represent molecular structures and chemical reactions.*
- 2. Represent specific aspects of molecular structure by molecular descriptors.*
- 3. Apply machine learning techniques.*
- 4. Apply the QSAR/QSPR methodology.*
- 5. Access the Chemoinformatics literature.*

Soft skills:

- Multidisciplinary skills, e.g. in QSAR studies.*
- Transferable competences in IT.*
- Team skills.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Representação de estruturas moleculares: notações lineares, grafos moleculares, tabela de conectividade, chaves estruturais, hashed fingerprints e hash codes.*
2. *Representação de reações químicas.*
3. *Descritores moleculares.*
4. *Métodos para previsão de propriedades (QSPR/QSAR): regressões lineares, árvores de decisão e redes neuronais.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Representation of molecular structures: linear notations, molecular graphs, connectivity tables, structural keys, hashed fingerprints and hash codes.*
2. *Representation of chemical reactions.*
3. *Molecular descriptors.*
4. *Data analysis and property prediction (QSPR/QSAR): multilinear regressions, decision trees and neural networks.*

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

Os capítulos 1 e 2 cobrem os objetivos de aprender as principais estratégias para a representação computacional de estruturas moleculares e reações químicas.

O capítulo 3 cobre o objetivo de aprender a representar aspetos específicos da estrutura molecular por descritores moleculares.

O capítulo 4 cobre os objetivos de aprender a utilizar técnicas de aprendizagem automática para a metodologia QSAR/QSPR – relações quantitativas estrutura-atividade e estrutura-propriedade.

Nos vários capítulos os alunos são expostos a problemas de interpretação de artigos científicos, com que são treinados no acesso à literatura da especialidade.

O carácter computacional da maioria das atividade de aplicação, com a utilização necessária de variado software, visa também o desenvolvimento de competências de TI.

A utilização da metodologia pedagógica Team-Based Learning desenvolve capacidades de trabalho em equipa.

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

Modules 1-2 cover the learning outcomes related to the representation of molecular structures and chemical reactions.

Module 3 covers the learning outcomes related to the representation of specific aspects of molecular structure by molecular descriptors.

Module 4 covers the learning outcomes related to the application of machine learning techniques and the QSAR/QSPR methodology.

The whole course is permeated by activities in which students are required to interpret scientific articles, being trained in the access to the Chemoinformatics literature.

The computational nature of most activities also aims at developing IT skills.

The use of Team-Based Learning as the pedagogical method develops team work skills.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina utiliza a metodologia de Aprendizagem Baseada em Equipas (Team-Based Learning, TBL, <http://www.teambasedlearning.org>).

O curso é organizado em 4 blocos de matéria. Antes de cada bloco, o professor indica aos alunos a matéria a estudar.

Antes da primeira aula de um bloco, cada aluno resolve individualmente um Teste para Garantir a Preparação (TGPI).

As aulas de um bloco começam com a resolução em equipa do mesmo teste – TGPe. Após o TGPe, o Professor faz uma “mini aula teórica”.

Nas outras aulas do bloco, as equipas realizam tarefas de aplicação.

Avaliação:

Atividades das aulas (60%) e teste/exame (40%).

Notas mínimas: 8 valores de aulas e 10 valores no teste/exame.

Atividades das aulas=média TGPI (50%) e resultados da equipa (25% TGPs, 75% atividades de aplicação). Ajuste com avaliação dos colegas.

A nota TP (teste ou exame) pode ser melhorada nas épocas definidas pela Faculdade.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course uses Team-Based Learning, TBL, <http://www.teambasedlearning.org>.

The unit is organised in 4 modules. Before each module, students are provided with the learning material. Before the first class of each module, each student must answer an individual test (Readiness Assurance Test). The same test is answered by teams in class, followed by a mini-lecture.

In the other classes of the module, teams are challenged with application activities.

Evaluation:

Class evaluation: 60%, Final test/exam: 40%

Minimum marks: 8/20 in class, 10/20 in final test/exam.

Mark for class activities=average of individual TGPI tests (50%) and team results (25% tests, 75% activities). Mark corrected by peer evaluation.

Students have access to exams to improve the TP mark (the final test).

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

O objetivo de treinar os alunos na aproximação a problemas reais com metodologias computacionais, assim como a habitual diversidade de alunos no que respeita a competências prévias (em Química e em computadores) recomenda particularmente a metodologia de Team-Based Learning. Este método foca-se na aplicação de conceitos e permite enquadrar variadas experiências anteriores.

O processo de garantir a preparação dos conceitos (TGPI e TGPe) motiva os alunos para (e permite avaliar) o estudo e a preparação individual realizados antes de cada unidade de matéria. Permite também que o tratamento dos assuntos no tempo de aula aconteça de forma ativa por parte dos alunos, depois de já terem refletido sobre eles.

As atividades de aplicação permitem otimizar a utilização do tempo de aula, maximizando a oportunidade de aplicação de conceitos em situações estimulantes.

A avaliação contínua das várias atividades e a avaliação inter-pares dentro de cada equipa permite fornecer a cada aluno uma monitorização do seu desempenho.

O exame final exige um reforço da aprendizagem pela revisão dos conceitos aprendidos ao longo do curso e permite certificar competências.

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

The objective of enabling students to approach real problems with computational methodologies, as well as the expected diversity of the students background (concerning computers and chemistry) particularly recommend a Team- Based Learning approach. The TBL method focuses on the application of concepts, and provides the framework to incorporate a diversity of previous experiences.

The Readiness Assurance process motivates students for the individual study and preparation before class, and evaluates that effort. It also promotes the active participation of students in the class time, after a first contact and exploration of the main concepts.

Application activities enable to optimize the use of class time, maximizing the opportunities to apply the concepts in challenging situations.

The continuous evaluation of all the activities, as well as the peer evaluation within teams, provide each student feedback concerning his/her development.

The final exam stimulates the reinforcement of learning, by revising concepts learned along the course, and enables to certify competences.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *Chemoinformatics - a Textbook*, Gasteiger, J. Engel, T., Eds.; Wiley-VCH: Weinheim, 2003.

2. Leach, A. R.; Gillet, V. J. *An Introduction to Chemoinformatics*, 2nd ed.; Springer: Dordrecht, 2007.

3. *Short texts, tutorials, solved problems, made available via the Moodle system.*

4. *Applied Chemoinformatics: Achievements and Future Opportunities*, Engel, T. Gasteiger, J. , Eds.; Wiley-VCH: Weinheim, 2018.

Mapa IV - Biologia Molecular C

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biologia Molecular C

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Molecular Biology C

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CV

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:10; TP:14

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):

Sérgio Joaquim Raposo Filipe - T:10; TP:14

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):

1. *Identificar diferentes componentes das unidades celulares.*

2. *Explicar experiências-chave que permitiram que o DNA tenha sido identificado como o agente determinante para a*

informação hereditária.

3. *Identificar a composição química, a estrutura e a organização do DNA em diferentes organismos.*
4. *Descrever o processo de replicação (a duplicação de uma molécula de DNA) e identificar os elementos proteicos envolvidos nesse processo.*
5. *Identificar as ações de agentes mutagénicos numa molécula de DNA e os processos de reparação desta molécula.*
6. *Explicar o processo de PCR, identificar os componentes envolvidos nesta reação e desenhar sequências de oligonucleotídeos.*
7. *Descrever a conversão de DNA em mRNA (transcrição) e proteína (tradução) e identificar os elementos envolvidos.*
8. *Identificar a consequência da mutagenese numa sequência de DNA.*
9. *Identificar os mecanismos que asseguram a regulação da expressão*

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

1. *To identify the different components of cellular units.*
2. *To explain the key experiences that have allowed DNA to be identified as the determining agent for hereditary information.*
3. *To identify the chemical composition, the structure and the organization of the DNA molecule in different organisms.*
4. *To describe the replication process (the duplication of a DNA molecule) and to identify the protein elements involved in this process.*
5. *To identify the actions of mutagens in a DNA molecule and the repair processes of this molecule.*
6. *To explain the PCR process, to identify the components involved in this reaction and to define oligonucleotide sequences for this process.*
7. *To describe the conversion of DNA into mRNA (transcription) and protein (translation) and to identify the elements involved.*
8. *To identify the consequence of mutagenesis of a DNA sequence.*
9. *To identify the mechanisms that regulate gene expression.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Componentes moleculares das células e suas funções.*
2. *Estrutura e composição química dos diferentes ácidos nucleicos.*
3. *Experiências que demonstraram como o DNA é responsável pela hereditariedade.*
4. *Caracterização do DNA presente numa unidade celular.*
5. *Mecanismos usados para a replicação do DNA.*
6. *Conceito de mutação espontânea e mutação induzida*
7. *Exemplos de sistemas de reparação de mutações.*
8. *Processos que as células usam, e sua regulação, para transcrever o DNA em RNA e traduzir RNA em proteína.*
9. *Resultados da modificação e mutagenese do DNA.*
10. *Exemplos de transcrição reversa.*
11. *Controlo da expressão genética.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Molecular components of cells and their functions.*
2. *Structure and chemical composition of different nucleic acids.*
3. *Experiments that demonstrate how DNA is responsible for heredity.*
4. *Characterization of the DNA present in a cellular unit.*
5. *Mechanisms used to replicate DNA.*
6. *Concept of spontaneous and induced mutations.*
7. *Examples of mutation repair systems.*
8. *Processes that cells use to transcribe DNA into RNA and translate RNA into protein.*
9. *Effects of DNA modification and mutagenesis.*
10. *Examples of reverse transcription.*
11. *Control of gene expression.*

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

Os conhecimentos adquiridos nesta unidade curricular deverão fornecer aos alunos a capacidade de aplicar os conceitos fundamentais de Biologia Molecular, teóricos e das metodologias usadas nesta área do conhecimento, no contexto da Engenharia Biomédica. Estes conhecimentos em Biologia Molecular também deverão permitir a articulação dos conceitos aprendidos com os de outras disciplinas como a Física, a Química, a Matemática e as diferentes Engenharias e, deste modo, contribuir para uma melhor compreensão da complexidade dos sistemas biológicos.

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

The knowledge acquired in this course should provide students with the ability to apply the fundamental concepts of theory and methodologies associated with Molecular Biology, in the context of Biomedical Engineering. This knowledge should also allow the articulation of the concepts learned with those of other disciplines such as Physics, Chemistry, Mathematics and different Engineering and, thus, contribute to a better understanding of the complexity of biological systems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas (1,5 h) para a exposição de matéria da unidade curricular com recurso a diapositivos.

Aulas teórico-práticas (2 h) para a resolução e/ou discussão de problemas.

Acesso na página do Moodle a conteúdos com exercícios e apresentações sobre os conteúdos lecionados.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes (1.5 h) with slides for presentation of contents of the curricular unit.

Theoretical-practical classes (2 h) with slides for solving and/or discussing problems.

Access to contents in the Moodle page with exercises and presentations about the contents that are taught

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

O conteúdo programático da unidade curricular fornece aos alunos os conceitos fundamentais de biologia molecular, desde a estrutura dos ácidos nucleicos aos mecanismos subjacentes à expressão dos genes. Os conhecimentos adquiridos durante as aulas teóricas e teórico-práticas devem permitir aos alunos aplicar os conceitos fundamentais para compreender as metodologias experimentais e resolver problemas de biologia molecular.

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

The course syllabus provides students with an integrated view of the fundamental concepts of molecular biology from the nucleic acids structure to mechanisms underlying gene expression. The learning during lectures and solving-problem sessions should allow students to apply the key concepts of molecular biology to understand experimental methodologies and to solve problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Molecular Biology of the Cell; Alberts et al. ; 6ª edição (2015). Garland Science, Taylor & Francis Group, New York.

Diapositivos e documentos apresentados nas aulas teóricas e nas aulas teórico-práticas que serão fornecidos pelos docentes.

Acesso a páginas na internet, de associações como a American Society for Microbiology, Howard Hughes Medical Institute, com conteúdos relacionados com os temas lecionados nas aulas.

Bibliografia extra

Biologia Celular e Molecular; C. Azevedo, C. E.; 5ª edição (2012). Lidel, Porto.

Molecular Cell Biology; Lodish et al.; 8ª edição (2016). W. H. Freeman

Molecular Biology of Assemblies and Machines; Steven et al.; 1ª edição (2016) Garland Science

Mapa IV - Teoria de Sinais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Teoria de Sinais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Signal Theory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:42

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):

Fernando José Almeida Vieira do Coito - TP:21; PL:42

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 estudante adquire as seguintes capacidades: domínio de conceitos e ferramentas analíticas para análise e processamento de sinais determinísticos, em tempo discreto e tempo contínuo, e sua aplicação prática; compreensão dos principais aspetos da amostragem de sinais. O estudante adquire a capacidade de usar ferramentas analíticas e computacionais na resolução de problemas em processamento de sinal.

Objectivos:

Saber

- Conceitos fundamentais em análise e processamento de sinal
- Conceitos fundamentais em análise de sistemas dinâmicos
- Conceitos básicos de ferramentas computacionais para análise de sinais e sistemas

Fazer

- Modelação de problemas de análise e processamento de sinais e sistemas
- Utilização de ferramentas computacionais para apoio à sua resolução

Soft-Skills / Soft Skills

- Aprender a trabalhar em grupo
- Rigor e capacidade analítica

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

In this subject the student will learn: to handle the main concepts and analytical tools for analysis and processing of deterministic discrete-time signals; to analyze continuous-time signals and systems; the main concepts on sampling signals. The student acquires the ability to apply analytical and computational tools to solve real signal processing problems.

Objectives:

Knowledge

- Fundamental concepts on signal processing and analysis
- Fundamental concepts on dynamic system analysis
- Basic concepts on computational tools for the analysis of signals and systems

Know-how

- Modelling of problems for the analysis of signals and systems
- Applying computational tools to aid solve these problems

Soft-Skills / Soft Skills

- Develop group-based working practices
- Accuracy and analytical skill

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 Introdução aos Sinais e sistemas
- 2 Sistemas lineares e invariantes no tempo
- 3 Transformada de Laplace
- 4 Transformada Z
- 5 Os sinais periódicos e a série de Fourier
- 6 Transformada de Fourier de sinais discretos
- 7 A transformada de Fourier de sinais a tempo contínuo.
- 8 Aplicações

4.4.5. Syllabus:

- 1 Introduction to signals and systems
- 2 Linear time invariant systems
- 3 Laplace transform
- 4 Z transform
- 5 Periodic signals and the discrete time Fourier series
- 6 The Fourier transform for discrete time signals
- 7 The continuous time Fourier transform.
- 8 Applications

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

O conjunto de temas abordados é comum à maioria dos cursos de T. Sinais em estabelecimentos de ensino superior nacionais e estrangeiros. Os temas estão organizados de modo a que a transição entre capítulos surja de forma natural, permitindo explorar elementos comuns entre capítulos sucessivos, o que proporciona uma aprendizagem progressiva dos novos conceitos.

Os temas tratados constituem fundamentos sobre os quais assentam outras disciplinas de semestres mais avançados (ex.: Teoria de Controlo, Controlo por computador, Electrónica II).

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

The syllabus is similar to that found in courses on Signal Theory from other universities. The syllabus organization provides a flow of subjects that renders natural the transition from one chapter to the next, allowing to exploit common elements and a progressive understanding of new concepts.

The different subjects addressed are fundamental for the understanding of more advanced courses (ex.: Control Theory, Digital Control, Electronics II)

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina está organizada em aulas teórico-práticas e aulas de prática laboratorial. Semanalmente, as aulas estão estruturadas como uma unidade, em que os conceitos são introduzidos na aula teórico-prática, onde são aplicados de um

ponto de vista analítico. Na aula prática o domínio e aplicação dos conceitos é completado, através de trabalhos práticos. Cada conjunto de aula teórico-prática+prática-laboratorial visa a compreensão de um tema.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is organized with TP classes and PL classes. On a weekly schedule the classes are organized as a unit in which the concepts are introduced during the TP class, in which they are applied from an analytical point of view. On PL classes the analytic application is combined with an hands-on approach. Each unit covers a main subject.

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

A disciplina pretende assegurar aos estudantes a compreensão e capacidade de usar um conjunto de ferramentas analíticas essenciais à atividade de um engenheiro eletrotécnico. Pretende-se também que os estudantes dominem as principais ferramentas computacionais, usadas para análise e processamento em sinais e sistemas.

Estes objetivos são realizados através de três fases de aprendizagem

- 1. Os estudantes são confrontados com os conceitos e ferramentas analíticas. Usa-se uma abordagem construtiva, utilizando recursivamente conceitos já adquiridos para a elaboração de novo conhecimento.*
- 2. Os estudantes são confrontados com a necessidade de usarem os novos conhecimentos e capacidades para a resolução de problemas, com o apoio do docente.*
- 3. Os estudantes realizam, autonomamente, atividades destinadas a consolidar a compreensão dos temas e a habilitá-los a resolver problemas reais.*

Cada um dos temas tratados na disciplina é apreendido através deste processo, conduzindo o estudante através de um percurso compreensão – aplicação, essencial em processamento de sinais.

A componente analítica inerente aos temas tratados induz a necessidade de rigor na resolução dos problemas. A realização de atividade experimental leva o estudante a perceber a importância prática do rigor analítico requerido.

A realização de atividade experimental induz no estudante a aquisição de competências tanto analíticas, como computacionais, realçando a sua interdependência.

Uma parte do esforço exigido pela disciplina é realizado como trabalho de grupo.

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

The course aims to ensure students the understanding and ability to use a set of analytical tools essential to the activity of an electrical engineer. It is also intended that students master the main computational tools used for analysis and processing in signals and systems.

The course aims to ensure students the understanding and ability to use a set of analytical tools essential to the activity of an electrical engineer. It is also intended that students master the main computational tools used for analysis and processing in signals and systems.

These objectives are achieved through three stages of learning.

- 1. Students are confronted with analytical concepts and tools. A constructive approach is used, recursively using concepts already acquired for the elaboration of new knowledge.*
- 2. Students are confronted with the need to use new knowledge and problem-solving skills with the support of the teacher.*
- 3. Autonomously, students carry out activities aimed at consolidating their understanding of the subjects and enabling them to solve real problems.*

Each of the subjects covered in the course is learned through this process, leading the student through an understanding - application path, essential in signal processing.

The analytical component inherent to the topics addressed induces the need for rigor in problem solving. Performing experimental activity leads the student to realize the practical importance of the required analytical rigor.

The performance of experimental activity induces in the student the acquisition of both analytical and computational skills, emphasizing their interdependence.

Part of the effort required by the discipline is done as group work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia recomendada:

*M. D. Ortigueira e Fernando J. Coito, Teoria de Sinais – Texto de suporte à disciplina
Fernando Coito – Aulas práticas de Teoria de Sinais*

Outra bibliografia:

M. D. Ortigueira, "Processamento Digital de Sinais", Fundação Calouste Gulbenkian.

Notas das aulas Teóricas - F.Coito

Alan V. Oppenheim, "Signals and Systems", Prentice Hall

Bernd Girod, R. Rabenstein e A. Stenger, "Signals and Systems", Wiley

I.M.G. Lourtie, "Sinais e Sistemas", Escolar Editora

A. Quarteroni e F. Saleri, "Cálculo Científico com MatLab e Octave", Springer

Manual de Matlab

Introdução ao Simulink

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Cálculo Financeiro***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Financial Calculus***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***M***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:56***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):***Gracinda Rita Diogo Guerreiro - TP:56***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 permitam:**Apreender conceitos introdutórios relacionados com a Matemática das Finanças;**Compreender as noções de valor temporal do dinheiro, juro e taxa de juro;**Calcular o Valor Atual e o Valor Acumulado de capitais em instantes distintos no tempo;**Compreender a noção de Renda Certa financeira e aplicá-la em diversos cenários;**Construir e analisar um Empréstimo Clássico e Empréstimos por Obrigações;**Análise da viabilidade de um investimento financeiro através do VAL e da TIR;**Conhecer algumas medidas de risco de taxa de juro;**A frequência desta Unidade Curricular fornecerá, ainda, conhecimentos necessários ao aprofundamento dos estudos em áreas do Atuariado e Finanças.***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 the knowledge, skills and competences that will allow them to:**Learn introductory concepts related to Mathematics of Finance;**Understand the concepts of time value of money, interest rates and interest rate;**Calculate Current Value and Value Accumulated capital in different moments in time;**Understand the concept of Financial Annuities and apply it in various scenarios;**Build and analyse Classic Loans and Bond Loans;**Analysis of the viability of an investment by the NPV and IRR;**Identify some Risk Measures of Interest Rate.**This course will also provide the foundations to develop expertise in the areas of Actuarial Studies and Finance.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1 – Conceitos Básicos**2 – Regimes de Capitalização**3 – Equivalência de Capitais**4 – Rendas**5 – Reembolso de Empréstimos**6 – Empréstimos por Obrigações**7 – O Cálculo Financeiro e as Aplicações de Capital**8 – Medidas de Risco de Taxa de Juro***4.4.5. Syllabus:**

- 1 – Basic concepts
- 2 - Capitalization Regimes
- 3 - Equity Capitals
- 4 - Financial Annuities
- 5 - Reimbursement of Loans
- 6 - Bond Loans
- 7 - Calculus and Financial Applications Capital
- 8 - Risk Measures of Interest Rate

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 integrada do cálculo financeiro. A UC inicia-se com a apresentação de conceitos introdutórios e noções base para a progressão dos estudos. De seguida calcula-se o valor atual e capitalizado que permite a introdução da noção de renda certa financeira. Seguem-se aplicações dos conceitos anteriores nos empréstimos clássicos, nos empréstimos por obrigações, no valor atual líquido e taxa interna de rentabilidade. Termina-se com breves noções sobre algumas medidas de risco de taxa de juro.

