

NCE/19/1901039 — 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 Biomédica

1.3. Study programme:

Biomedical Engineering

1.4. Grau:

Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Engenharia Biomédica

1.5. Main scientific area of the study programme:

Biomedical 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:

441

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

<sem resposta>

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

120

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

2 anos (4 semestres)

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

2 years (4 semesters)

1.9. Número máximo de admissões:

70

1.10. Condições específicas de ingresso.

Os candidatos serão admitidos a concurso, pela comissão científica do curso, tendo em conta os seguintes critérios:

Regras de acesso:

Titulares do grau de licenciado ou equivalente legal em EB ou afim.

Titulares de um grau académico superior que seja reconhecido como satisfazendo os objetivos do grau de licenciado pelo Conselho Científico da FCT NOVA.

Os candidatos serão seriados considerando os seguintes critérios:

- *Classificação do curso;*
- *Currículo académico e científico;*
- *Currículo profissional;*
- *Eventual entrevista.*

Nos casos dos candidatos cuja formação de 1.º ciclo não cumpra as regras de acesso, poderá o júri de seleção excluir o candidato ou propor a sua admissão condicionada à frequência e aprovação num conjunto de unidades curriculares propedêuticas. O conjunto de UC propedêuticas nunca poderá exceder os 30 ECTS e a aprovação nas mesmas condicionará a conclusão do curso. As classificações obtidas nestas UC não serão contabilizadas para a classificação final do curso.

1.10. Specific entry requirements.

Candidates will be admitted by the scientific committee of the course, taking into account the following criteria:

Access Rules:

Holders of a BS or legal equivalent degree in EB or similar.

Holders of a higher academic degree that is recognized as meeting the objectives of the graduate degree by the FCT NOVA's Scientific Council.

Candidates will be ranked according to the following criteria:

- *Course classification;*
- *Academic and scientific curriculum;*
- *Professional curriculum;*
- *Possible interview.*

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

1.11.1. If other, specify:

<no answer>

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

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:

O curso de Mestrado em Engenharia Biomédica (MEB) resulta da adequação do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica (MIEB) a dois ciclos de estudo distintos, por imposição do Decreto-Lei n.º 65/2018 de 16 de agosto. Assim, MIEB dará origem a um curso de Licenciatura (3 anos, 180 ECTS) e um de Mestrado (2 anos, 120 ECTS).

No ciclo referente a esta proposta (mestrado) pretende-se dotar os estudantes com os conhecimentos, capacidade de compreensão e competências de análise e de projeto, necessários para exercer a profissão de Engenheiro Biomédico.

1.14. Observations:

The Master's Degree in Biomedical Engineering results from the adaptation of the Integrated Master's Degree in Biomedical Engineering (MIEB) to two distinct study cycles, by the imposition of Decree-Law No. 65/2018 of 16 August. Thus, MIEB will give rise to a Bachelor degree (3 years, 180 ECTS) and a Master's degree (2 years, 120 ECTS).

In the cycle related to this proposal (Masters) it is intended to provide students with the knowledge, comprehension and analysis and design skills needed to practice Biomedical Engineer.

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 14_MEB.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_MEB.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_MEB.pdf](#)

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

2.1.1. Órgão ouvido:

Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

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_MIEB.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:

Os objetivos gerais do ciclo de estudos são os de formar mestres com o nível de conhecimentos, capacidade de compreensão e competências de análise e projeto na Área Científica de Engenharia Biomédica a um nível compatível com o requerido pelo artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março, alterado pelo Decreto-Lei n.º 107/2008, de 25 de Junho e republicado em anexo do mesmo. Pretende-se que esta formação seja o mais abrangente possível e que cubra as principais áreas da Engenharia Biomédica, como sejam: a Imagem Médica, a Instrumentação Médica, o Processamento de Biosinais, a Radiação e Radioterapia, a Nanomedicina e as Aplicações da Fotónica à Medicina.

3.1. The study programme's generic objectives:

The general objectives of the study cycle are to train masters with the level of knowledge, comprehension and skills of analysis and project, in the Scientific Area of Biomedical Engineering at the level required by the article 15 Decree-Law No. 74/2006, of 24 March, as amended by Decree-Law No. 107/2008 of 25 June and reprinted in the corresponding Annex This training is intended to be as comprehensive as possible and cover the main areas of Biomedical Engineering, such as: Medical Imaging, Medical Instrumentation, Biosignal Processing, Radiation and Radiotherapy, Nanomedicine and Photonics Applications in Medicine.

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

Neste ciclo de estudos pretende-se fornecer uma formação especializada em EB, de forma a garantir as competências necessárias para o exercício da profissão. Espera-se que, no final do ciclo, os mestres em EB possam ser inovadores e criativos, com capacidade para responder aos desafios propostos pela Medicina moderna, sendo capazes de projetar novos equipamentos e formas