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

The syllabus content of the Course provides students with an integrated view of financial mathematics. The unit begins with the presentation of introductory concepts and basic notions useful for the progression of the studies. Next, the present value and capitalized value allows the introduction of the notion of annuity. The following are applications of the previous concepts in classical loans, bond loans, net present value and internal rate of return. Brief notions about some measures of interest rate risk end the syllabus.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O docente expõe a matéria recorrendo a slides e privilegiando a troca de ideias para chegar ao objetivo de cada aula. Os alunos realizam trabalhos práticos de aplicação dos conceitos adquiridos nas aulas ao longo do semestre. Sempre que possível a matéria é ilustrada com exemplos reais da atividade financeira. As aulas decorrem em laboratório para ser possível aceder a conteúdos na internet e resolução de exercícios recorrendo a Excel.

A frequência à UC é obrigatória. A avaliação de conhecimentos é constituída por 3 elementos de avaliação:

- 1 Mini-Teste, (90 min) ou um trabalho prático.
- 2 Testes, (90 min cada), a realizar durante o semestre.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teacher presents the themes using slides and privileging the exchange of ideas to reach the goal of each lesson. Students perform practical application of the concepts acquired in class throughout the semester. Whenever possible the matter is illustrated with real examples from insurance and Social Security. Classes take place in the laboratory to be possible to access content on the internet and solving using Excel.

Attendance at the course is mandatory. The assessment of the course has three evaluation elements:

- 1 Mini-Test (90 minutes) or an assignment.
- two tests, (90 minutes each), held during the semester.

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

A exposição da matéria em aulas teórico-práticas permite ao aluno a compreensão de conceitos de matemática financeira, bem como a utilização prática dos conceitos adquiridos. A aplicação dos conceitos teóricos na resolução de exercícios e nos casos de estudo práticos, permite aos alunos desenvolverem capacidades de conceptualização e resolução de problemas complexos, culminando no domínio da matéria em estudo e preparando-os para a resolução de problemas práticos na sua futura atividade profissional.

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

The presentation of subjects in the classes allow students to understand financial mathematics concepts as well as the practical use of acquired concepts. Applying the theoretical concepts in solving exercises, practical assignments and case studies, allow the students to develop skills in conceptualizing and solving complex problems resulting in expertise on the studied subjects and abilities to solve practical problems in future professional activity.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

MATIAS, R. (2007) Cálculo financeiro: teoria e prática; Escolar Editora.

Vaaler, L. and Daniel, J. (2002). Mathematical Interest Theory. Mathematical Association of America

Jorion, Philippe (2006) Value at Risk, 3rd Ed.: The New Benchmark for Managing Financial Risk; McGraw-Hill

Mapa IV - Materiais Semicondutores

4.4.1. Designação da unidade curricular:

Materiais Semicondutores

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Semiconductor 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:42; 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):***Isabel Maria Mercês Ferreira - T:21; PL:7; OT:3***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Carlos Jorge Mariano Miranda Dias - PL:35; OT:3***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final do semestre os alunos devem ter apreendido os seguintes conceitos sobre materiais e dispositivos semicondutores:*

- conhecer os diferentes materiais semicondutores e como manipular as suas propriedades;
- conhecer o funcionamento dos diferentes dispositivos abordados principalmente junções semicondutoras e transístores;
- saber caracterizar os materiais e dispositivos;
- ter capacidade de relacionar propriedades de materiais e sua aplicação em diferentes dispositivos da eletrónica
- ter capacidade de realizar trabalho autónomo;
- ter desenvolvido pensamento crítico sobre os temas abordados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of the semester students must have acquired the following skills and knowhow about materials and semiconductor devices:*

- to know the different semiconductor materials and how to handle their properties;
- to know the operation of different devices lectured, mainly semiconductor junctions and transistors;
- to know how to characterize the materials and devices;
- have the ability to relate properties of materials and their application in different electronic devices-have ability to perform autonomous work;
- have developed critical thinking about the topics discussed.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: definição e caracterização dos diferentes tipos de semicondutores de estrutura cristalina, policristalina, amorfa e nanocristalina. Semicondutores inorgânicos versus semicondutores orgânicos. Propriedades de transporte e comportamento físico dos semicondutores. Características funcionais que determinam a forma de fabrico e a sua aplicabilidade em dispositivos semicondutores. As equações de transporte e as técnicas de caracterização das propriedades destes materiais. Aplicações dos materiais semicondutores em dispositivos ativos: junção (homo e hetero) díodo e junção Schottky – processamento, funcionalidade e aplicações de dispositivos de estrutura cristalina, amorfa e nanocristalina. Eletrónica de materiais orgânicos e materiais naturais.

4.4.5. Syllabus:

Introduction: Definition and characterization of the different types of semiconductors (crystalline polycrystalline; amorphous; nanocrystalline). Inorganic versus organic semiconductors. Transport properties and physics behaviour of the different types of semiconductors. The transport equation and the characterization techniques used to determine the semiconductor properties.

Semiconductors devices based on the pn, Schottky and heterojunctions: functionality and applications. Electronics of organic materials.

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

O conteúdo programático está estruturado de modo a que os alunos adquiram os conhecimentos básicos relativos às propriedades dos semicondutores (físicas, elétricas, ópticas, e de transporte). Partindo desse conhecimento avançam para o funcionamento da junção díodo, junção de dois materiais um tipo-p e outro tipo-n. De seguida é dado o funcionamento da

junção metal/óxido/semicondutor, funcionamento da junção metal-semicondutor. Os alunos concluem o estudo com uma introdução à eletrônica dos materiais orgânicos e naturais.

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

The curriculum is structured so that students acquire basic knowledge on the properties of semiconductors (physical, electrical, optical, and transport). Based on this knowledge to advance the functioning of the junction diode, a junction of two p-type materials and other n-type. Next is given the operation of the metal / oxide / semiconductor junction, the of metal-semiconductor junction, and other type of heterojunctions. The electronic of organic and nature materials are also topic focused and conclude the students study.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas é feita uma abordagem dos conceitos teóricos necessários para se entender os princípios físicos de funcionamento dos materiais semicondutores e dos dispositivos realizados com esses semicondutores. Os conceitos teóricos são depois aplicados na prática através da resolução de problemas e também de trabalhos práticos de laboratório onde são usadas as técnicas de caracterização eletrônica dos dispositivos abordados nas aulas (junção pn, transistor pnp e MOSFET).

As aulas teóricas são dadas com PowerPoint e recurso ao quadro para explicar dúvidas colocadas pelos alunos ou detalhes importantes.

Nota da parte escrita NE: 2 testes (T1 e T2) ou exame.

Nota prática de laboratório incl. discussão: NL. 4 relatórios (75%) e discussão (25%)

*Nota final= (2*NE+NL)/3*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In the theoretical lectures are analyzed the concepts needed to understand the physical principles of operation of semiconductor materials and devices made with these semiconductors. The theoretical concepts are then applied in practice by solving problems and also in laboratories that consists in the the determination of the electronic parameters of the main devices studied (pn junction, pnp transistor, MOSFET transistor)

The theoretical classes are given with PowerPoint and blackboard for explaining some important aspects or just doubts asked by the students.

Grade of the written part NE: 2 tests (T1 and T2) or exam.

Laboratory practical grade including discussion: NL. 4 reports (75%) and discussion (25%)

*Final grade = (2 * NE + NL) / 3*

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

O conteúdo programático está estruturado de modo a que os alunos adquiram os conhecimentos básicos relativos às propriedades dos semicondutores (físicas, elétricas, óticas, e de transporte). Partindo desse conhecimentos avançam para o funcionamento da junção díodo, junção de dois materiais um tipo-p e outro tipo-n. Depois disso podem avançar para o funcionamento do transistor bipolar (duas junções díodo; pnp): De seguida é dado o funcionamento da junção metal/óxido/semicondutor cujo funcionamento é essencial para entender o funcionamento do transistor MOSFET. Segue-se o funcionamento da junção metal-semicondutor, cujo funcionamento é essencial para se entender o funcionamento do MESFET. Após estes conhecimentos pode avançar-se para o funcionamento de memórias e nanodispositivos.

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

The curriculum is structured so that students acquire basic knowledge on the properties of semiconductors (physical, electrical, optical, and transport). After this knowledge is possible to give the working principle of a pn diode junction, the functioning of the junction. After the students can advance to the functioning of the bipolar transistor (two diode junctions; pnp or npn): Next is given the operation of metal / oxide / semiconductor structure whose physical working principle is essential to understand the operation of the MOSFET transistor. Follows the operation of metal-semiconductor junction, whose operation is necessary to understand the functioning of the MESFET. After acquire the previous knowledge is possible to understand the working principle of memories and nanodevices.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Materiais semicondutores: Sumários alargados de Rodrigo Martins e Isabel Ferreira

Guiões dos trabalhos práticos de laboratório e séries de problemas fornecidos pelos Assistentes.

Introduction to Semiconductors Materials and Devices, M. S. Tyagi; Editor: John Wiley & Sons, 1991.

Microelectronic Devices, Edward S. Yang, McGraw Hill, N.Y., 1988.- Semiconductor Devices, J. Singh, McGraw-Hill, 1994.

Solid State Physics, S. Omar, Cambridge Students, U.K. 1978.

Electronic Processes in Non-Crystalline Materials, N.F. Mott and E.A. Davis, Clarendon Press, Oxford, 1978.

Elements of Solid State Physics, M. N. Rudden and J. Wilson, ed. John Wiley & Sons Ltd, 1993.

Physics of Semiconductor devices, Michael Shur, ed. Prentice Hall, Londres, 1990.

Mapa IV - Mecânica Quântica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica Quântica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Quantum Mechanics**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***F***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:42; TP:28***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):***José Paulo Moreira dos Santos - T:42; TP:28; 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 terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências na:*

- descrição de sistemas físicos com dimensões da ordem de grandeza dos átomos e moléculas;*
- interpretação de resultados experimentais que envolvam a interação de partículas e radiação eletromagnética com sistemas físicos com dimensões da ordem de grandeza dos átomos e moléculas;*
- resolução de equações diferenciais de segunda ordem do tipo da equação de Schrödinger, quer do ponto de vista analítico, que do ponto de vista numérico.*

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 competencies in the:*

- description of physical systems with dimensions of the order of magnitude of atoms and molecules;*
- interpretation of experimental results involving the interaction of electromagnetic radiation with particles and physical systems with dimensions of the order of magnitude of atoms and molecules;*
- analytical and numeric resolution of differential equations of second kind similar to the Schrödinger equation.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução Histórica
Introdução à Mecânica Quântica
A equação de onda
A matemática da Mecânica Quântica
Os postulados da Mecânica Quântica
Estudo de sistemas simples unidimensionais
Dispersão de partículas e penetração de barreiras
Sistemas de partículas
A equação de Schrödinger para sistemas tridimensionais
O momento angular
Estados quânticos de sistemas tridimensionais
Métodos de aproximação – teoria das perturbações
Correção aos valores da energia do átomo de hidrogénio

4.4.5. Syllabus:

Historical introduction
Introduction to Quantum Mechanics
The wave equation
The mathematics of Quantum Mechanics
The postulates of Quantum Mechanics
Study of unidimensional simple systems

Particle scattering and barrier penetration
 Systems of particles
 The Schrödinger equation in three dimensions
 Angular momentum
 Quantum states in three dimensions
 Methods of approximation - perturbation theory
 Corrections to the energy values of the hydrogen atom

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

Na primeira parte do semestre é apresentado o contexto histórico que conduziu ao surgimento da Mecânica Quântica, nomeadamente as experiências que produziram resultados não explicados pela teoria dita clássica, assim como as primeiras tentativas de descrição dos referidos fenómenos, de onde se destaca a teoria de Bohr. Seguidamente são introduzidos os conceitos matemáticos que alicerçam a Mecânica Quântica, nomeadamente o espaço de Hilbert.

Na segunda parte do semestre são discutidos os postulados da Mecânica Quântica, ao que se segue a respetiva aplicação no estudo de sistemas unidimensionais representativos, tais como o poço de potencial e a barreira de potencial. Como preparação para a discussão de sistemas tridimensionais, é dada especial atenção ao momento angular. Posteriormente é estudado o átomo de hidrogénio e sistemas com mais do que uma partícula. No final, são introduzidos os métodos não analíticos utilizados na resolução da equação de Schrödinger.

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

In the first part of the semester is presented the historical context that led to the emergence of quantum mechanics, namely the experiences that have produced results that were not explained by the classical theory, as well as the first attempts of description of these phenomena, where stands the Bohr theory. Afterwards, they are introduced the mathematical concepts underpinning quantum mechanics, namely the Hilbert space.

In the second part of the semester is discussed the postulates of quantum mechanics, to which follows its application in the study of representative one-dimensional systems, such as the potential well and potential barrier. In preparation for the discussion of three-dimensional systems, special attention is given to the angular momentum. Thereafter it is studied the hydrogen atom and systems with more than one particle. At the end of the course are introduced the non-analytical methods used in solving the Schrödinger equation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular está dividida numa componente teórica e numa componente prática de problemas.

As aulas teóricas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h e incluem discussão e resolução no âmbito de uma avaliação contínua.

Nas aulas teórico-práticas são discutidos e resolvidos problemas com o objetivo de acompanhar os assuntos lecionados nas aulas teóricas e de desenvolver competências na formulação de problemas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is divided into lectures and a practical component of problems.

The theoretical lectures take place in two weekly sessions of 1.5 hours each, which include discussion of problems

In the theoretical-practical classes are discussed and resolved problems with the objective of monitoring the subjects taught in the lectures and to develop skills in problem formulation.

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, que incluem a discussão de problemas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é testado por meio de questionários sobre a matéria dada na própria aula e nas horas de atendimento.

As componentes práticas necessárias para atingir e sedimentar os objetivos de aprendizagem são lecionadas nas aulas de problemas, através da resolução e discussão de problemas representativos. A frequência obrigatória das aulas laboratoriais 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 needed to achieve the learning objectives are taught in lectures, which include discussion of problems. The acquisition of knowledge is assessed in written tests (tests / exams). The monitoring of students in lectures is tested through questionnaires given on the matter in the classes.

The practical components necessary to achieve and consolidate the learning objectives are taught in classes of problems by solving problems and discussing representative. The mandatory frequency of these classes aims to ensure that students follow the subjects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Apontamentos da disciplina fornecidos pelo docente.
 F. Duarte Santos, A. Amorim, J. Batista, Mecânica Quântica, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2008.
 W. Greiner, Quantum mechanics: an introduction, Springer-Verlag, Berlin, 1994.
 S. Gasiorowicz, Quantum Physics, 2nd Ed., John Wiley and Sons, New York, 1996.*

C. Cohen Tannoudji, B. Diu et F. Laloë, Quantum mechanics, John Wiley & Sons, 1991.

J. P. Santos e M. F. Laranjeira, Métodos Matemáticos para Físicos e Engenheiros, Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 2004.

Mapa IV - Tecnologia de Nanomateriais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologia de Nanomateriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Technology of Nanomaterials

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:42; 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):

Rita Maria Mourão Salazar Branquinho - TP:7; PL:14; OT:2

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

Ana Cláudia Madeira Botas Gomes Pimentel - TP:7; PL:14; OT:2

João Paulo Heitor Godinho Canejo - TP:7; PL:14; OT:2

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

Conhecer diferentes técnicas de produção, deposição e processamento de nanomateriais em diferentes formas; de nanopartículas, de filmes finos e de fibras. Identificar vantagens e limitações das diferentes técnicas em função quer do tipo de material a obter, quer do processo em si. Conhecer a importância dos parâmetros de processo e saber fazer a seleção dos parâmetros de processo mais apropriados para o processamento de um dado material. Saber selecionar as tecnologias a utilizar de acordo com o tipo de material a obter. Planificar as etapas de processamento em função das características do material e da aplicação visada.

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

Knowing different production, deposition and processing techniques of nanomaterials in different forms; nanoparticles, thin films and fibers. Identifying advantages and limitations of the different techniques depending not only on the type of material to obtain but also on the processing technique itself. Knowing the importance of process parameters and how to select the most suitable process parameters to process a given material. Knowing how to select the suitable technologies according to the type of material to be obtained. Planning the processing steps according to the characteristics of the material and the desired application.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Módulo 1 – Produção de nanoestruturas

- Preparação de diferentes tipos de nanoestruturas

:: Nanopartículas metálicas

:: Nanopartículas de óxidos metálicos

:: Nanofilmes de óxidos metálicos

- Influência dos parâmetros de produção

- Técnicas de caracterização de nanoestruturas

- Aplicações de nanoestruturas

Módulo 2 – Técnicas de deposição de nanoestruturas

- *Técnicas de deposição de nanoestruturas por solução:*
- :: *Spin-coating*
- :: *Dip-coating*
- :: *Screen-printing*
- :: *Inkjet*
- :: *Flexo-printing*
- *Vantagens e desvantagens de cada técnica*
- *Seleção da técnica de deposição: material a depositar e aplicação*

Módulo 3 – Eletrofiação (electrospinning)

- *Princípios físicos*
- *Parâmetros de controlo do processo;*
- *Materiais e respetivas características;*
- *Produção de nanofibras poliméricas e cerâmicas (em combinação com processo sol-gel).*

4.4.5. Syllabus:

Module 1 – Production of nanostructures

- *Preparation of different types of nanostructures*
- :: *Metallic nanoparticles*
- :: *Metallic oxide nanoparticles*
- :: *Metallic oxide nanofilms*
- *Influence of the production parameters*
- *Characterization techniques for nanostructures*
- *Applications of nanostructures*

Module 2 – Deposition techniques for nanostructures

- *Solution- based deposition techniques for nanostructures:*
- :: *Spin-coating*
- :: *Dip-coating*
- :: *Screen-printing*
- :: *Inkjet*
- :: *Flexo-printing*
- *Advantages and limitations of each technique*
- *Selection of deposition technique according to material and application*

Module 3 - Electrospinning.

- *Physical principles.*
- *Parameters of process control*
- *Materials and their characteristics;*
- *Production of polymeric and ceramic nanofibers (in combination with sol-gel process).*

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 métodos de síntese, deposição e processamento de nanomateriais em diferentes formas; de nanopartículas, de filmes finos e de fibras. Focando os aspetos relacionados com a influência da metodologia de síntese e dos parâmetros nas suas propriedades finais e sua aplicação de forma a fornecer aos alunos ferramentas para a seleção dos parâmetros de processo mais apropriados para o processamento de um dado material e das tecnologias de deposição a utilizar de acordo com o tipo de material a obter e da aplicação visada.

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

The syllabus covers a sufficiently wide range of synthesis, deposition and processing techniques of nanomaterials in different forms; nanoparticles, thin films and fibers. Focusing on understanding the influence of the synthesis method and process parameters on the properties and final application of a given material. Providing students, the knowledge on how to select the suitable technologies according to the type of material to be obtained.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina é constituída por aulas teórico-práticas (TP) e aulas práticas (PL). As aulas TP, serão dadas com recurso a projetor e apresentação em PowerPoint e os estudantes têm acesso a cópia das mesmas na página da disciplina no CLIP. Os trabalhos de laboratório serão realizados pelos próprios estudantes, sob orientação do docente e focam os diferentes tipos de síntese de nanoestruturas e técnicas de deposição. Os alunos vão ter a oportunidade de explorar e discutir durante o semestre um conjunto de artigos científicos onde podem aprofundar temas emergentes da investigação atual realizada nesta área.

Avaliação: componente teórica (50 %) e uma componente prática (50 %) - 5 elementos de avaliação:

- *3 testes teóricos (20%+20%+10%);*
- Avaliação da componente prática:*
- *1 Relatório referente a um trabalho de projeto (45%)*
- *Avaliação do desempenho nas aulas práticas (Assiduidade; autonomia; participação e questionários): 5%.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes consist of theoretical-practical classes (TP) and practical classes (PL). In TP, the theoretical concepts will be given using a data show and PowerPoint presentation and students have access to copies of the slides on the course page in CLIP. The laboratory work will be performed by the students under the guidance of the teacher and focus on the different synthesis methods for nanostructures or deposition techniques. Students will have the opportunity to explore and discuss a

set of scientific papers throughout the semester where they can deepen their understanding of emergent research activities being performed in this area.

Evaluation: theoretical component (50 %) and a practical component (50%) - 5 elements of assessment:

- 3 theoretical tests (20%+20%+10%);

Evaluation of lab activities:

- A project report (45 %);

- Evaluation of Lab class development (5 %).

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 sobre os diferentes tipos de síntese de nanoestruturas e técnicas de deposição. 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 postos em prática nas aulas de laboratório. Desta forma, aulas teórico-práticas e de laboratório complementam-se para permitir uma aprendizagem integrada. O trabalho de laboratório assume um peso importante na avaliação da unidade curricular já que é através destes que os alunos adquirem competências em termos experimentais.

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 on different methods for nanostructures synthesis and deposition techniques. In lectures the different case studies will be discussed (scientific papers) which will allow the consolidation of knowledge that will later be put into practice in lab classes. Thus, lectures and laboratory classes complement each other allowing integrated learning. Lab work assumes an important role in the evaluation of the curricular unit as it is through it that students acquire skills in different laboratory techniques.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

S. D. Solomon et al. 'Synthesis and Study of Silver Nanoparticles' Journal of Chemical Education 84 (2007) 322

A. D. McFarland et al. 'Color my nanoworld' Journal of Chemical Education 81 (2004) 544A

A. Pimentel et al. J Mater Sci (2015) 50:5777

D. Alie et al. 'Direct synthesis of thermochromic VO₂ through hydrothermal reaction' Journal of Solid State Chemistry 212 (2014) 237–241

C.K. Dixit et al. 'Fast nucleation for silica nanoparticle synthesis using a sol–gel method' Nanoscale, 2016, 8, 19662

Sergio L. González-Cortés and Freddy E. Imbert 'Fundamentals, properties and applications of solid catalysts prepared by solution combustion synthesis (SCS)' Applied Catalysis A: General 452 (2013) 117

Zheng Cui et al. 'Printed Electronics: Materials, Technologies and Applications' 2016 Wiley Eds, ISBN: 978-1-118-92092-3

Mapa IV - Eletrónica II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletrónica II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electronics II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:35; PL:28

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 Abreu de Oliveira - TP:35; 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):**

Esta UC tem como objetivo explicar o funcionamento de circuitos eletrónicos complexos tais como: amplificadores realimentados, osciladores, filtros analógicos e conversores de sinal. Pretende-se que o estudante aprenda a utilizar a realimentação em circuitos eletrónicos para construir amplificadores, osciladores e filtros.

O estudante vai desenvolver a capacidade resolver problemas, trabalhar em equipa e com autonomia. O estudante aprende também a melhorar a sua capacidade de gestão do tempo disponível. Dá-se atenção à capacidade de apresentação escrita e oral dos trabalhos realizados.

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

The course aims to explain the operation of complex electronic circuits: amplifiers, oscillators, analog filters, and signal converters. The students will learn how to use feedback in electronic circuits, in order to design: amplifiers, oscillators, and filters.

The students will develop the skill to solve problems, work in a team as well as autonomously. Students also will also learn how to improve their capability to manage time. Special attention is given to such skills as written and oral presentation of the proposed work.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1- Resposta em frequência: Análise de circuitos no s-domínio; diagramas de Bode de amplitude e de fase.*
- 2- Teoria da realimentação: Estrutura geral da realimentação; propriedades da realimentação negativa; topologias básicas da realimentação (série-série, série-paralelo, paralelo-série, paralelo-paralelo); Ganho em malha fechada; Efeito da realimentação nos pólos de um amplificador; Estudo da estabilidade com base em diagramas de Bode; definição de margem de fase e de ganho; compensação de amplificadores.*
- 3- Osciladores e geradores de sinal: Princípio básico de osciladores, critério de Barkhausen; circuitos osciladores sinusoidais; osciladores não-lineares: multivibradores astáveis.*
- 4- Filtros analógicos: Aproximações de Chebyshev e de Butterworth; secções biquadráticas discretas (Sallen and Key, Rauch, etc).*
- 5- Conversores de sinal: Conversores analógico-digitais e digital-analógico; circuitos de amostragem e retenção.*

4.4.5. Syllabus:

- 1 - Frequency response: s-domain circuit analysis; Bode diagrams of amplitude and phase.*
- 2 - Feedback theory: General structure of the feedback; properties of negative feedback; basic topologies of feedback (series-series, series-parallel, parallel-serial, parallel-parallel); closed loop gain; Effect of the poles in a feedback amplifier. Study of the stability based on Bode diagrams, definition of phase margin and gain; compensation of amplifiers.*
- 3 - Oscillators and signal generators: Principle of oscillators, Barkhausen criteria; sinusoidal oscillator circuits, non-linear oscillators: multivibrators.*
- 4 - Analog filters: Chebyshev and Butterworth approximations; biquadratic discrete sections (Sallen and Key, Rauch, etc).*
- 5 – Signal Converters: analog-to-digital and digital-to-analog converters; sample and hold circuits.*

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

Nas aulas teórico-práticas, depois da exposição teórica da matéria pelo docente, os exemplos/exercícios propostos permitem aos estudantes compreenderem melhor a matéria e desenvolverem capacidade de raciocínio.

Nas aulas práticas os exercícios propostos cobrem toda a matéria dada exigindo dos estudantes uma maior compreensão dos conceitos e técnicas de projeto de circuitos. O contínuo apoio do docente permite ajudá-los a concluírem com sucesso os diferentes problemas propostos. Os estudantes desenvolvem a capacidade de resolver problemas e com autonomia.

Nas aulas de laboratório os estudantes têm contacto com as experiências que ilustram os pontos principais da matéria e que lhes permitem consolidar os conceitos principais bem como desenvolver a capacidade de trabalhar em equipa. Os estudantes aprendem também a melhorar a sua capacidade de gestão do tempo disponível. Deu-se particular atenção à capacidade de apresentação escrita dos trabalhos realizados.

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

In theoretical-practical classes after the theoretical exposition of the matter by the lecturer, some examples/exercises allow students to gain a deeper understanding of the concepts and techniques of this course as well as developing reasoning skills.

In practical classes, the exercises allow the students to gain a greater understanding the concepts and techniques of circuit design. The continued support of the lecturer helps them to complete successfully the different problems proposed. The students are invited to develop the ability to solve problems in an autonomously way.

In laboratory classes the students have contact with experiments illustrating the course key points allowing them to consolidate their knowledge and develop team work skills. Students also learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention is given for the work written presentation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos e técnicas básicos de amplificadores, osciladores e filtros são explicados pelos professores nas aulas teórico-práticas com o auxílio de slides, exercícios e exemplos práticos, alguns dos quais feitos no simulador de circuitos Pspice (atualizados anualmente).

Resolução de problemas pelos estudantes nas aulas práticas, disponibilizados na página da unidade curricular, antes das aulas. Aulas laboratoriais com pré-preparação e elaboração de relatório pelos estudantes. Elaboração de projeto final.

Avaliação contínua nas aulas práticas, realização de trabalhos laboratoriais com elaboração de relatório experimental, realização de trabalho final com discussão, três mini-testes e dois testes ou exame final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The basic concepts and techniques of amplifiers, oscillators and filters are explained by lecturer in the theoretical-practical practical classes using slides, exercises and practical examples, some of which using the circuit simulator Pspice (updated annually).

Resolution of sets of problems, available in the web page of the course, before the classes. Laboratorial classes with preparation in advance and final report done by the students in group. Final project.

Continuous assessment in practical classes, laboratory work with writing report, three mini tests and two tests or final exam.

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

A unidade curricular pretende desenvolver nos estudantes a capacidade de projetar circuitos eletrónicos complexos: por exemplo, amplificadores, osciladores e filtros.

Nas aulas teórico-práticas as metodologias e técnicas de projeto de circuitos são apresentadas e explicadas em detalhe. Os estudantes ao frequentarem estas aulas adquirem os conceitos teóricos de suporte necessários para o projeto de circuitos. Em cada aula, pelo menos um exemplo prático é dado, o que ilustra os conceitos dados e permite uma maior compreensão por parte dos estudantes.

Nas aulas práticas os estudantes têm o contacto com uma lista de exercícios que permite a compreensão de uma maior parte dos conceitos e metodologias dadas nas aulas teóricas. Todavia este conhecimento só pode ser consolidado com algum treino, pelo que os estudantes deverão tentar resolver os exercícios antes das aulas (os enunciados são disponibilizados na página da UC na semana anterior) e utilizarem as aulas para tirarem dúvidas com o docente.

Nas aulas de laboratório os estudantes montam diversas experiências que lhes permitem sentir os problemas de implementação dos circuitos e comparar resultados teóricos com simulações e medidas. Os estudantes têm um mini-teste teórico na semana anterior a cada aula de laboratório e após realizarem a experiência têm uma semana para entregarem o relatório (em grupo) da atividade experimental. Assim, estimula-se a capacidade de trabalho em grupo e a sua capacidade de gestão do tempo disponível. O trabalho final de laboratório tem uma discussão oral com os diferentes elementos de cada grupo.

Os docentes das aulas práticas/laboratório têm instruções para contrariar a passividade dos estudantes. Estes muitas vezes ficam à espera que lhes resolvam e lhes dêem as soluções dos problemas que estes devem tentar solucionar. Sempre que possível os docentes devem estimular a capacidade de autonomia dos estudantes.

Adicionalmente, as soluções dos problemas propostos só são afixadas na página da unidade curricular alguns dias da respetiva aula, para dar tempo aos estudantes de resolver os problemas.

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

The course aims to develop the students' the ability to design complex electronic circuits: e.g., amplifiers, oscillators and filters.

In theoretical-practical classes the methodologies and techniques for circuit design are presented and explained in detail. Students attending these classes acquire the theoretical concepts required to support the circuits design. In each class, at least one practical example is given, illustrating the concepts and allowing a better understanding by students.

In practical classes students have contact with a list of exercises illustrating the concepts and methodologies given in lectures. Since, this knowledge can only be consolidated with training, students are motivated to solve the exercises before the class (the exercises are available online in the previous week). During the classes students are invited to clarify unclear points with the lecturer.

In laboratory classes students assemble diverse experiences that allow them to feel the problems of circuits implementation, and compare the theoretical results with simulations and measurements. Students have a mini-test in the week before each lab, and after performing each experience the corresponding (group) report is due in one week have a week to deliver the report (in group) of the experimental activity. Thus, the students ability of work in group and manage the available time is stimulated. The final lab has an oral discussion with the different elements of each group.

Lecturers of practical/laboratory classes have instructions to avoid the "traditional" passivity of students. These are often waiting for the solutions to the problems that they must try to solve. Whenever possible lectures should stimulate students' autonomy.

Additionally, the proposed solutions of the problems are only posted on the course web page a few days after their class to give students time to solve problems independently.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- M. M. SILVA, *Introdução aos Circuitos Eléctricos e Electrónicos* (6ª edição), F. C. Gulbenkian, Dezembro 2014.
- M. M. SILVA, *Circuitos com Transístores Bipolares e MOS* (4ª Edição), F. C. Gulbenkian, Janeiro 2003.
- Sedra/Smith, *Microelectronic Circuits*, Oxford University Press.
- B. Razavi, *Fundamentals of Microelectronics*, Wiley.

Mapa IV - Microeletrónica: Processos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Microeletrónica: Processos

4.4.1.1. Title of curricular unit:*Microelectronics: Processes***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:28; PL:42; 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):***Luis Miguel Nunes Pereira (Regente) – T:28; PL:21; OT:3***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Joana Vaz Pinto – PL:21; 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:*

- Compreender os conceitos básicos sobre as técnicas de processamento utilizadas no fabrico de circuitos integrados;*
- Ser capaz de identificar as melhores técnicas para criar, depositar ou padronizar os diferentes materiais necessários para produzir circuitos integrados;*
- Conhecer as vantagens e limitações de cada técnica, bem como os maiores desafios no fabrico de circuitos integrados;*
- Resolver exercícios práticos sobre os conceitos acima referidos;*
- Aplicar, em ambiente laboratorial, os conceitos acima referidos.*

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 the knowledge, skills and competences that allow him:*

- Understand the basic concepts of processing techniques used in the manufacturing of integrated circuits;*
- Be able to identify the best techniques to create, deposit or pattern the different materials needed to produce integrated circuits;*
- To know the advantages and limitations of each technique, as well as the biggest challenges in the manufacture of integrated circuits;*
- Solve practical exercises on the above-mentioned concepts;*
- Apply, in the laboratory environment, the above-mentioned concepts.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1- Perspetiva sobre os processos de microeletrónica.*
- 2- Crescimento de monocristais.*
- 3- Oxidação térmica.*
- 4- Litografia.*
- 5- Difusão térmica.*
- 6- Implantação iónica.*
- 7- Deposição de filmes finos.*
- 8- Contactos, interligações e encapsulamento.*
- 9- Novos conceitos, materiais e processos*

4.4.5. Syllabus:

- 1- Overview of the most used processes for microelectronics fabrication.*
- 2- Mono-crystal growth.*
- 3- Thermal oxidation.*
- 4- Lithography.*
- 5- Thermal diffusion.*
- 6- Ionic implantation.*

7- Thin-film deposition.

8- Contacts, interconnections and encapsulation.

9- New concepts, materials and processes

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

O conteúdo programático da primeira parte é focada no fabrico de monocristais de semicondutores e técnicas de processamento desses mesmos monocristais a alta temperatura e permite uma abordagem às particularidades a nível de materiais e processos base utilizados no fabrico de circuitos integrados. A segunda parte da UC aborda técnicas complementares de processamento que se focam na deposição de filmes finos, recorrendo a técnicas físicas (PVD) e químicas (CVD e ALD). Isto permite aos alunos atingir o segundo e terceiro objetivos, uma vez que permite-lhes identificar quais a técnicas a ser usadas em função do material e propriedades desejadas, bem como as vantagens podem trazer à produção de circuitos integrados. No final da UC, os alunos abordam as técnicas e materiais usadas para interligações e contactos, bem como avaliar a qualidade dos mesmos. A UC termina com noções básicas sobre os novos materiais e novas arquiteturas de dispositivos implementados em micro/nanoeletrónica.

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

The content of the first part is focused on the manufacture of semiconductor monocrystals and processing techniques of these same monocrystals at high temperature allows to understand the particularities in terms of materials and basic processes used in the manufacture of integrated circuits (ICs). The second part addresses complementary processing techniques that focus on the deposition of thin films, using physical (PVD) and chemical (CVD and ALD) techniques. This allows students to achieve the second and third objectives, since it allows them to identify which techniques to choose depending on the materials to be used and their properties, as well as the advantages they can bring to the production of ICs. At the end of the course, students will learn the techniques and materials for interconnections and contacts, as well as assessing their quality. The UC ends with an overview on the new materials and new device architectures implemented in micro/nanoelectronics.

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, onde os alunos, ao longo das várias sessões durante o semestre, irão fabricar transístores MOSFET, juntamente com várias estruturas de teste, e depois caracterizá-los. Para além disso, existe ensino tutorial, de acompanhamento dos alunos. A avaliação é contínua e consiste na realização de dois testes sobre a componente teórico-prática. São também avaliados, por discussão oral, dois relatórios sobre as aulas práticas laboratoriais sobre o fabrico e caracterização de transístores MOSFET em bolachas de silício cristalino. O peso dos testes/exame e relatórios na nota final é igual (50%/50%).

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, where students, throughout the various sessions during the semester, will manufacture MOSFET transistors, along with some test structures, and then characterize them. In addition, there is tutorial follow-up of the students. The evaluation is continuous and consists of two tests on the theoretical-practical component. Two reports on the manufacture and characterization of MOSFET transistors in crystalline silicon wafers, made in PL classes, will be discussed orally. The weight of the tests / exam and reports in the final grade is the same (50% / 50%).

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

As aulas teórico-práticas possibilitarão aos alunos adquirir o conhecimento teórico básico necessário para a resolução dos exercícios feitos nessas mesmas aulas. Esta unidade curricular, sendo essencialmente tecnológica, valoriza muito a componente prática laboratorial. Essa valorização está expressa no peso que a componente laboratorial tem na classificação final. Assim, as aulas de laboratório distribuem-se pelas 14 semanas do semestre, dividindo-se em 5 fases principais:

Fase 1 - Oxidação térmica húmida de silício e litografia;

Fase 2 - Difusão térmica de fósforo e litografia;

Fase 3 - Re-oxidação/Drive-in de dopante;

Fase 4 - Deposição de Al por evaporação térmica e litografia;

Fase 5 - Recozimento dos contactos elétricos e elétrica dos MOSFETS.

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

The theoretical-practical classes will allow students to acquire the basic theoretical knowledge necessary to solve the exercises done in those same classes. This course, being essentially technological, valorizes the practical laboratory component. This is expressed in the weight that the laboratory component has in the final classification of the course. Thus, the laboratory classes are distributed over the 14 weeks of the semester, divided into 5 main phases:

Phase 1 - Wet thermal oxidation of silicon and lithography;

Phase 2- Thermal diffusion of phosphorus and lithography;

Phase 3 - Re-oxidation / Dopant Drive-in;

Phase 4 - Al deposition by thermal evaporation and lithography;

Phase 5 - Annealing of electrical contacts and characterization of MOSFETS.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- R. Jaeger "Introduction to Microelectronic Fabrication", Addison Wesley Publishing Company (1993)

Mapa IV - Processos e Materiais da Eletrónica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Processos e Materiais da Eletrónica***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Processes and Materials for electronics***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:42; 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 Alberto Garção Barreira do Nascimento Igreja - TP:11; PL:21; OT:3***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Hugo Manuel Brito Águas - TP:10; PL:21; OT:3***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Dar aos alunos formação relacionada com o fabrico de componentes da eletrónica (resistências, condensadores, indutores, etc.) assim como nos materiais usados e mais adequados para a sua utilização nos componentes, contactos e elementos (placas, terminais, etc) de um circuito eletrónico. Serão abordadas as técnicas de processamento de circuitos impressos e circuitos híbridos. Para além disso visa dar aos alunos formação teórica e prática na soldadura de componentes eletrónicos (SMD e through hole).

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

To give information related with fabrication of electronic components (resistors, capacitors, inductores, etc.) and also the materials used in the components and contact elements (circuit board; terminals, etc.) of an electronic circuit. Will discuss the processing techniques of printed circuits and hybrid circuits. Besides that, it will also give theoretical and practical information on soldering of electronic components (SMD and through hole).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Técnicas de laminação e encapsulamento. Circuitos e técnicas de montagem de dispositivos. A técnica SMD. Técnicas de análise de falhas em processos.

Materiais e Tecnologia de circuitos. Circuitos impressos. Circuitos híbridos. Circuitos integrados. Materiais para substratos. Técnicas de processamento e fabrico.

Condensadores: cerâmicos, de polímero, de papel, alumínio e tântalo. Condensadores variáveis. Construção de condensadores. Resistências: de carvão, metal, "screen printing", variáveis. Construção de resistências. Materiais para isolamento elétrico. Cerâmicas, polímero, óleo e papel. Construção de bobines, materiais e métodos.

Soldadura. Fluxos e soldas. Soldadura por pontos. Soldadura de componentes SMD. Soldadura por banho de solda. Soldadura por refluxo. Soldas sem chumbo.

Encapsulamento e proteção de cabos e circuitos.

4.4.5. Syllabus:

Lamination and encapsulation techniques. Circuits and assembling techniques. SMD. Failure analysis in processes.

Print circuits. Hybrid circuits. Integrated circuits. Materials for substrates. Processing and fabrication techniques.

Capacitors: ceramic dielectrics, polymer dielectrics and paper dielectrics, aluminium and tantalum capacitors. Variable capacitors. Capacitor construction. Resistors: metal, screen-printing, variable resistors. Resistor construction. Insulation materials. Ceramics, polymers, oil and paper. Matirial and fabrication techniques for inductores.

Soldering: Solders and fluxes. Point soldering. Soldering of SMD components. Wave soldering. Reflow soldering. Lead-free solder.

Encapsulation and cable and circuit protections.

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

A disciplina visa dar aos alunos uma visão geral sobre os materiais e processos de fabrico dos principais componentes da eletrónica. Para atingir este objetivo serão abordados os seguintes temas:

- Estudo dos materiais e processos para fabrico de componentes da eletrónica (resistências, condensadores, indutores, etc.).*
 - Estudo dos materiais mais adequados e os processos de fabrico de placas de circuito impresso, circuitos híbridos e circuitos em substratos flexíveis.*
 - Técnicas de encapsulamento de componentes.*
 - Materiais e técnicas para soldadura de componentes da eletrónica.*
- Toda a formação é acompanhada por uma componente laboratorial.*

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

The syllabus aims to cover the principal materials, fabrication process and technologies used in the main electronic components at industrial level:

- Study of materials and processing methods for the main electronic components (resistors, capacitors and coils).*
- Materials and fabrication precesses for PCB, hybrid circuits and circuits in flexible substrates.*
- Encapsulations techniques.*
- Materials and thecniques for soldering of electronic components.*

All the topics give the stuends support on performing laboratorial work.

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 contato com os vários materiais e processos de fabrico de componentes eletrónicos, efetuando os seus próprios componentes 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 electronic components studied, made their own setups and components 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 fabrico de componentes eletrónicos familiarizando o aluno com os principais processos de fabrico destes dispositivos.

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 processing of electric components familiarizing the student with the main processes used at industrial level for these type of devices.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Diapositivos da cadeira

SMT Soldering Handbook, Rudolf Strauss, 2nd edition, Elsevier

Electronic Materials And Processes Handbook, Malestrom, 3rd Edition, MacGrawHill

Lead-Free Soldering, Edited by Jasbir Bath, Springer

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Superfícies e Interfaces***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Surfaces and Interfaces***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CMt***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):***Isabel Maria Mercês Ferreira - TP:10,5; PL:17,5; OT:3***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***João Pedro Botelho Veiga - TP:10,5; PL:17,5; OT:3***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Fornecer aos alunos conhecimentos específicos relativos à problemática das superfícies e interfaces em materiais. Nesta disciplina pretende-se que os alunos adquiram as noções básicas dos fenómenos relacionados com interfaces e superfícies em geral; que aprendam a utilizar técnicas de caracterização de superfícies como ângulo de contacto, tensão superficial; viscosidade, potencial zeta e DLS, BET; modificação de superfícies e deposição de nanocamadas pelas técnicas de "layer-by-layer". Pretende-se ainda que adquiram ainda noções de soluções sólidas incluindo difusão e diagramas de fases binários e ternários.

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

Provide to students specific knowledge related to the issue of surfaces and interfaces in materials. This course is intended for students to acquire the basics of the phenomena related to interfaces and surfaces in general; to learn how to use techniques of characterization of surfaces such as surface tension, contact angle; viscosity, zeta potential and DLS, BET; modification of surfaces and nanolayers deposition techniques of "layer-by-layer". Also to acquire notions of solid solutions including diffusion, binary and ternary phase diagrams.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Superfícies e interfaces. Classificação de interfaces; Tensão interfacial ou tensão superficial. Capilaridade; Contacto líquido/sólido. Molhabilidade. Ângulo de contacto; Adsorção gás-sólido. Equação de BET. Área específica de sólidos; Rugosidade. Atrito sólido-sólido. Desgaste; Superfícies de sólidos. Coordenação atômica e energia de superfície. Efeito da orientação na estrutura e energia. Anisotropia da tensão superficial. Facetamento. Termodinâmica das interfaces. Equação de Gibbs-Duhem. Equação de Gibbs. Concentração de excesso. Adsorção positiva e negativa. Efeito na tensão superficial. Tensioativos. Segregação.

4.4.5. Syllabus:

Surfaces and interfaces. Classification of interfaces and interfacial tension or surface tension. Capillarity; Contact liquid / solid. Wettability. Contact angle, gas-solid adsorption. BET equation. Specific area of solids; roughness. Solid-solid friction. Wear; solid surfaces. Coordination and atomic energy surface. Effect of orientation on the structure and energy. Anisotropy of surface tension. Faceting. Thermodynamics of interfaces. Gibbs-Duhem equation. Gibbs equation. Concentration of excess. Adsorption positive and negative. Effect on surface tension. Surfactants. Segregation.

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

Para alcançar o objetivo dos alunos adquirirem conhecimentos sobre as interfaces e superfícies é necessário abordar uma série de conceitos: começando por definir e classificar interface; fenómenos de adsorção/absorção; efeitos de estrutura,

orientação e energia superficial; tensão superficial e molhabilidade. A componente teórica deve ser acompanhada por uma componente prática para que os conceitos sejam consolidados.

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

To achieve the goal of students acquiring knowledge about surfaces and interfaces is necessary to address a series of concepts: beginning with the definition and classification of interfaces; phenomena of adsorption / absorption, effects of structure, orientation and surface energy, surface tension and wettability. The theoretical component must be accompanied by a practical component for consolidation of concepts.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas envolvem a exposição da matéria através de PowerPoint; as aulas práticas a resolução de problemas alternadas com aulas de laboratório. A avaliação é feita através de dois testes para dispensa de exame final com as três condicionantes seguintes:

- 1) Nota final resultante da média aritmética das classificações obtidas em dois testes e notas dos relatórios dos trabalhos práticos.*
- 2) Nota mínima em qualquer dos testes: 6,0 valores.*
- 3) Média mínima para dispensa de exame final: 9,5 valores.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The lectures involve exposing the material through PowerPoint, practical lessons solving problem alternate with labs. The evaluation is done through two tests for exemption from final exam with the following three conditions:

- 1) Final note resulting from the arithmetic mean of the marks obtained in two tests and notes of the reports of practical work.*
- 2) Minimum grade in any of the tests: 6.0 values.*
- 3) Average minimum exemption from final exam: 9.5.*

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

Os conhecimentos serão assimilados através das aulas teórico-práticas onde os conceitos fundamentais são abordados, das aulas práticas onde são demonstrados através da resolução de problemas e das aulas de laboratório para aplicação dos conceitos a casos reais. Os dois testes permitem fazer uma pré-avaliação dos conhecimentos e permitir aos alunos a dispensa de exame.

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

The knowledge will be assimilated through lectures where the basic concepts are covered, from the practical lessons where they are demonstrated by solving problems and laboratory classes to apply the concepts to real cases. The two tests allows for a pre assessment of knowledge and allow students to exemption from examination.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Interfaces in Materials, Howe, James, John Wiley & Sons, 1997
Physical Chemistry of Surfaces, Adamson, Arthur, John Wiley & Sons, 1990
Physical Chemistry, Atkins, P.W., (6th Edition), Oxford, 1998*

Mapa IV - Projeto em Engenharia de Micro e Nanotecnologias

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto em Engenharia de Micro e Nanotecnologias

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Project in Micro and Nanotechnologies Engineering

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:

252

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28; OT:21

4.4.1.6. ECTS:

9

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:28***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Todos os docentes da área científica do Ciclo de Estudos - OT:21***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular (UC) o estudante deve ser capaz de:*

- Analisar um problema ou situação tecnológica;
- Efetuar uma pesquisa bibliográfica por forma a estabelecer uma abordagem sustentada do problema;
- Integrar os conhecimentos adquiridos nas diferentes UC do LEMN na prática laboratorial num projeto de investigação ou na resolução de um problema industrial;
- Desenvolver competências na análise e interpretação de dados experimentais;
- Desenvolver a capacidade de escrita científico-tecnológica e apresentação pública dos resultados.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*By the end of this curricular unit (CU) the student will be able to:*

- Analyze a problem or technological situation;
- Make a bibliographic research in order to establish an informed approach to the problem;
- To integrate the acquired knowledge on Micro and Nanotechnologies Engineering in a laboratory training project or in a industrial project;
- To develop critical approach in the analysis and interpretation of experimental data;
- To improve the skills to write and to orally present research results.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Execução de um trabalho experimental na área científica de Engenharia de Micro e Nanotecnologias com o nível de complexidade equivalente ao das disciplinas do 3.º ano da Licenciatura. Este trabalho pode ser realizado no âmbito de projetos de I&D em curso no Departamento de Ciência dos Materiais, CENIMAT|i3N e CEMOP|UNINOVA ou em ambiente industrial. Em qualquer dos casos o que se pretende é que esta unidade curricular sirva de complemento às UC de PIIC ou PIPP e desta forma o estudante tenha o tempo correspondente a 12 ECTS para a realização do seu trabalho.

Para além deste trabalho o aluno terá de assistir a diferentes ações de formação sobre: Mendeley; Scopus; BOn; Latex; Ética na Investigação; Escrita Científica; Apresentações científico-tecnológicas; Gestão do tempo.

Elaboração de um relatório final e apresentação pública dos resultados obtidos.

4.4.5. Syllabus:

Execution of an experimental work in the scientific area of Materials Science and Engineering with the level of complexity equivalent to the subjects of the 3rd year of the 1st cycle. This work may be carried out in the framework of ongoing R&D projects in the Department of Materials Science, CENIMAT | i3N and CEMOP | UNINOVA or in an industrial environment. In any case what is wanted is that this curricular unit serves as a complement to UROP or UPOP CUs and in this way the student has the time corresponding to 12 ECTS to carry out the work.

In addition to this work the student will have to attend different training actions on: Mendeley; Scopus; BOn; Latex; Ethics in Research; Scientific Writing; Scientific and technological presentations; Time management.

Preparation of a final report and public presentation of the results obtained.

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

Sendo uma unidade curricular essencialmente experimental, pretende-se que os estudantes adquiram um domínio experimental de múltiplas técnicas aplicadas ao desafio posto no seu tema de projeto. A ideia base é fazer que o estudante “aprenda fazendo”, inteirando-se de várias técnicas experimentais multidisciplinares. A coerência de conteúdos obtida estará patente na escrita de um relatório final que será apresentado e discutido.

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

As this curricular unit is basically experimental, it is intended that students acquire the concepts of the experimental techniques used in the challenge of the research project theme. The basic idea is to develop a hands-on based approach to different multidisciplinary experimental methods. The obtained coherence of the curricular unit program will be shown in the writing of the final report that should be presented and discussed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- Seminários promovidos pela biblioteca para a pesquisa, organização e gestão bibliográfica científica, tendo como objetivo a elaboração do relatório escrito. De igual forma, são dados seminários sobre ética científica, gestão do tempo e apresentação de trabalhos científicos.
- Pesquisa bibliográfica e traçado do projeto de investigação (sob orientação do supervisor).

Os estudantes são avaliados através de:

- *Relatório final (70% da nota final);*
- *Apresentação oral pública seguida de discussão sobre o relatório apresentado (30% da nota final).*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- *Seminars promoted by the Library of FCT NOVA library related with research, organization and scientific bibliographic management, with the purpose of preparing the written report. Likewise, seminars on scientific ethics, time management and presentation of scientific papers are given.*
- *Bibliographic research and tracing of the research project (under supervision of the supervisor).*

The students will be evaluated by:

- *written report (70% final grade);*
- *public oral presentation, followed by discussion about the written report (30% final grade).*

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

O estímulo dado para desenvolver projetos de investigação permite ao aluno adquirir um conhecimento profundo sobre um tema que é relevante para a unidade curricular com interesse científico e/ou industrial e desenvolve competências de autoaprendizagem.

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

The opportunity given to develop research projects incentives the student to acquire a deep knowledge on a topic that is relevant to the course unit of current and future scientific and/or industrial interest and develops self-learning competences.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Não é aplicável uma bibliografia recomendada ao estudante uma vez que cada estudante vai procurar artigos científicos, livros ou outras fontes para o seu trabalho individual.

References adequate to each of the research themes chosen by each student.

Mapa IV - Materiais Compósitos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Materiais Compósitos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Composite 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:28; 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 da Costa Velhinho (Regente) – TP:28; 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 estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências para:

1 – Identificar: material compósito; classes de compósitos; propriedades dos compósitos; Vantagens e inconvenientes da

utilização de compósitos;

2 – conhecer a anisotropia mecânica e de como pode servir à construção de lâminas/laminados ortótropos; nos compósitos não-laminares ("monolíticos"), saber controlar "rigidez" e "resistência" direcionais, em função da natureza e forma do reforço;

3 – conhecer a influência dos "defeitos de fabrico" nas propriedades mecânicas, em particular na "resistência" e "tenacidade à fratura" de uma peça compósita, e de como compensar essa deficiência por modificação das "interfaces" - sabendo como as reações as alteram, e como podem ser protegidas;

4 – Utilizar estes conceitos para uma metodologia de projeto em materiais estruturais de engenharia – aplicando regras de "seleção de materiais" para avaliar se o compósito produzido é o mais adequado para a função.

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

Students should:

1 – Identify material as "composites"; identify composite types, and know its typical properties compared to those of conventional materials; know composites' comparative advantages and disadvantages;

2 - understand mechanical anisotropy, and how it can serve the construction of orthotropic laminae/laminates. Understand how to control the "stiffness" and "strength" of monolithic composites as a function of nature and shape of the reinforcement;

3 - understand the links between "flaws" and mechanical properties, particularly upon the strength and fracture toughness of a composite component, and how to correct such a defect by modifying its interfaces;

4 - merge all the above concepts into a new design methodology involving engineering structural materials – knowing in advance, by resorting to "materials selection rules", whether the composite under assessment is to be the best material for the job.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

• *Materiais Compósitos: tipologias discriminadas por:*

- *Natureza da matriz: polimérica, metálica, cerâmica*

- *Morfologia dos reforços: Partículas, Fibras*

- *Arquitetura dos reforços: Laminados, Entrançados,*

- *Escala dos constituintes: Nanocompósitos, Compósitos multi-escala*

- *Funcionalidade: auxéticos e anepéticos, com capacidade de auto-sensorização, auto-reparáveis*

- *Outros compósitos de interesse tecnológico: com gradiente de funcionalidade, sintáticos, carbono/carbono, de origem natural*

• *Processos de fabrico*

• *Deformação elástica de compósitos: reforçados por fibras longas, laminados, reforçados por fibras curtas, reforçados por partículas*

• *A região interfacial*

• *Resistência mecânica e tenacidade de materiais compósitos*

• *Comportamento térmico de materiais compósitos*

• *Projeto e conceção de componentes em material compósito*

• *Aplicações de materiais compósitos: Aeronáutica e aeroespacial, transportes terrestres, construção naval, desporto e lazer, energia, biomateriais, outras*

4.4.5. Syllabus:

• *Composite materials: classification according to*

- *Matrix type: Polymeric, Metallic, Ceramic*

- *Reinforcement shape: Particulate, Fiber*

- *Architecture: Laminates, Braided composites*

- *Scale: Nanocomposites, Multiscale composites*

- *Functionality: auxetic & anepetic, self-sensing, self-healing,*

- *Other types: Functionally graded, Syntactic, C/C, Natural constituents*

• *Fabrication of composites*

• *Elastic deformation of composites: Continuous fiber-reinforced, Laminates, Short fiber-reinforced, Particulate-reinforced*

• *The interface*

• *Strength and toughness behavior*

• *Thermal behavior*

• *Design of composite parts*

• *Applications: Airspace, Vehicles, Ships, Sports gear, Energy, Biomaterials*

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

O programa cobre uma gama diversificada de materiais, tecnologias de fabrico e domínios de aplicação, de modo a suportar os objetivos da unidade curricular, através da compreensão de:

- *diferentes papéis dos materiais constituintes do compósito;*

- *importância da interface entre os constituintes, bem como da arquitetura espacial dos reforços;*

- *constrangimentos impostos às tecnologias de fabricação;*

- *necessidade de uma abordagem integrada do projeto de componentes em material compósito.*

Parte do tratamento durante a unidade curricular é referente a progressos recentes, assentando na experiência adquirida a partir da investigação científica desenvolvida internamente.

Os tópicos apresentados conferem um suporte adequado ao desempenho dos estudantes durante a realização de trabalho laboratorial, desde experiências simples de fabricação de compósitos até à caracterização estrutural e determinação do correspondente comportamento mecânico desses compósitos.

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

The syllabus covers a wide range of materials, fabrication technologies and application domains, in order to support the main objectives of the curricular unit, by providing the student with an understanding of:

- the differing roles played by the constitutive materials;
 - the significance of the interface between the constitutive materials, as well as the architecture assumed by the reinforcements;
 - the constraints on fabrication technologies;
 - how the above-mentioned issues lead to an integrated approach in composite part design.
- Part of the treatment of the subject deals with recent advances in composite material development. The topics presented support the students on performing laboratory work, from simple composite fabrication experiments, to structural and mechanical characterization of composites.

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. O ensino poderá ser complementado por uma visita de estudo à unidade de produção de compósitos das OGMA, ou outra unidade equivalente, igualmente sujeita à apresentação de relatório. 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 (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. A visit to the composite production unit of OGMA, an aeronautical construction business, or other equivalent facility, 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 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 compósitos.

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 composite 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:

Sohel Rana, Raul Figueiro, eds., "Advanced Composite Materials for Aerospace Engineering: Processing Properties and Applications", ed. Woodhead Publishing, Bristol (2016), 474 pp.

Daniel Gay, Suong V. Hoa, "Composite Materials – Design and Applications", 2nd edition, ed. CRC Press, Boca Raton – London – New York (2007), 548 pp.

D. Hull, T.W. Clyne, "An Introduction to Composite Materials", 2nd edition, Cambridge Solid State Science series, ed. Cambridge Press University, Cambridge (1996), 326 pp.

T.W. Clyne, P.J. Withers, "An Introduction to Metal Matrix Composites", Cambridge Solid State Science series, ed. Cambridge University Press, Cambridge (1995) 510 pp.

B. Cantor, F.P.E. Dunne, I.C. Stone (Eds.) "Metal and Ceramic Matrix Composites", Science in Materials Science and Engineering series, ed. Institute of Physics, Bristol – Philadelphia (2004) 430 pp.

Valery V. Vasiliev, Evgeny V. Morozov, "Mechanics and Analysis of Composite Materials", ed. Elsevier, Amsterdam (2001) 430 pp.

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Gestão da Qualidade***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Quality Management***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:***Optativa***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Rogério Salema Araújo Puga Leal - 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, no final da lecionação da disciplina de Gestão da Qualidade, os alunos revelem competências e capacidades que lhes permitam:*

- *Integrar-se com facilidade em organizações que adoptaram a Gestão pela Qualidade Total*
- *Desenvolver, implementar, analisar e melhorar continuamente Sistemas de Gestão da Qualidade*
- *Resolver problemas de uma forma estruturada e em equipa recorrendo a Ferramentas Básicas e Avançadas de Gestão da Qualidade*
- *Implementar algumas das técnicas adequadas ao desenvolvimento de novos produtos/serviços e na melhoria contínua da produtos/serviços existentes*
- *Lidar com outros Sistemas de Gestão (Ambiente, Segurança e Saúde no Trabalho, Responsabilidade Social das Organizações), relacionando-os, numa perspetiva integradora, com os Sistemas de Gestão da Qualidade Paralelamente, com os métodos de ensino e aprendizagem adotados, procura-se também nesta UC fomentar o desenvolvimento de soft skills como o trabalho em equipa, a comunicação e o espírito crítico.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*After concluding the Quality Management course, the students will have acquired abilities to:*

- *Easily integrate into organizations that have adopted the Total Quality Management*
 - *Develop, implement, analyze and continually improve Quality Management Systems*
 - *Solve problems in a structured, team-based way, using Basic and Advanced Quality Management Tools*
 - *Implement some of the techniques aimed for developing new products / services and continually improving existing products / services.*
 - *Deal with other Management Systems (notably Health and Safety systems, Environmental and Social Responsibility), relating them, in an integrated perspective, with Quality Management Systems*
- At the same time, based on the teaching and learning methods adopted, this UC also seeks to promote the development of soft skills such as teamwork, communication, and critical thinking.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Evolução Histórica da Qualidade*
- 2. A Qualidade na perspetiva dos principais gurus*
- 3. Custos da Qualidade*
- 4. Gestão pela Qualidade Total (TQM)*
- 5. Qualidade em serviços versus qualidade em ambiente industrial*
- 6. Modelos de Auto-avaliação*
- 7. Introdução ao Controlo Estatístico do Processo*
- 8. Ferramentas básicas da Qualidade*

9. Novas ferramentas da Qualidade
10. Análise do Valor
11. Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (AMFE)
12. Desdobramento da Função Qualidade (QFD)
13. Sistema Português da Qualidade
14. Acreditação e certificação
15. Normas associadas aos Sistemas de Gestão da Qualidade
16. Outros referenciais de certificação

4.4.5. Syllabus:

1. Evolution of Quality
2. The gurus' perspectives of Quality
3. Quality Costs
4. Total Quality Management
5. Quality in services versus Quality in industrial environments
6. Self-assessment models
7. Fundamentals of Statistical Process Control (SPC)
8. Basic Quality tools
9. The new Quality tools
10. Value Analysis
11. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)
12. Quality Function Deployment (QFD)
13. Portuguese System of Quality (SPQ)
14. Accreditation and certification
15. Standards for Quality Management Systems
16. Other standards for certification

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

O conteúdo programático da disciplina foi desenvolvido em estreita articulação com os objetivos definidos. As questões associadas à compreensão da evolução da Qualidade e das diferentes perspetivas associadas encontra-se contemplada nos pontos 1 a 6 do conteúdo programático. O ponto 7 incide nos fundamentos básicos do Controlo Estatístico do Processo. Os pontos 8 a 12 do programa destinam-se a assegurar que os alunos se encontrem aptos a utilizar as respetivas técnicas e ferramentas em contexto real. Finalmente os pontos 13 a 16 incidem no conhecimento do Sistema Português da Qualidade, bem como nos processos de acreditação e certificação.

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

The syllabus from the course was developed in consonance with the defined objectives. The subjects that assure an adequate knowledge from the Quality evolution, along with an understanding of several associated perspectives, are addressed from point 1 to point 6 in the syllabus. The point 7 focuses the fundamentals of Statistical Process Control. The points from 8 to 12 assure that students might be able to apply the corresponding tools and techniques in real context. Finally, the points between 13 and 16 encompass the knowledge regarding the Portuguese System of Quality, as well as the accreditation and certification processes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino combina a abordagem expositiva, nomeadamente nas aulas teóricas, com abordagens centradas na aplicação prática dos conceitos. Uma vez que muitas das abordagens são baseadas em trabalhos de equipa, esta metodologia de trabalho é largamente aplicada nas aulas práticas. O trabalho prático da disciplina procura que os alunos testem e demonstrem a aquisição de conhecimento técnico e competências de comunicação, assim como a aquisição de competências de relacionamento interpessoal orientadas para o trabalho em equipa.

A Unidade Curricular contempla dois elementos de avaliação: a elaboração do relatório de um trabalho teórico-prático em grupo (30%) e um teste escrito (70%).

Para a obtenção de frequência é necessária uma classificação superior ou igual a 9,5 no relatório do trabalho.

Para dispensa de exame final, a classificação de ambas as componentes de avaliação deverá ser igual ou superior a 9,5.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching strategy is based on a combination of expositive approaches, namely as regards theoretical classes, with approaches oriented towards the application of concepts. Since several approaches are built upon teamwork, this work methodology is largely applied in the practical classes. The course's project is aimed to further develop their ability to perform teamwork as well as for improving student's technical and communication skills.

The course includes two evaluation elements: the development of a report of a theoretical-practical group work (30%) and a written test (70%).

To get frequency, a grade higher than (or equal to) 9.5 is required in the report.

For exemption from the final exam, the classification of both evaluation components must be equal to or higher than 9.5.

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

A generalidade dos objetivos de aprendizagem requer numa fase inicial uma abordagem expositiva que proporcione um enquadramento teórico, sem prejuízo de se promover a interação com os estudantes sempre que possível. A aplicação prática está ajustada aos desenvolvimentos teóricos e desdobra-se em várias abordagens as quais comportam exercícios de aplicação. Muitas das aulas incidem sobre técnicas e ferramentas cuja utilização real se baseia em trabalho de equipa (QFD, AMFE, Análise do Valor, etc.), pelo que se promove o trabalho de grupo em sala no sentido de se aproximar da utilização real e das competências pretendidas. O desenvolvimento de relatório e as apresentações procuram estimular as competências de comunicação.

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

Most of the learning outcomes require an initial stage with an expositive approach that assures a proper theoretical framework. Nevertheless, even in this stage, interaction with students is encouraged whenever is possible. The practical applications are aligned to the theoretical developments and are deployed in several approaches. These approaches include practical applications. Several classes are focused on tools and techniques whose real utilization is based on teamwork (QFD, FMEA, Value Analysis, etc.). Therefore, the teamwork within the classroom is promoted, thus assuring a closer approach to real situations and to the desired learning outcomes. The teamwork reinforces the acquired knowledge, through its application to real situations. The report development, as well as the presentations, promotes communication skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Apontamentos e slides

Pereira, Z.L. e Requeijo, J.G. (2012), Planeamento e Controlo Estatístico de Processos, 2ª ed., FCT-UNL e Prefácio, Lisboa

Ficalora, Joseph P. e Cohen, Louis (2009), Quality Function Deployment and Six Sigma, 2ª ed., Prentice Hall.

Stamatis, D. (2003). Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution. 2ª ed., American Society for Quality

Miles, Lawrence D. (2015), Techniques of Value Analysis and Engineering, 3ª ed., Lawrence D. Miles Value Foundation.

Pires, A. Ramos (2016), Sistemas de Gestão da Qualidade Ambiente, segurança, responsabilidade social, indústria e serviços, Edições Sílabo, Lisboa

Mapa IV - Introdução à Engenharia do Ambiente e Sustentabilidade**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Introdução à Engenharia do Ambiente e Sustentabilidade

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Environmental Engineering and Sustainability

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EA

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 Baptista da Costa Antunes – 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 decurso desta unidade curricular os estudantes deverão desenvolver conhecimentos, aptidões e competências que lhes permitam:

- Cultivar o interesse e a curiosidade pelo estudo das questões de ambiente e sustentabilidade;*
- Compreender a génese dos grandes desafios ambientais, suas consequências e possíveis respostas;*
- Compreender a natureza sistémica, holística e interdisciplinar das questões de ambiente e sustentabilidade;*
- Desenvolver um entendimento das principais áreas de intervenção da engenharia do ambiente, das suas abordagens e das ferramentas disponíveis;*

- Compreender a interação da engenharia do ambiente com o território, as empresas e a sociedade;
- Antever as grandes tendências de futuro em matéria de ambiente e sustentabilidade e os desafios que se colocam aos engenheiros do ambiente;
- Desenvolver valores e atitudes face ao ambiente que sustentem uma ética de responsabilidade ambiental.

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

In this curricular unit, students should develop knowledge, skills and competences to enable them to:

- Cultivate an interest and curiosity towards the study of environmental and sustainability issues;
- Understand the causes of the main environmental challenges their consequences and possible responses;
- Understanding the systemic, holistic and interdisciplinary nature of environmental and sustainability issues;
- Develop an understanding of the main areas of activity in environmental engineering, possible approaches and available tools;
- Understand the interaction of environmental engineering with the territory, with companies and with society;
- Anticipate major future trends in environment and sustainability issues and the associated challenges for environmental engineers;
- Develop values and attitudes towards the environment that sustain an ethics of environmental responsibility.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Grandes tendências e ameaças globais em matéria de ambiente e sustentabilidade. Limites planetários e o Antropoceno. Conceito de sustentabilidade. Objetivos e metas de sustentabilidade. A Agenda 2030 de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas.

População humana, recursos e sustentabilidade.

Princípios ecológicos e sustentabilidade. Ecossistemas, biodiversidade e capital natural.

Energia e alterações climáticas – grandes desafios e tendências. Estratégias de mitigação e adaptação.

Qualidade do ambiente e sustentabilidade - poluição da água, do solo e do ar.

Produção e consumo sustentáveis. Materiais, resíduos e economia circular.

Introdução à prática de engenharia do ambiente. Áreas de intervenção, abordagens e ferramentas da engenharia do ambiente. Introdução ao trabalho de campo e estratégias de recolha e análise de dados.

Intervenção dos engenheiros do ambiente nas empresas, na sociedade e na política.

O futuro da engenharia do ambiente.

4.4.5. Syllabus:

Major trends and global threats to the environment and sustainability. Planetary boundaries and the Anthropocene.

Sustainability concepts. Sustainability objectives and targets. The Agenda 2030 of United Nations Sustainable Development Goals.

Human population, resources and sustainability.

Ecological principles and sustainability. Ecosystems, biodiversity and natural capital.

Energy and climate change – main challenges and trends. Mitigation and adaptation strategies.

Environmental quality and sustainability- water, soil and air pollution.

Sustainable production and consumption. Materials, wastes and circular economy.

Introduction to environmental engineering practice. Areas of intervention, approaches and tools of environmental engineering. Introduction to field work, data collection and analysis strategies.

Intervention of environmental engineers in companies, society and policy.

The future of environmental engineering.

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

A UC é desenhada para introduzir nos estudantes o gosto pelo estudo das questões de ambiente e sustentabilidade e a curiosidade na procura das causas, consequências e possíveis soluções para os problemas. São abordados os grandes problemas ambientais da atualidade e apontadas pistas para o futuro. São introduzidos os principais conceitos e temáticas de intervenção da engenharia do ambiente.

Acima de tudo, pretende-se que os estudantes desenvolvam uma perspetiva abrangente, sentido crítico, espírito inovador e abertura ao exterior fundamentais para o exercício da engenharia do ambiente.

O programa visa dar aos estudantes um entendimento inicial dos problemas, que vão naturalmente aprofundar depois ao longo do seu percurso académico. O programa está organizado por forma a cultivar uma ética de responsabilidade ambiental e um sentido da necessidade de 'cuidar' do ambiente que é inerente ao exercício da profissão dos engenheiros do ambiente.

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

The course is designed to introduce students to the study of environmental and sustainability issues and nourish their curiosity in the search for causes, consequences and possible solutions to problems. Current environmental and sustainability problems are addressed and possibilities for the future are pointed out. The main concepts and areas of activity for environmental engineers are introduced.

Students develop a comprehensive perspective, critical thinking, innovative approach and an openness that are fundamental for the practice of environmental engineering.

The proposed program aims to give students an initial understanding of the problems, which will naturally be further developed along their academic path. The program is also organized in order to cultivate an environmental responsibility ethics and a sense of the need to 'take care' of the environment that is inherent to the environmental engineer's profession.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC compreende um conjunto de aulas teórico-práticas onde são discutidos os conceitos fundamentais e abordados os grandes desafios da engenharia do ambiente. São adotados métodos de ensino criativos e interativos (e.g. debates, workshops, jogos interativos, apresentações pelos estudantes) que levem os estudantes a refletirem sobre as questões abordadas e a equacionarem possíveis soluções. Prevê-se a realização de uma visita de estudo, incluindo contato com a

prática profissional e a realização de trabalho de campo. Serão também convidados a participar engenheiros do ambiente que possam vir dar um testemunho sobre a sua prática profissional.

Ao longo de semestre será desenvolvida a primeira etapa do 'projeto criativo' em engenharia do ambiente.

Avaliação: Trabalho de grupo sobre formulação de problemas e soluções inovadoras para a sustentabilidade (projeto criativo): 60%; teste individual: 40%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course comprises a set of theoretical-practical classes where the fundamental concepts are discussed and the major challenges of environmental engineering are addressed. Creative and interactive teaching methods (e.g. debates, workshops, interactive games, presentations by students) that lead students to reflect on the issues beforehand and to equate possible solutions are applied. A study visit is foreseen, including contact with professional practice and fieldwork. Environmental engineers will also be invited to participate in order to give a testimony about their professional practice. Throughout the semester, students will be involved in the first stage of the 'creative project' in Environmental Engineering. Evaluation: Group work on problem formulation and innovative solutions for sustainability (creative project): 60%; individual test: 40%.

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

As metodologias de ensino e aprendizagem, bem como a avaliação dos estudantes, são ajustadas por forma a atingir os objetivos da UC. As aulas teórico-práticas focam-se na exploração dos diversos temas, combinando uma componente mais conceptual, com o desenvolvimento de trabalhos práticos onde os estudantes exploram de uma forma interativa os diferentes temas. São fortemente encorajadas a discussão, o trabalho de grupo, a criatividade e a geração de novas ideias. Para cada aula será fornecida uma lista de leituras obrigatórias, que os estudantes devem estudar antes da aula, por forma a tornar a discussão mais enriquecedora e diminuir o tempo despendido na exposição de matérias.

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

The teaching and learning methodologies, as well as the students' evaluation, are adjusted in order to achieve the goals of the CU. The theoretical-practical classes focus on exploring the different themes, combining a more conceptual component, with the development of practical work where students explore subjects in an interactive way. Discussions, group work, creativity and the generation of new ideas are strongly encouraged. For each lecture, a list of mandatory readings will be provided, which students must study before the class, in order to have a more enriching discussion and reduce the time spent in the exhibition of materials.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

De Vries, B., (2012). Sustainability Science. Cambridge University Press.

Brinkmann, R. (2016). Introduction to Sustainability. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1-118-48714-3.

Withgott; Jay H., Matthew Laposata, (2019) Essential Environment. The Science Behind the Stories. 6th Edition. Pearson Publishers.

Mapa IV - Introdução à Programação para Ciência e Engenharia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Programação para Ciência e Engenharia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introductory Programming for Science and Engineering

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:42

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):*Carla Ferreira - T:28; PL:42***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: as construções do fragmento coberto de Python; construir uma aplicação no fragmento a partir de uma especificação informal, com a metodologia definida; os componentes e ferramentas básicas de um ambiente de desenvolvimento de software e sua função.**Fazer: desenvolver programas de pequena dimensão, segundo certas convenções; desenvolver algoritmos simples; entender código escrito no fragmento coberto de Python; utilizar ferramentas de programação e interpretar os seus resultados; realizar, em grupo, um mini-projecto de desenvolvimento de software, integrando competências.**Desenvolver: hábitos de trabalho, individuais e em grupo, e de cumprimento de prazos; preocupação com a organização, o rigor e a execução de planos de trabalho.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Knowledge: The meaning of the programming constructs included in the Python language fragment covered in the course; How to build a small application, using the covered Python language fragment, and using the methodology defined in this course; Know the components and basic tools of a software development environment and their role.**Know-how: Develop well-organized, small-sized, programs, following a given set of standards; Project and write correctly simple algorithms; Read and explain/mentally simulate the functionality of code fragments written in the Python programming language; Correctly use, to the expected level, programming tools, as well as interpret their results; Develop as a team, a software development mini-project, using the skills acquired in this course.**Soft-Skills: Develop disciplined work and deadline meeting skills; Develop a concern with rigour and the systematic execution of work plans, following previously defined methods; Develop team work skills.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Introdução às linguagens de programação; 2. Noções básicas de Python; 3. Variáveis e tipos de dados; 4. Legibilidade de código; 5. Metodologias de programação; 6. Estruturas de controle; 7. estruturas de repetição; 8. Funções e módulos; 9. Strings; 10. Leitura e gravação de dados em armazenamento persistente; 11. Estruturas de dados básicas: arrays, listas, dicionários, tuplos; 12. Algoritmos básicos: ordenação e procura dicotómica, percursos de dicionários; 13. Design e estrutura de programação; 14. Bibliotecas para manipulação e visualização de dados. 15. Seleção de algoritmos científicos fundamentais relevantes à área do curso (biologia, física, etc).***4.4.5. Syllabus:***1. Introduction to programming languages; 2. Python basics; 3. Variables and data types; 4. Code readability; 5. Programming methodologies; 6. Control structures; 7. Repetition structures; 8. Functions and modules; 9. Strings; 10. Reading and writing data in persistent storage; 11. Basic data structures: arrays, lists, dictionaries, tuples; 12. Basic algorithms: sorting and dichotomic search, dictionaries traversals; 13. Programming structure and design; 14. Libraries for data handling and visualization. 15. Selection of fundamental scientific algorithms relevant for the area of the program (physics, biology, etc).***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***O programa inclui os conceitos fundamentais que permitem perceber as características da linguagem Python e perceber como se deve usar essa linguagem para desenvolver pequenos programas com sucesso.**As questões da qualidade do código e das metodologias de programação são apresentadas isoladamente no programa. No entanto, são questões que se destinam a ser discutidas ao longo da disciplina, começando logo a ser introduzidas nas primeiras aulas teóricas e ser usadas nas primeiras aulas práticas.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The syllabus includes the fundamental concepts that support the understanding of the Python language and the understanding of how to use this language to successfully develop small programs.**The issues of code quality and of programming methodologies are shown separately on the course syllabus. However, these are issues that are to be discussed during the course, starting from the first lectures.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Esta cadeira tem um forte caráter aplicado e a nota final depende da capacidade de resolver problemas de programação práticos usando a linguagem Python.**Nas aulas teóricas, os conceitos fundamentais da cadeira são transmitidos, exemplificados e discutidos. Nas aulas práticas, os alunos resolvem pequenos problemas onde aplicam os conceitos e técnicas estudados. Parte desses problemas estarão disponíveis num sistema de avaliação automática de programas (Mooshak).**O projeto final da cadeira é realizado parcialmente nas aulas práticas e parcialmente fora das aulas. O projeto final é*

importante pois destina-se a sedimentar tudo o que se aprendeu ao longo da disciplina e a ganhar desenvoltura na resolução de programas de programação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course has a strong applied component and the final grade depends entirely on the ability to solve practical programming problems using the Python language.

In the lectures, the fundamental concepts of the course are transmitted, exemplified and discussed.

In the lab classes, the students solve small problems, applying the concepts and techniques learned. Some of these problems will be available in a automatic program evaluation system (Mooshak).

The final project is partially developed in the lab classes and partially outside classes. The final project is important because it should help settling all that has been learned during the course and gain practice in solving programming problems.

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

Nas aulas teóricas os alunos são iniciados nos conceitos e técnicas da disciplina. Pretende-se promover a construção do conhecimento e também desenvolver alguma capacidade de análise crítica na procura de qualidade.

A solidificação dos conhecimentos, aptidões e competências ocorre de forma mais essencial nas aulas práticas e durante a execução dos projeto final da cadeira. Os exercícios e o projeto cobrem quase toda a matéria e incluem desafios que conduzem os alunos a compreender melhor os conceitos e a usá-los de forma apropriada.

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

In the lectures, the students are initiated into the concepts and techniques of the course. The first goal is to develop the knowledge construction and the second goal is to develop some critical analysis capability in the search for quality.

The consolidation of knowledge, abilities and skills occurs most essentially in the lab classes and during the development of the final programming projects. The exercises and the project cover almost the entire contents of the course; some of these exercises and projects include challenges that lead students to a better understanding of the concepts and to use them appropriately.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Think Python, Allen B. Downey, 2nd edition, O'Reilly, 2015.

Fundamentals of Python: First Programs, Kenneth A. Lambert, 1st Edition, 2011.

Mapa IV - Genética Molecular B

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Genética Molecular B

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Molecular Genetics B

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

B

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

161

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:36

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):

Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista - T:21; PL:36

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):***Alunos deverão compreender os mecanismos principais de organização de genomas e de expressão génica. Integrar os conhecimento na compreensão da regulação da expressão. Análise crítica de processos de regulação e relação genótipo-fenótipo.**Conhecimento de técnicas de manipulação e estudo de DNA e RNA. Prática e compreensão dos passos fundamentais e basilares da manipulação e estudo de ácidos nucleicos.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Students should understand the main mechanisms involved in genome organization and in gene expression. Integrate the acquired knowledge toward understanding of gene expression regulation. Critical analysis of the processes of regulation and relation between genotype-phenotype.**Knowledge of techniques for manipulation and characterization of DNA/RNA. Practical experience and understanding of the main steps of nucleic acid manipulation and characterization.***4.4.5. Conteúdos programáticos:****TEÓRICAS***Cromossomas e organização genética, Cromatina**Organização e evolução do genoma (Genes)**Regulação da Transcrição em Eucariontes: RNA, síntese e processamento do mRNA; Factores de transcrição;**Influência da cromatina na transcrição: Heterocromatina e Eucromatina; Metilação e imprinting; Processamento de mRNA,**Splicing (alternativo e skipping de exões), edição. Estabilidade e tradução do mRNA no citoplasma: Região 3'UTR; NMD, siRNA e miRNA**Mecanismos moleculares e Cancro – genes supressores de tumores, LOH e TSG; haploinsuficiência;**AULAS PRÁTICAS: Purificação de DNA & RNA total de células eucariontes; PCR***4.4.5. Syllabus:***Genome organisation: structure of eukaryotic chromosomes. Histones and chromatin. Genome evolution: genes, gene duplication and evolution, introns, pseudogenes.**Replication in eukaryotes.**Transcription in eukaryotes: Synthesis and mRNA processing; incitation, promoters, enhancers, repressors.**Transcription factors. Chromatin and transcription regulation: heterochromatin and euchromatin, positional effect, histone regulation.**Methylation and imprinting; mRNA processing; splicing and alternative splicing and exon shuffling/skipping.; RNA edition.**mRNA maturation: 3'UTR/5'UTR; NMD; RNAi.**Tumorigenesis: gene alterations in cancer; proto-oncogene and tumour suppressor gene (activation, TSG and LOH, haploinsufficiency; p53 and cell cycle control.**Total RNA purification (eukaryotic); PCR (nested, competitive and quantitative).***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Cada ponto dos objetivos e dos resultados de aprendizagem são endereçados por um ou mais pontos do programa de forma integrada. Programa e conteúdos elencados de acordo com os programas de UCs afins (integração de conhecimentos e competências) e fortemente apoiados na estrutura da bibliografia.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Each objective and learning outcome addressed by one or more of the program in an integrated way. The program and content are organized taking into account the remaining UCs within the study cycle (knowledge and skill integration), which are supported by the bibliography structure.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Aulas teóricas**Aulas laboratoriais - aplicação conhecimentos na prática; trabalhos práticos; apresentação e discussão de relatórios [Obrigatórias]**Aulas Dúvidas/Resolução de Problemas [Obrigatórias]**Avaliação teórico-prática (ATP) – 60% - dois testes com conteúdo teórico e prático ou exame (Recurso) com conteúdo teórico e práticos a realizar pelos alunos que optem por avaliação por Exame ou não tenham obtido aprovação na componente ATP contínua.**Avaliação laboratorial (AL) – relatório trabalhos laboratoriais em grupo [15%]; discussão personalizada de relatório [15%]**Avaliação sumativa (AS) – 10% - individual em todas as sessões práticas e teórico-práticas***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***Lectures with ppt presentation**Lab work (hands on)**Theoretical and practical assessment (ATP) - 60%- two tests with theoretical and practical content or Exam (Recurso) with theoretical and practical content to be performed by students who choose to assessment by Exam or have not passed the continuous ATP component.**Laboratory evaluation (LA) - report group laboratory work [15%] and custom report discussion [15%]**Summative Assessment (AS) - 10%- individual in all practical and theoretical-practical sessions*

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

Objetivos atingidos pela exposição TP e pela incorporação dos conteúdos nas aulas práticas laboratoriais.

Aulas laboratório (incluindo relatório e discussão) é obrigatório para todos os alunos sem frequência. Discussão dos relatórios em articulação com conteúdos teóricos.

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

Objectives and learning outcomes targeted by lectures and via incorporation into skills in lab sessions.

Lab (including report and discussion) is required for all students without attendance. Discussion of reports in connection with content of lectures.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Baptista, P.V. Protocolos trabalhos práticos 2. DARNELL, J.E: et al – *Molecular Cell Biology, Fifth Edition, Sci. Amer. Books, W.H. Freeman and Co., N.Y., 2003* 3. DARNELL, J.E: et al – *Molecular Cell Biology, Fourth Edition, Sci. Amer. Books, W.H. Freeman and Co., N.Y., 1999* 4. VIDEIRA, A. - *Engenharia Genética, Princípios e Aplicações, Lidel, 2001* 5. LEWIN, B. – *GENES VII, Oxford Uni. Press, USA, 2000* (ou edições posteriores - VIII, IX); 6- Arraiano, CM; et al - *O Mundo do RNA, Lidel, Lisboa, Portugal, 2007*

Mapa IV - Toxicologia Celular e Molecular**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Toxicologia Celular e Molecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cellular and Molecular Toxicology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

B

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

167

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; TP:20; PL:9

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):

Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista – T:21; TP:20; PL:9

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 permitam: Capacidade de discussão e análise crítica de situações envolvendo estudos de toxicologia molecular.

Desenvolvimento de competências de trabalho e discussão em grupo.

Espera-se ainda que no final desta unidade curricular os alunos:

i) ter adquirido competências sobre os princípios teóricos de Toxicologia.

ii) ter adquirido competências sobre os princípios teóricos relativos aos processos bioquímicos e celulares em toxicologia, nomeadamente toxicodinâmica e toxicocinética.

iii) adquirido conceitos sólidos relativos aos processos de biotransformação das substâncias químicas.

iv) desenvolvido conhecimento relativo às diferentes formas de exposição de substâncias químicas e dos mecanismos envolvidos na absorção, distribuição e excreção.

v) adquirido capacidade de analisar e integrar os resultados obtidos.

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

Capacity for discussion and critical analysis of situations involving molecular toxicology studies.

Development of working competence and group discussion.

It is expected that at the end of this course, the students have:

i) acquired skills on the theoretical principles of Toxicology.

ii) acquired skills on the theoretical principles concerning biochemical and cellular processes in toxicology, including toxicodynamic and toxicokinetics.

iii) obtained solid concepts relating to the biotransformation processes of chemical substances.

iv) developed knowledge about the different forms of exposure to chemicals and mechanisms involved in the absorption, distribution and excretion.

v) acquired ability to analyze and integrate obtained results.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Principais formas e vias de exposição do Homem a compostos tóxicos. Mecanismos de toxicidade. O conceito de dose e a relação dose-resposta. Toxicidade aguda e toxicidade crónica. Definição dos parâmetros de avaliação toxicológica. Biodisponibilidade de xenobióticos. Toxicocinética e toxicodinâmica. Biotransformação. Testes de toxicidade in vivo e in vitro. Mecanismos moleculares de toxicidade. Toxicidade dirigida a diferentes órgãos do Homem (e.g. sistemas nervoso, imunitário e reprodutor). O processo de cancerigénese: Reparação do DNA e cancerigénese. Mecanismos celulares e moleculares envolvidos nas etapas do processo de cancerigénese. Oncogenes e genes supressores de tumores. Toxicologia Genética: Ensaios de curto-termo em toxicologia genética. Análise molecular de mutações.

Avaliação de riscos toxicológicos.

Aulas lab: Análise de biomarcadores como parâmetros de toxicidade: Atividade da GST; peroxidação lipídica e quantificação total de proteínas pelo método de Bradford

4.4.5. Syllabus:

Main forms and routes of exposure of human to toxic compounds. Mechanisms of toxicity. The concept of dose and dose-response relationship. Acute and chronic toxicity. Definition of toxicological parameters. Bioavailability of xenobiotics.

Toxicokinetics and toxicodynamics. Biotransformation. In vivo and in vitro toxicity assays. Molecular mechanisms of toxicity. Toxicity addressed to different organs of the human (e.g. nervous and reproductive systems, immune system). The process of carcinogenesis: Relation between mutagenesis and carcinogenesis. DNA repair and carcinogenesis. cellular and molecular mechanisms involved in the stages of carcinogenesis process. Oncogenes and tumor suppressor genes. Genetic toxicology: Short-term tests. Molecular analysis of mutations. Toxicological risk assessment

Laboratorial classes: biomarker analysis as toxicity parameters: Activity of GST; lipid peroxidation.

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

O conteúdo programático está em consonância com os objetivos da unidade curricular, abordando os principais conceitos de toxicologia; a disponibilidade, distribuição, excreção e biotransformação; a toxicidade não dirigida e dirigida ao órgão; a toxicologia do desenvolvimento; agentes tóxicos, aplicações e técnicas da toxicologia.

Procurando-se transmitir ao aluno conhecimentos sólidos e complementares nesta área. Os temas selecionados são apresentados ao longo da unidade curricular e visam obter conhecimento dos diversos conteúdos acima indicados. Cada trabalho dos alunos é sobre um sistema de toxicidade em sistemas biológicos. Conceitos introdutórios em aulas expositivas. A integração dos conhecimentos é realizada na avaliação da toxicidade de um agente.

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

The program is in line with the objectives of the course, covering the main concepts of toxicology; the availability, distribution, biotransformation and excretion; toxicity directed or not to body organs; toxicology of development; toxic agents, applications and techniques of toxicology. It looks to transmit to the student solid and complementary expertise in this area. Selected topics will be presented along the course and aim to get knowledge of various contents above. Each student is working on a system of toxicity in biological systems. Introductory concepts in lectures. The integration of knowledge is performed by evaluation of the toxicity of an agent.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Frequência (i) Através da frequência obrigatória a todas as sessões de laboratório (faltas terão de ser devidamente justificadas)

(ii) entrega de 1 relatório final (por grupo)

iii) discussão do relatório

iii) Apresentação tema/Avaliação da componente prática (30%)

i) Avaliação do Relatório (2/3)

ii) apresentação/discussão de relatório (1/3)

Avaliação TP

i) apresentação de tema e discussão (20%)

Avaliação da componente teórica (50%)

i) testes teóricos - 2 testes teóricos (>7/20); nota subtotal é a média dos dois testes.

ii) Exame final (>9.5 /20). A aprovação à disciplina requer nota ≥ 50% do valor de cada componente.

Melhoria - prova oral sobre todo o programa

Qualquer item omissos será decidido pelos Responsáveis/Regentes da UC.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Frequency (i) Through compulsory attendance at all laboratory sessions (absences must be duly justified) (ii) Delivery of 1 final report (per group)

iii) discussion of the report

iii) Presentation theme Assessment of the practical component (30%)

i) Report evaluation (2/3)

ii) report presentation / discussion (1/3)

TP grade

i) theme presentation and discussion (20%)

Evaluation of the theoretical component (50%) i) theoretical tests - 2 theoretical tests (> 7/20); subtotal grade is the average of the two tests iii) Final exam (> 9.5 / 20) Passing the course requires a grade $\geq 50\%$ of the value of each component.

Improvement - oral test over the entire program

Any missing items will be decided by the UC Heads / Regents.

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

A metodologia de ensino é coerente com os objetivos da unidade curricular de Toxicologia.

- Nas aulas teóricas serão lecionados os princípios teóricos de cada matéria;

- Nas aulas TP serão apresentados pelos alunos temas de toxicologia, na forma de seminário

- Nas aulas P os alunos aplicam técnicas e ensaios utilizados em estudos de toxicidade.

Pretende-se assim que os alunos melhorem a vertente experimental, em particular a análise e interpretação de resultados e comparação com o descrito na literatura.

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

The teaching methodology is consistent with the objectives of the Toxicology course.

- In lectures the theoretical principles of each subject will be taught;

- In TP classes several topics on toxicology will be presented by the students, as seminars

- In P classes students perform techniques used in toxicity assays.

The aim is to improve the student's experimental skills, in particular the analysis and interpretation of results and their comparison with literature.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Casarett and Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons, Sixth Edition. Int. Ed, McGraw-Hill, NY 2001.

Hodgson, Ernest. A textbook of modern toxicology / Ernest Hodgson.—4th ed. 2010. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey

Manham SE. Toxicological chemistry and biochemistry / by Stanley E. Manahan.— 3rd ed. CRC- Lewis Press, Boca raton, Florida. 2003

Principles and Methods of Toxicology, A Wallace Hayes eds, Fourth edition, Taylor & Francis, 2001.

Principles of biochemical toxicology / by John A. Timbrell. —4th ed. 2009 by Informa Healthcare USA New York, NY

Mapa IV - Sistemas Lógicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Lógicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Logical Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

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:42

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 Filipe Santos Gomes - T:28; PL:42

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):**

Descrever sistemas digitais combinatórios através de expressões algébricas booleanas, tabelas de verdade e esquemáticos. Aplicar metodologia de síntese de circuitos combinatórios. Converter números entre diferentes bases de numeração, tais como decimal, binário, hexadecimal e octal. Analisar métodos de decomposição modular de circuitos combinatórios, incluindo circuitos de aritmética binária. Aplicar técnicas expeditas de desenho de contadores. Aplicar metodologia de síntese de máquinas de estados síncronas, partindo de diagramas de estado. Realizar sistemas digitais de reduzida/média complexidade através da sua decomposição em parte de dados e de controlo.

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

Describe digital systems through combinatorial Boolean algebraic expressions, truth tables, and schematics. Apply methodology for synthesis of combinational circuits. Convert numbers between different base numbering, such as decimal, binary, hexadecimal and octal. Analyze methods of modular decomposition of combinational circuits, including circuits for binary arithmetic. Apply techniques for expeditious design of counters. Apply methodology for synthesis of synchronous state machines, starting from state diagrams. Implement digital systems with low/medium complexity using its decomposition into control and data parts.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Álgebra de Boole; Tabelas de verdade.
- Funções lógicas: Formas canónicas; Simplificação de funções; Mapas de Karnaugh; Método de Quine-McCluskey.
- Sistemas de numeração.
- Aritmética binária: Soma e subtração; Compl. para 2 e para 1; Multiplicação e divisão.
- Circuitos combinatórios elementares.
- Elementos de memória biestáveis: flip-flop JK, D T.
- Circuitos sequenciais: Noção de sistema síncrono e assíncrono; Registos; Desenho expedito de contadores.
- Máquinas de estado síncronas: Diagramas de estado, Síntese.
- Memórias; Dispositivos de lógica programável.
- Introdução a arquiteturas de transferência entre registos: decomposição em partes de controlo e de dados; introdução aos microprocessadores.

4.4.5. Syllabus:

- Boolean algebra; Truth tables.
- Logical functions: Canonical representations; Function minimization; Karnaugh maps; Quine-McCluskey method.
- Numerical systems: conversions.
- Binary arithmetic: Addition and Subtraction; Two's-Complement; One's-Complement; Multiplication and division.
- Basic combinatorial circuits.
- Memory elements: Flip-flop JK, D and T.
- Sequential circuits: Synchronous and asynchronous circuits' concepts; Registers. Counter design.
- Synchronous state machines: State diagrams; Synthesis.
- Memories; Programmable logic devices.
- Introduction to register transfer architectures: decomposition in control and data parts; introduction to microprocessors.

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

Os objetivos de aprendizagem indicados e a sequência dos conteúdos programáticos previstos estão diretamente associados, permitindo ir adquirindo gradualmente competências intermédias que suportarão o atingir do último objetivo referido, de elevada relevância para um engenheiro informático, uma vez que permite deixar clara a visão hardware das arquiteturas computacionais que serão posteriormente utilizadas pelos alunos. Os conteúdos programáticos previstos encontram-se estruturados em quatro grupos, nomeadamente conceitos introdutórios, análise de módulos combinatórios, análise de circuitos sequenciais e análise de circuitos digitais de reduzida/média complexidade obtidos através da sua decomposição em parte de controlo e parte de dados. Os objetivos de aprendizagem identificados permitem ir verificando a obtenção de competências ao longo dos conteúdos apresentados.

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

The foreseen learning outcomes and the provided topics sequence of the syllabus are directly associated, allowing gradually acquiring intermediate skills that will support the last referred goal. This is of high relevance for a computer engineer, since it allows to clarify the hardware vision of the computing architectures that will later be regularly used by students. The provided syllabus are structured into four groups, including introductory concepts, combinatorial analysis modules, circuit analysis sequential, and small / medium complexity digital circuit analysis obtained by its decomposition into control and data parts. The identified learning outcomes allow checking achievement of specific skills, as it is possible a direct association between learning outcomes and those groups within the proposed syllabus.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Considera-se uma aula teórica de 2h/sem e uma aula prática (3 horas/sem). As aulas teóricas são aulas de exposição onde se fomenta a discussão de temas, permitindo dar ênfase diferenciada em aspetos conceituais, bem como tecnológicos. As aulas práticas são aulas de laboratório, permitindo dar ênfase diferenciada em vários aspetos, nomeadamente a

resolução de exercícios, a utilização de ferramentas computacionais de simulação e síntese de sistemas digitais, e a experimentação física através da implementação de circuitos digitais utilizando circuitos elementares discretos, bem como dispositivos de lógica programável (FPGA). Cada grupo de trabalho recebe uma placa de experimentação (com uma FPGA) permitindo a experimentação fora do laboratório.

A avaliação é garantida através de 2 testes individuais ou exame final (componente teórica), um conjunto de perguntas curtas com o apoio do moodle (avaliação contínua) e a realização de um mini-projeto em grupos de 2 ou 3 alunos (componente prática).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Contact with students is accomplished in one lecture of 2h / wk. and one lab class (3 hours / week).

The lectures are classes where exposure promotes discussion of topics, allowing emphasizing different aspects at conceptual and technological levels.

The laboratory classes allow integration of different emphasis on several aspects, such as problem solving, the use of computational tools for simulation and synthesis of digital systems, and physical experimentation by implementing digital circuits using discrete elementary circuitry as well as programmable logic devices (FPGA). Each group receives one experimentation board (with one FPGA) allowing testing outside the laboratory.

The evaluation is guaranteed through 2 individual tests or final exam (theoretical component), a set of short questions with moodle support (continuous assessment) and conducting one mini-project in groups of 2 or 3 students (practical component).

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

Complementando a aquisição de conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes ao nível concetual, é dada uma ênfase especial ao nível da experimentação e da utilização de tecnologias de implementação de circuitos digitais, permitindo reduzir a distância normalmente observada nos estudantes quando se trata de "mexer" diretamente com dispositivos físicos. Para isso todos os grupos de trabalho (constituídos tipicamente por três estudantes) recebem um kit de experimentação constituído por um dispositivo lógico programável de complexidade média (uma FPGA), sendo possível a sua utilização fora do laboratório de aulas e sua integração nos processos de estudo autónomo dos estudantes. Desta forma, a resolução analítica de problemas propostos é complementada com a experimentação associada, permitindo aumentar os níveis de sucesso na aprendizagem.

Assim, os objetivos de aprendizagem indicados são plenamente suportados pela metodologia de ensino proposta.

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

Complementing the acquisition of knowledge, skills and competencies developed by students at the conceptual level, a special emphasis is given to the experimentation level, as well as to the use of digital circuitry implementation technologies, reducing the distance usually observed in students when it comes to "play" directly with physical devices. For that, all groups of students (typically composed of three students) receive an experimentation kit equipped with a programmable logic device of medium complexity (an FPGA), which can be used outside of the lab classes, and be completely integrated in the processes of students' autonomous study. In this way, the analytical resolution of problems is complemented with associated experimentation, enabling improving levels of success in the learning process.

Thus, the learning objectives listed are fully supported by the teaching methodology proposed.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Digital Logic Circuit Analysis & Design - Victor P. Nelson, H. Troy Nagle, J. David Irwin, Bill D. Carroll - Prentice Hall - ISBN 0-13-463894-8

Logic and Computer Design Fundamentals - M. Morris Mand, Charles Kime - Prentice-Hall - ISBN 0-13-182098-2

Digital Design - Principles and Practice - John F. Wakerly - Prentice-Hall - ISBN 0-13-082599-9

****Em português:*

Circuitos Digitais e Microprocessadores - Herbert Taub - McGraw-Hill - ISBN 0-07-066595-8

Mapa IV - Teoria de Sistemas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Teoria de Sistemas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Systems Theory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EEC

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP: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):***Fernando José Almeida Vieira do Coito - TP: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):*Inculir no estudante capacidades de iniciativa, espírito crítico, autonomia e concretização. O estudante adquire capacidades de: domínio de conceitos e ferramentas analíticas para análise de sistemas dinâmicos lineares e projetar a sua integração em sistemas de controlo por retroação.**Objetivos:**Saber*

- *Conceitos fundamentais em análise do comportamento no tempo e na frequência de sistemas dinâmicos lineares SISO*
- *Domínio das ferramentas analíticas para projeto de sistemas de controlo por retroação*
- *Conceitos básicos de ferramentas computacionais para análise de sistemas SISO e projeto de sistemas de controlo*

Fazer

- *Modelação de problemas de análise de sistemas lineares SISO*
- *Desenvolvimento de projeto de sistemas de controlo por retroação de sistemas lineares SISO*
- *Utilização de ferramentas computacionais para apoio à sua resolução*

Soft-Skills / Soft Skills

- *Aprender a trabalhar em grupo, de forma colaborativa*
- *Rigor e capacidade analítica*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The course aims to instill in the student skills of initiative, critical thinking, autonomy and achievement. The student acquires the following skills: mastery of concepts and analytical tools for analysis of linear dynamic systems and design their integration into feedback control systems.**Objectives:**To know*

- *Fundamental concepts in time and frequency behavior analysis of SISO linear dynamic systems*
- *Mastery of the fundamental tools for the design of feedback control systems, considering specifications of behavior in time and / or frequency.*
- *Basic concepts of computational tools for SISO system analysis and control system design.*

To do

- *Modeling SISO linear system analysis problems*
- *Design development of SISO linear feedback control systems according to given specifications*
- *Use of computational tools to support its resolution*

Soft-Skills / Soft Skills

- *Learn to work in groups collaboratively*
- *Accuracy and analytical ability*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*1. Introdução aos sistemas dinâmicos:**1.1. Introdução aos sinais e aos sistemas**1.2. Alguns sinais de teste**1.3. Propriedades dos sistemas.**1.4 Introdução aos sinais e sistemas a tempo discreto.**2. Principais conceitos Matemáticos:**Transformada de Laplace: Definição e Propriedades. Transformada Laplace inversa.**3. Comportamento de sistemas dinâmicos:**3.1. Sistemas de 1.ª ordem**3.2. Sistemas de 2.ª ordem**3.3. Sistemas de ordem superior**4. Estudo de sistemas de controlo no domínio do tempo:**4.1. Retroação e Seguimento**4.2. Estabilidade.**4.3. Controladores PID**5. Estudo de sistemas de controlo no domínio da frequência:**5.1. Resposta em frequência e diagramas de Bode*

- 5.2. A relação entre a resposta em frequência e o comportamento dos sistema; Especificações de sistemas de controlo
- 5.3. Critério de Nyquist
- 5.4. Os conceitos de Margem de Ganho e de Fase.

4.4.5. Syllabus:

1. Introducing dynamic systems:
 - 1.1. Introduction
 - 1.2. Relevant test signals
 - 1.3. System properties (linearity, time invariance, causality)
 - 1.4. Dynamic systems 1.5 Introduction to the discrete-time signals and systems.
2. Mathematics:
 - 2.1. Complex numbers
 - 2.2. Laplace transform
3. Time analysis:
 - 3.1. First order systems
 - 3.2. Second order systems
 - 3.3. Higher order systems
4. Control systems in the time domain:
 - 4.1. Feedback
 - 4.2. Set-point tracking
 - 4.3. Stability.
 - 4.4. PID controllers
5. Control systems in the frequency domain:
 - 5.1. Frequency behavior and Bode diagrams
 - 5.2. The relationship between time and frequency; Control system specifications
 - 5.3. Nyquist criterion
 - 5.4. Gain and phase margins

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

Os estudantes apreendem num semestre um conjunto de ferramentas analíticas numa sequência lógica semelhante ao processo da resolução de um problema de controlo: modelação, análise, especificação, projeto e validação. O programa proposto pretende ir gradualmente desde a introdução aos sinais e sistemas à utilização prática de sistemas lineares. A sequência de conteúdos programáticos segue uma linha lógica muito direta, que se pode dividir nas seguintes fases:

- Introdução aos conceitos fundamentais de sinais e sistemas;
- Transformada de Laplace e sua aplicação;
- Desenvolvimento de um modelo da instalação a partir da física do problema;
- Compreensão e análise da dinâmica da instalação;
- Especificação do desempenho desejado;
- Técnicas de desenvolvimento dos sistemas de controlo.

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

In a semester students are acquainted to a set of analytical tools in a logical sequence similar to the process of solving a control problem: modeling, analysis, specification, design and validation.

The proposed program aims to move gradually from the introduction of signals and systems to the practical use of linear systems. The sequence of syllabus follows a very straightforward logical line, which can be divided into the following phases:

- Introduction to fundamental concepts of signals and systems;
- Laplace transform and its application;
- Development of a model of the installation from the physics of the problem;
- Comprehension and analysis of installation dynamics;
- Specification of desired performance;
- Techniques for developing control systems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina está organizada em aulas teórico-práticas e aulas práticas laboratoriais. As aulas estão estruturadas em unidades semanais, em que os conceitos são introduzidos na aula teórico-prática. Na aula prática o domínio de conceitos é completado, através de trabalhos práticos. Cada conjunto de aula teórico-prática+prática-laboratorial visa a compreensão de um tema.

A avaliação tem duas componentes: Teórico-prática (TP) e Laboratorial (L). A aprovação pode ser obtida através de testes (2 testes com igual peso) ou por exame final.

Tanto os testes como o exame avaliam ambas as componentes (TP:75% e L:25%). A avaliação da componente L será baseada nos trabalhos propostos para as aulas de laboratório.

No final de cada aula prática será realizado um questionário sobre a atividade realizada na aula. Os alunos que responderem aos questionários nas aulas ficam dispensados de responder à componente laboratorial dos testes correspondentes, o mesmo sucedendo com o exame.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is organized in theoretical-practical classes and laboratory practice classes. The classes are structured as a weekly unit, in which the concepts are introduced in the theoretical-practical class. In practical class the comprehension and use of concepts is completed through practical work. Each set of theoretical-practical + laboratory-practical classes aims at understanding a theme.

The evaluation has two components: Theoretical-practical (TP) and Laboratory (L). Approval can be obtained through tests (2 tests of equal weight) or by final exam.

Both the tests and the exam evaluate both components (TP: 75% and L: 25%). The evaluation of component L will be based on the work proposed for laboratory classes.

At the end of each practical class there will be a questionnaire over the activity performed in class. Students who answer the questionnaires in class are exempt from answering the laboratory component of the corresponding tests, and the same applies on the exam.

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

A disciplina pretende assegurar aos estudantes a compreensão e capacidade de usar um conjunto de ferramentas analíticas essenciais à atividade de um engenheiro. Pretende-se também que os estudantes dominem as principais ferramentas computacionais, usadas para análise e projeto em controlo de sistemas dinâmicos.

Estes objetivos são realizados através de três fases de aprendizagem

- 1. Os estudantes são confrontados com os conceitos e ferramentas analíticas. Usa-se uma abordagem construtiva, utilizando recursivamente conceitos já adquiridos para a elaboração de novo conhecimento.*
- 2. Os estudantes são confrontados com a necessidade de usarem os novos conhecimentos e capacidades para a resolução de problemas, com o apoio do docente.*
- 3. Os estudantes realizam, autonomamente, atividades destinadas a consolidar a compreensão dos temas e a habilitá-los a resolver problemas reais.*

Cada um dos temas tratados na disciplina é apreendido através deste processo, conduzindo o estudante através de um percurso compreensão – aplicação, essencial no estudo e desenvolvimento de sistemas de controlo.

A componente analítica inerente aos temas tratados induz a necessidade de rigor na resolução dos problemas. A realização de atividade de projeto leva o estudante a perceber a importância prática do rigor analítico requerido.

A realização de atividade experimental induz no estudante a aquisição de competências tanto analíticas, como computacionais, realçando a sua interdependência.

Uma parte do esforço exigido pela disciplina é realizado como trabalho colaborativo ou em grupo.

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

The course aims to ensure students the understanding and ability to use a set of analytical tools essential to the activity of an engineer. It is also intended that students master the main computational tools used for analysis and design in dynamic systems control.

These objectives are achieved through three stages of learning.

- 1. Students are confronted with analytical concepts and tools. A constructive approach is used, recursively using concepts already acquired for the elaboration of new knowledge.*
- 2. Students are confronted with the need to use new knowledge and problem-solving skills with the support of the teacher.*
- 3. Students independently undertake activities aimed at consolidating understanding of the subjects and enabling them to solve real problems.*

Each of the subjects covered in the course is learned through this process, leading the student through an understanding - application path, essential in the study and development of control systems.

The analytical component inherent to the topics addressed induces the need for rigor in problem solving. The completion of project activity leads the student to realize the practical importance of the required analytical rigor.

The performance of experimental activity induces in the student the acquisition of both analytical and computational skills, emphasizing their interdependence.

Part of the effort required by the discipline is done as collaborative or group work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia recomendada/ Recommended reading:

- Franklin;-- Powell;-- Emami-Naeini, *Feedback Control of Dynamic Systems*, Addison-Wesley

Bibliografia alternativa/Alternative Bibliography:

- B. J. Kuo, *Automatic Control Systems*, Prentice-Hall
- Katsyhiko Ogata, *Modern Control Engineering*, Prentice-Hall
- Katsyhiko Ogata, *System Dynamics*, Prentice-Hall

Aulas teórico-práticas e Aulas de prática-laboratorial:

- Folhas cobrindo todo o programa, incluindo para cada semana:
- Introdução aos conceitos e sua aplicação
- Trabalhos de Laboratório
- Coleção de Problemas

Theoretical-practical classes and Laboratory-practical classes:

- Document covering the whole syllabus, including for each week:
 - Introduction to concepts and their application
 - Laboratory Works
 - Problem Collection

Mapa IV - Programa de Iniciação à Investigação Científica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Programa de Iniciação à Investigação Científica***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Undergraduate Research Opportunities Program***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EMt***4.4.1.3. Duração:***Trimestral / Trimester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***80***4.4.1.5. Horas de contacto:***OT:7***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):***Isabel Maria Mercês Ferreira - OT:7***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):**

O Programa de Introdução à Investigação Científica (PIIC) visa promover a participação de estudantes, desde cedo na sua formação, em projetos de investigação científica coordenados por docentes e investigadores da faculdade. Através do programa, o estudante que dele participe deverá ter contacto com práticas de investigação científica e adquirir conhecimento do modo de funcionamento de projetos de investigação. Desenvolverá aptidões de apresentação e explicação de resultados científicos, e competências transversais de trabalho em grupo, de comunicação escrita e oral, e aprendizagem em autonomia. Deverá ainda adquirir conhecimentos e, eventualmente, aptidões técnicas específicas na área concreta do projeto em que o estudante esteja envolvido.

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

The Undergraduate Research Opportunities Program (UROP) program aims at promoting the participation of students, since early in their academic career, in research projects developed by academic staff of the faculty. Through UROPs, the student will have contact with scientific research environment and gain knowledge of how research projects work. The student will develop skills in presenting and explaining research results, and transferable skills of working in teams, oral and written communication, and independent learning. Depending on the specific project chosen by the student, (s)he will acquire specific knowledge on the subject area and, possibly, also some specific technical skills in the project area.

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Os conteúdos programáticos específicos dependem do projeto concreto escolhido pelo estudante no programa.***4.4.5. Syllabus:***The concrete syllabus depends on the specific project chosen by the student in the program.***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):

A comissão científica do curso mantém uma lista de ofertas de participação de estudantes em projetos de investigação, no âmbito do Programa de Introdução à Investigação Científica. Cada entrada nessa lista deverá apresentar o projeto em que o estudante será enquadrado, um plano de trabalhos sumário, e o orientador científico.

O estudante escolhe a participação num dos projetos da lista. Havendo vários estudantes interessados numa mesma participação, cabe ao orientador científico escolher o estudante a participar.

O estudante cumpre o plano de trabalho ao longo do semestre, com especial incidência no período entre o final da época de exames e o início do semestre seguinte, tendo durante esse período orientação tutorial.

A avaliação é feita por relatório final das atividades desenvolvidas, podendo ser complementada com informação do orientador, de avaliação contínua que este tenha feito do trabalho ao longo do semestre.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The scientific committee of the study cycle keeps a list of UROP offers, for the participation of students in research projects. Each entry in the list must present the research project in which the student will be integrated, the work plan for the student, and the name of the scientific supervisor.

The student chooses one of the UROP's offers. If several students choose the same offer, it is up to the supervisor to select one of the students.

The student carries out the work plan along the semester, with special incidence in the period between the end of exams and the beginning of the next semester.

The assessment is made by a final report, describing the activities and results obtained. The assessment can be complemented with further information collected by the supervisor during the activities.

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

A existência de uma oferta atualizada de participação em projetos de investigação científica permitirá de facto, aos estudantes interessados em seguir este programa, a participação em atividades de investigação.

Sendo esta oferta sempre, necessariamente, integrada em projetos de investigação em curso na faculdade, sob a coordenação de docentes ou investigadores, projetos esses que envolvem equipas de investigação, é oferecida ao estudante a oportunidade de trabalho em equipa. Do contacto com a equipa de investigação, que durante o período intercalar (entre o final da época de exames e o início do semestre seguinte) será praticamente diário, resulta necessariamente um contacto e conhecimento das práticas de investigação da equipa. Se o trabalho exigir conhecimentos e/ou aptidões específicas essas terão que ser adquiridas pelo estudante, em autonomia, embora com orientação do docente orientador. As técnicas de comunicação são exigidas, e testadas, para a avaliação final.

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

The existence of an up-to-date list of UROP offers allows interested students to participate in real research activities carried out by academic staff of the Faculty.

Given that the offer must be integrated in ongoing research projects, carried out by teams of researchers, it is guaranteed that the student will work in a team, and necessarily given the opportunity to develop skills of team work. From the contact with the research team, which during the intercalary period (between the end of exams and the beginning of the next semester) will be daily or close to daily, the student will get to know scientific research practices of the project. If the work plan requires specific knowledge and technical skills, these are to be acquired by the student in independent learning, with supervision. The communication skills are required, and assessed, in the final evaluation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Depende do projeto específico escolhido por cada estudante.

Depends on the specific project chosen by the student.

Mapa IV - Programa de Iniciação à Prática Profissional**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Programa de Iniciação à Prática Profissional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Undergraduate Practice Opportunities Program

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Trimestral / Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:7

4.4.1.6. ECTS:

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):***Isabel Maria Mercês Ferreira - OT:7***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 Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP) visa promover a participação de estudantes, desde cedo na sua formação académica, em atividades em ambiente empresarial.**Através do programa, o estudante que dele participe terá contacto com trabalhos de engenharia, no dia a dia, numa empresa. Tomará conhecimento do modo de funcionamento de projetos de engenharia em ambiente empresarial. Desenvolverá competências transversais de trabalho em grupo, de comunicação escrita e oral, e aprendizagem em autonomia.**Deverá ainda adquirir conhecimentos e, eventualmente, aptidões técnicas específicas na área concreta do trabalho que o estudante desenvolve na empresa.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The Undergraduate Practice Opportunities Program (UPOP) program aims at promoting the participation of students, since early in their academic career, in practical activities in non-academic environment. Through UPOPs, the student will have contact with the daily activities of engineering projects in a company. By this contact, the student gets to know how engineering projects develop, in practice. (S)he is expected to develop transferable skills in working in teams, oral and written communication, and independent learning. Depending on the specific work developed by the student in the company, (s)he will acquire specific knowledge on the subject area and, possibly, also some specific technical skills relevant to the placement.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Os conteúdos programáticos específicos dependem do projeto concreto escolhido pelo estudante no programa.***4.4.5. Syllabus:***The concrete syllabus depends on the specific project chosen by the student in the program.***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):***A comissão científica do curso mantém uma lista de ofertas de participação em projetos em ambiente empresarial, no âmbito do PIPP. Cada entrada na lista apresenta o nome da empresa, o projeto em que é enquadrado, um plano de trabalhos sumário, o período em que as atividades são desenvolvidas, e os orientadores na empresa e científico.**O estudante escolhe um dos projetos da lista. Havendo vários interessados numa mesma participação, cabe ao orientador na empresa escolher o estudante a participar.**O estudante cumpre o plano de trabalho com orientação tutorial, no período designado, devendo esse período, em princípio, coincidir com o período entre o final dos exames e o início do semestre seguinte. As atividades de PIPP podem também ser consideradas como parte de estágios mais alargados (e.g. estágios de Verão). A avaliação é feita por relatório onde o estudante descreve as atividades desenvolvidas, podendo ser complementada com informação dos orientadores colhida no decurso do trabalho.***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***The scientific committee of the study cycle keeps a list of UPOP offers, for the participation of students in projects in non-academic environment. Each entry in the list has the name of the company, the project in which the student will be integrated, the work plan, the period in which the activities take place, and the names of the supervisor in the company and the scientific supervisor.**The student chooses one of the UPOP's offers. If several choose the same offer, it is up to the supervisor in the company to select the student. The student carries out the work plan with supervision, in the designated period, which in principles is the period between the end of exams and the beginning of the next semester. UPOP projects can also be considered as part of larger internships in a company (e.g. summer internships). The assessment is made by a final report, where the student describes the activities, and can be complemented with information collected by the supervisors during the period.*

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

A formação da lista de ofertas no âmbito no Programa de Introdução à Prática Profissional, selecionadas pela comissão científica do curso permitirá de facto, aos estudantes interessados em seguir este programa, a participação em atividades em ambiente empresarial.

Através dessa seleção, é garantido que as atividades do estudante, supervisionadas pelo orientador, são integradas em equipas na empresa. Do contacto com a equipa e orientador na empresa, que durante o período das atividades será praticamente diário, resulta necessariamente um contacto e conhecimento das práticas de trabalho de engenharia da empresa. Se o trabalho exigir conhecimentos e/ou aptidões específicas estas terão que ser adquiridas pelo estudante, em autonomia, embora com orientação do orientador científico. As técnicas de comunicação são exigidas, e testadas, para a avaliação final.

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

The UPOP offers, selected by the scientific committee, allow interested students to participate in real projects carried out in non-academic environment.

Through the selection process it is guaranteed that the activities of the student will be integrated in teams in the company. From the contact with the team, and with the supervisor in the company, which will be daily or close to daily, the student will get to know the work practices of the company in engineering projects. If the work plan requires specific knowledge and technical skills, these are to be acquired by the student with independent learning, with supervision from the academic supervisor. The communication skills are required, and assessed, in the final evaluation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Depende do projeto específico escolhido por cada estudante.

Depends on the specific project chosen by the student.

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 possui conteúdos das áreas científicas de Matemática, Materiais, Física, Química, Informática, Ciências Humanas e Sociais, organizados em UC projetadas para dar uma sólida formação de base científico-tecnológica na área das micro e nanotecnologias. O ensino tem um preponderante carácter teórico-prático e laboratorial assente nas vertentes saber e fazer. As atividades práticas laboratoriais são realizadas em grupo, potenciando o desenvolvimento de competências inter-relacionais. Pede-se ao docente que os exemplos de aplicação estejam presentes para que os alunos possam sentir que é importante saber para depois fazer. Por outro lado, o treino do fazer autonomamente a partir de exemplos é parte integrante da formação de qualquer engenheiro. De realçar a inclusão de UC de competências complementares (Perfil Curricular FCT) que permitem ao estudante a aquisição das ferramentas que influenciarão o seu desempenho escolar e, no futuro, o seu desempenho profissional enquanto licenciado.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The curriculum plan has contents of the scientific areas of mathematics, materials, physics, chemistry, informatics, humanities and Social Sciences, organized in CU designed to give a solid scientific and technological background formation in the area of micro and nanotechnologies. Teaching has a preponderant theoretical-practical and laboratorial character based on knowledge and doing. The practical laboratory activities are performed in groups, enhancing the development of relational competencies. The teacher is asked that the practical examples of application are present so that students can feel that it is important to know to do so. On the other hand, the training of doing autonomously from examples is an integral part of the formation of any engineer. Also, to emphasize the inclusion of CU of complementary competences (FCT Curricular Profile) allows students to acquire the tools that will influence their school performance and, in the future, their professional performance while licensed.

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 da 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. Os objetivos de aprendizagem são definidos pelo docente responsável para cada unidade curricular. É função do docente responsável da disciplina fazer uma avaliação cujos resultados façam refletir esses objetivos. Nos casos em que a avaliação não é feita em conformidade com os objetivos de aprendizagem pode levar os alunos a suscitarem dúvidas ao coordenador do curso, e também através dos inquéritos essas questões são levantadas.

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. The learning objectives are defined by the lecturer responsible for each curricular unit. Is a function of the teacher in charge of discipline to do an evaluation, whose results do reflect the learning objectives. In cases where the evaluation is not carried out in accordance with the objectives of learning can lead students to raise questions to the Coordinator of the course and also through the surveys these issues are raised.

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 50% das horas de contacto nas UC com aulas laboratoriais. 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 Projeto de Licenciatura 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).

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

The number of hours of contact dedicated to practical and laboratorial teaching activities is high, corresponding to more than 50% of the hours of contact in the UCs with laboratory classes. The highly practical/laboratorial teaching has always been a bet of the DCM (and also brand of FCT NOVA) as a way to promote "know-how". On the other hand, students are encouraged to participate in seminars and workshops that take place regularly, within the framework of projects in which the DCM participates. Also, the UC of The Bachelor's degree project will allow contact with research activities, for students wishing to do so in a laboratory environment (inclusion in research activities, under ongoing 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:

A Licenciatura em Engenharia de Micro e Nanotecnologias contempla a realização de um total de 180 ECTS, distribuídos por 6 semestres letivos, estando assim em conformidade com o artigo 9.º do Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de março.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

The degree in engineering of Micro and nanotechnologies gazes the realization of a total of 180 ECTS, distributed by 6 academic semesters, thus being in accordance with article 9 of Decree-Law No. 74/2006 of March 24.

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 Micro e Nanotecnologias, tendo sido considerados todos os pontos de vista, dos docentes e alunos, para o que deve ser uma formação de primeiro ciclo o mais abrangente e completa possível na área das Micro e Nanotecnologias.

Após o curso estar em funcionamento este diálogo vai sempre continuar com vista a uma melhoria continua 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, com exceção das da área predominante do curso, 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 Micro and nanotechnology, having been considered all points of View, from teachers and students, to what should be a first-cycle formation as comprehensive and complete as possible in the area of Micro and nanotechnologies.

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, with the exception of the predominant area of the course, 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.

Rui Alberto Garção Barreira do Nascimento Igreja, Professor 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 da Costa Velhinho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciência dos Materiais Especialidade de Materiais Compósitos	100	Ficha submetida
Carlos Jorge Mariano Miranda Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Electrónica	100	Ficha submetida
Elvira Maria Sardão Monteiro Gaspar	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Fernando José Almeida Vieira do Coito	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e Computadores	100	Ficha submetida
Gregoire Marie Jean Bonfait	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física da Materia condensada	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	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Joana Maria Doria Vaz Pinto Morais Sarmento	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 Abreu de Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Microeletrónica / Eng. Electrotécnica e Comp.	100	Ficha submetida
João Pedro Botelho Veiga	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências dos Materiais	100	Ficha submetida
José Luís Toivola Câmara Leme	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Epistemologia das ciências	100	Ficha submetida
Maria do Carmo Proença Caseiro Brás	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática na especialidade de Investigação Operacional	100	Ficha submetida
José Paulo Moreira dos Santos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Luís Miguel Nunes Pereira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Manuel João Dias Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Fotovoltaico	100	Ficha submetida
Maria Adelaide de Almeida Pedro de Jesus	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Maria Cecília Perdigão Dias da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática/ Álgebra	100	Ficha submetida
Maria de Fátima Guerreiro da Silva Campos Raposo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Maria Helena Figueiredo	Professor Associado	Doutor	Ciência dos Materiais - Materiais	100	Ficha

Godinho	ou equivalente		Poliméricos e Mesomorfos		submetida
Maria Manuela Marques Araújo Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química- Química Orgânica	100	Ficha submetida
Maria Teresa Varanda Cidade	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências dos Materiais	100	Ficha submetida
Nuno Manuel Ribeiro Preguiça	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Paula Cristiana Costa Garcia Silva Patrício	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Cândido Barquinha	Professor Associado 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
Rogério Salema Araújo Puga Leal	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Industrial - Sistemas de Gestão	100	Ficha submetida
Rui Alberto Garção Barreira do Nascimento Igreja	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Eng. Materiais / Microelectrónica e Optoelectrónica	100	Ficha submetida
Rui Luís Perry da Câmara Borges	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Rui Jorge Cordeiro Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Vanda Marisa da Rosa Milheiro Lourenço	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Doutoramento em Estatística e Processos Estocásticos	100	Ficha submetida
Ruy Araújo da Costa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	Ficha submetida
Ana Cláudia Madeira Botas Gomes Pimentel	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Nanotecnologias e Nanociências	20	Ficha submetida
Elvira Maria Correia Fortunato	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Eng. dos Materiais, especialidade Microelectronica	100	Ficha submetida
Guilherme António Rodrigues Lavareda	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
João Paulo Heitor Godinho Canejo	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	20	Ficha submetida
Rita Maria Mourão Salazar Branquinho	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Nanotecnologias e Nanociências	100	Ficha submetida
João de Deus Mota da Silva Marques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática- Análise Funcional	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Human Molecular Genetics	100	Ficha submetida
José Luís Capelo Martinez	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química Analítica	100	Ficha submetida
Gracinda Rita Diogo Guerreiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática - Especialidade Estatística	100	Ficha submetida
Maria Paula Baptista da Costa Antunes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia do Ambiente - Sistemas Ambientais	100	Ficha submetida
Luís Filipe Santos Gomes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
João Montargil Aires de Sousa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química / Química Orgânica	100	Ficha submetida
Sérgio Joaquim Raposo Filipe	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biologia	100	Ficha submetida
				4335	

<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.

45

5.4.1.2. Número total de ETI.

43.35

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:	42	96.885813148789

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):	43.35	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	23.35	53.863898500577 43.35
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 43.35

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	41	94.579008073818 43.35
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 43.35

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 responsável por diversos projetos na área dos sensores e microfluídica, áreas de relevo para as micro e nanotecnologias. 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:

The responsibility for coordinating the new cycle of studies is attributed to a professor responsible for several projects in the area of sensors and microfluidic, areas of significance for micro and nanotechnologies. The own faculty, academically qualified, with renowned specialists in the areas involved, holders of international awards such as ERC, allocation of national and European funds for research and development and coordinators of centres of research, ensure the excellence of the teaching and orientation of students in this area of strategic 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 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 Infraestruturas Informáticas, a Divisão de Recursos Financeiros, os órgãos de Gestão (Conselho Executivo, Conselho Científico, Conselho Pedagógico) e a Secção de Acolhimento e 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 Division, Academic Division, Computing Division and Financial Resources Division, together with its Management bodies (Executive, Scientific and Educational councils) and Mobility Section.

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 administrative body that ensures the academic management processes of the study cycle is coordinated by technicians with higher education. The technical staff (of computer support, academic management and bibliographic resources) has higher education or at the level of the 12th year of schooling that allows them to ensure the accomplishment of the tasks appropriately. The DCM technicians have different qualifications, ranging from basic education to higher education, having also attended, especially in the least qualified, training courses/actions appropriate 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 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 LEMN, e onde se destaca a

existência de duas Câmaras Limpas, espaços laboratoriais únicos a nível nacional para o ensino da Microeletrónica. 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 has facilities to ensure the level and quality of the study cycle, adequate to the scientific and pedagogical requirements of excellence. Facilities include classrooms, computer labs for conducting work and laboratory spaces suitable for teaching and research. Among the laboratory spaces, we highlight those of the Department of Materials Science (DCM) and the research centers CENIMAT | i3N and CEMOP | UNINOVA (Center of Excellence in microelectronics and optoelectronics of processes), which will be used for the teaching in LEMN, and highlighting the existence of two clean chambers, unique laboratory spaces at national level for the education of microelectronics. Additionally, the campus is covered by a wireless network, has a library with an approximate area of 6500 m² that allows access to extensive and updated bibliography, and has canteens, bars and university residence with the ability to receive students, but also invited professors and researchers.

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 20 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). Destes, deve-se destacar: SEM-FIB; XPS; FRX; DRX; Raman; FTIR; Elipsometria espectroscópica; Espectroscopia ótica, simuladores solares; vários sistemas de deposição de filmes finos, quer por sputtering e PECVD, quer por técnicas de impressão. 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 curricular units of the study cycle will use equipment and laboratory materials available at FCT NOVA and in the pedagogical spaces of the DCM, as well as in the laboratories of CENIMAT | i3N and CEMOP | UNINOVA. The equipment available in the laboratories of CENIMAT | i3N and CEMOP | UNINOVA constitute a very diversified set, with purchase value that can be estimated at about 5 M €, mainly devoted to research activities, but which will also provide support to laboratory practice classes (in particular the equipment in the clean chambers of the DCM and CEMOP | UNINOVA that will support the UC of Microelectronics: Processes). Of these, it should be highlighted: SEM-FIB; XPS FRX DRX Raman FTIR Spectroscopic Ellipsometry; Optical spectroscopy, solar simulators; various thin film deposition systems, either by sputtering and PECVD, or by printing techniques. All FCT NOVA classrooms are equipped with multimedia projectors and have Internet access.

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	19	https://www.cenimat.fct.unl.pt/
LAQV - Laboratório Associado para a Química Verde / Associated Laboratory for Green Chemistry	Excelente / Excellent	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa/Universidade do Porto	2	https://laqv.requimte.pt/
UCIBIO - Unidade de Ciências Biomoleculares Aplicadas / Applied Molecular Biosciences Unit	Excelente / Excellent	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa/Universidade do Porto	1	https://www.requimte.pt/ucibio/
CTS – Centro de Tecnologia e Sistemas / Centre of Technology and Systems	Muito Bom / Very Good	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa	2	http://www.uninova.pt/cts
UNIDEMI – Unidade de Investigação em Engenharia Mecânica e Industrial / Research Unit	Excelente / Excellent	Faculdade de Ciências e Tecnologia da	1	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/980b2fea-171f-a7a5-527a-5e7dfa2e3274>

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/980b2fea-171f-a7a5-527a-5e7dfa2e3274>

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 MEuros), e o projeto "TREND" (ERC, 1,5 MEuros).

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.

The academic activities are supported by national and international scientific activities developed in the CENIMAT/I3N, and CEMOP | UNINOVA, related to several very significant projects, both national and international, with a funding amount exceeding 20 million euros, including 5 European Research Council (ERC) scholarships.

This fundraising is the result of the excellence of the professors/researchers of the departments involved and the high number of existing national and international collaborations. The link of the DCM to the EIT KIC Raw Materials (European Institute of Innovation and Technology, Knowledge and Innovation Communities). For example, the project DIGISMA (ERC, 3.5 MEuros) and the Project "TREND" (ERC, 1.5 MEuros) are presented.

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:

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 Micro e Nanotecnologias (Mestrado Integrado em Engenharia de Micro e Nanotecnologias).

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

According to the website <http://infocursos.mec.pt/>, in 2018 there is no record of unemployed in the IEFP (Institute of Employment and Vocational training), with higher education in Micro and Nanotechnology Engineering (MSC integrated in Micro Engineering and Nanotechnologies).

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 Micro e Nanotecnologias foi de, aproximadamente, 13%. Saliente-se ainda que o número de candidatos que escolheram este mestrado em primeira opção foi de cerca de 50%.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

According to the site <http://infocursos.mec.pt/>, between 2016 and 2018 the candidate/vacancy ratio for the integrated master in Micro and nanotechnology engineering was, approximately, 13%. It should be emphasized that the number of candidates who chose this master's degree at first option was about 50%.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Não existem ofertas de cursos com perfil curricular semelhante a nível nacional. As formações que poderão ter algumas disciplinas em comum são a Engenharia de Materiais e a Engenharia Eletrotécnica, mas obviamente de forma bastante limitada e sem a abrangência e visão do potencial da micro e nanoescala dadas por esta formação.

Na região de Lisboa o principal concorrente na FCT NOVA é o Instituto Superior Técnico (IST), que leciona um 1.º ciclo em Engenharia de Materiais e de Engenharia Eletrotécnica e Computadores, 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 e em programas doutorais.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

There are no offers of courses with a similar curricular profile at national level. The formations that may have some disciplines in common are the materials engineer and the Electrotechnical engineer, but obviously in a very limited way and without the scope and vision of the potential of the micro and nanoscale given by this training.

In the region of Lisbon, the main competitor in FCT NOVA is the Instituto Superior Técnico (IST), which teaches a 1st cycle in materials Engineering and electrotechnical engineer and computers, in this way, eventual partnerships can be established with this institution. It should be emphasized that, at the level of research, these partnerships already exist, as a result of the participation of professors from FCT NOVA and IST in joint projects of I&D and in doctoral programs.

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 da Microeletrónica e Nanotecnologias tem um grande impacto internacional a nível do Ensino e Investigação, versando áreas temáticas desde as chamadas tecnologias clássicas às novas tecnologias e nanotecnologias, o que faz com que Universidades prestigiadas a nível europeu ofereçam uma formação semelhante. Dão-se alguns exe: MPHIL IN MICRO & NANOTECHNOLOGY ENTERPRISE – UNIVERSITY OF CAMBRIDGE; MSC IN MICRO AND NANOSYSTEMS – ETH ZURICH; MRES IN NANOMATERIALS – IMPERIAL COLLEGE LONDON; MSC IN MATERIALS ENGINEERING AND NANOTECHNOLOGY – POLITECNICO DI MILANO.

Mais informação sobre cursos semelhantes de Universidades de topo podem ser encontrados aqui:

<https://www.postgrad.com/courses/nanotechnology/europe/>; <https://www.postgrad.com/blog/Top-10-Nanotechnology-Masters-Degree-Courses-In-The-UK-and-Europe/>; <https://www.bachelorstudies.com/Bachelor/Nanotechnology/>

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

From a survey conducted on the Internet, it appears that the area of microelectronics and nanotechnologies has a major international impact on education and research, addressing thematic areas from the so-called classic technologies to new technologies and Nanotechnology, which makes prestigious universities at European level offer similar training. There are some examples: MPHIL IN MICRO & NANOTECHNOLOGY ENTERPRISE – UNIVERSITY OF CAMBRIDGE; MSC IN MICRO AND NANOSYSTEMS – ETH ZURICH; MRES IN NANOMATERIALS – IMPERIAL COLLEGE LONDON; MSC IN MATERIALS ENGINEERING AND NANOTECHNOLOGY – POLITECNICO DI MILANO.

More information about similar courses at top institutions can be found here:

<https://www.postgrad.com/courses/nanotechnology/europe/>; <https://www.postgrad.com/blog/Top-10-Nanotechnology-Masters-Degree-Courses-In-The-UK-and-Europe/>; <https://www.bachelorstudies.com/Bachelor/Nanotechnology/>

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 apresentam uma estrutura curricular semelhante à aqui apresentada, e objetivos idênticos. De realçar que à semelhança da licenciatura em Engenharia de Micro e Nanotecnologias da FCT NOVA, a maioria destas formações oferece um leque elevado de UC opcionais de forma ao aluno poder complementar a sua formação nas áreas em que tem maior interesse e afinidade. A formação de Licenciados em Engenharia de Micro e Nanotecnologias em 3 ou 4 anos é a situação mais comum mesmo fora do espaço europeu, permitindo uma maior mobilidade dos estudantes, ver por exemplo o programa da Universidade de York:

<https://www.hotcoursesabroad.com/study/course/uk/electronic-engineering-nanotechnology-beng-hons/54952530/program.html?nationCode=151&nationCntryCode=151&fromPage=PR&position=3>

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The study cycles in reference institutions at European level have a curriculum structure like that presented here, and identical objectives. To emphasize that similarity of the degree in Micro and nanotechnology engineering of FCT NOVA, most of these formations offer a high range of optional UC so that the student can complement their training in the areas where they have the greatest interest and affinity. The formation of graduates in Micro and nanotechnology engineering in 3 or 4 years is the more common situation even outside the European space, allowing for greater mobility of students, see for example the program of the University of York: <https://www.hotcoursesabroad.com/study/course/uk/electronic-engineering-nanotechnology-beng-hons/54952530/program.html?nationCode=151&nationCntryCode=151&fromPage=PR&position=3>

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 - Entidades

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Entidades

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Entidades_LEMN.pdf](#)

Mapa VII - Protocolo Geral da FCT para o Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP)**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Protocolo Geral da FCT para o Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP)***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Protocolo de parceria Geral_PIPP.pdf](#)**Mapa VII - Adenda ao protocolo geral****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Adenda ao protocolo geral***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Minuta_ADENDA_Protocolo de parceria Geral.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 pela Coordenadora da UC, com quem os estudantes contactam sempre que necessário, nomeadamente em casos em que a empresa solicita alguns ensaios a realizar na Faculdade. Tratando-se de um estágio de 4-5 semanas, não se vê necessidade de outras formas de acompanhamento mais estruturadas.**A FCT NOVA dispõe de uma plataforma online onde as empresas podem apresentar as suas ofertas de estágios e dispõe de um Gabinete de Apoio ao Estudante e ao Diplomado (GAED) sendo uma das suas funções prestar o apoio à promoção, organização e gestão da oferta de estágios e de formação extracurricular, bem como o apoio à inserção profissional de diplomados da Faculdade.***11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:***The students are monitored by the UC Coordinator, with whom the students contact whenever necessary, especially in cases in which the company requests some tests to be carried out at the Faculty. In the case of a 4-5 week stage, there is no need for other more structured follow-up forms.**FCT NOVA has an online platform where companies can present their internship offers and has a Student and Graduate Support Office (GAED), where one of its functions is to support the promotion, organization and management of the internships and extracurricular training offer, as well as support for the professional insertion of graduates from the Faculty.***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).**[11.4.1_NORMAS.pdf](#)**11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)****11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)**

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- O corpo docente de elevada qualidade, na docência e na investigação, que garante um ensino de alto nível;
- Infra-estruturas pedagógicas e de investigação de alto nível;
- A LEMN é multidisciplinar e tem um 1.º ciclo com uma forte formação científica nas áreas da matemática e física, consubstanciado por disciplinas nas áreas da eletrónica, materiais e química.
- 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.
- O ensino, em estreita colaboração com a investigação científica, visa uma formação para o mercado de trabalho global.
- As unidades curriculares são norteadas pela frequente atualização curricular, garantindo uma adaptação às novas realidades tecnológicas.
- A cultura de rigor e colaboração interinstitucional com parceiros a nível global é geradora de sinergias para o ensino e para a investigação.

12.1. Strengths:

- High-quality faculty, teaching and research, which guarantees high-level education;
- High-level pedagogical and research infrastructures;
- The LEMN is multidisciplinary and has a 1st cycle with a strong scientific training in the areas of mathematics and physics, embodied by disciplines in the areas of electronics, materials and chemistry.
- Existence of numerous national and international partnerships (with universities and industry) that guarantee the possibility of project work being carried out in a company or at the University;
- The course presents its own valences, in academic terms: it is the only one in the country to devote itself to the teaching of areas such as Microelectronics.
- Teaching subjects and methods have a strong connection with scientific research towards a global labour market.
- Elective disciplines syllabus is frequently updated, ensuring the adaptation to new realities arising from technological developments.
- Stringent technological/scientific knowledge and the institutional/international participations promote synergies for innovative teaching and research.

12.2. Pontos fracos:

- O facto de ser uma Licenciatura relativamente nova, e por isso ainda desconhecida em parte pelo mercado empresarial.
- A Licenciatura por si só dá apenas as ferramentas base para a Engenharia de Micro e Nanotecnologias. Para uma formação mais completa o aluno deverá prosseguir os seus estudos no 2.º ciclo.

12.2. Weaknesses:

- The fact that it is a relatively new degree, and therefore still unknown in part by the business market.
- The bachelor's degree alone gives only the basic tools for the Micro and Nanotechnology Engineering for a more complete training the student should continue his studies in the 2nd cycle.

12.3. Oportunidades:

- Não existe qualquer oferta curricular equivalente a nível nacional.
- Formação de alunos com elevada capacidade competitiva no mercado global nas áreas da microeletrónica e nanotecnologias, conjugando diferentes saberes e elevada capacidade de adaptação.
- Formação de alunos vocacionada para a criação de startups em áreas tecnológicas contribuindo para o desenvolvimento tecnológico nacional.
- A implementação do novo "Perfil Curricular FCT" permite enriquecer a formação dos estudantes com competências complementares bem como a formação em empreendedorismo, potenciando a "marca FCT NOVA" no ensino de Ciências e Engenharia, enquanto elemento diferenciador para a procura do curso.

12.3. Opportunities:

- There is no equivalent curricular offer at national level.
- Training of students with a high competitiveness in the global market in the fields of microelectronics and nanotechnologies, combining different knowledges and high adaptability.
- Students education aiming to instill the skills and knowledge to allow the creation of startups in technology contributing to the national technological development.
- The implementation of the new "FCT Curricular Profile" offers the students the opportunity to broaden their education with transferable skills and knowledge in entrepreneurship. This will contribute to the establishment of the "FCT NOVA brand" in the Science and Engineering teaching offer, acting as a distinguishing element for prospective students.

12.4. Constrangimentos:

- Tecido empresarial Português ainda pouco ativo nas áreas de intervenção do curso.

12.4. Threats:

- Portuguese market still not very active in cutting-edge technological areas.

12.5. Conclusões:

A Engenharia de Micro e Nanotecnologias é uma Engenharia muito transversal a várias áreas do conhecimento, de importância capital para o desenvolvimento tecnológico (ver, p.ex., <http://nanofutures.eu/>). A licenciatura em Engenharia de Micro e Nanotecnologias visa a formação de base científico-tecnológica na área das Micro e Nanotecnologias,

nomeadamente, *Materiais Semicondutores, Microeletrónica, eletrónica, programação, tecnologia de nanomateriais e sua caracterização e materiais para a Energia sustentável*. Esta formação tem em vista a prossecução de estudos; mobilidade entre formações ministradas na Faculdade de Ciências e Tecnologia e noutras Escolas; empregabilidade em serviços que não requeiram competências específicas de 2.º ciclo. 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 Licenciados em Engenharia de Micro e Nanotecnologias 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 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 Licenciados em Engenharia de Micro e Nanotecnologias 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:

The engineering of Micro and Nanotechnologies is very transversal engineering to several areas of knowledge, of capital importance for technological development (see, e.g., <http://nanofutures.eu/>). The degree in Micro and Nanotechnology engineering aims at the formation of a scientific-technological base in the area of Micro and nanotechnologies, namely, semiconductor materials, microelectronics, electronics, programming, nanomaterials technology and its characterization and materials for sustainable energy. This training is aimed at pursuing studies; Mobility between formations taught at the Faculty of Science and Technology and other schools; Employability in services that do not require specific competences of the 2nd cycle. For this purpose, the teaching is supported by a research of Excellence performed at DCM. The DCM has professors with high pedagogical capacity and recognized scientific merit at national and international level that will contribute to the formation of high-quality Micro and Nanotechnology engineering graduates. The fields of intervention of the DCM are linked to nanotechnologies, biomaterials, electronic materials, energy, materials for the environment, new functional materials for engineering applications, optoelectronics, composite materials, polymeric and mesomorph materials. In addition to a highly qualified faculty, FCT NOVA, has laboratory facilities equipped to ensure all the needs arising from the teaching (specific laboratories of the DCM, or others), as well as a library and several rooms of Study/Computers. All physical and human conditions are thus created for the formation of high-quality Micro and nanotechnology graduates in engineering. The cycle of studies now proposed presents a training compatible with references of high level of training (in Europe or the United States), thus compatibilizing with the desired internationalization process.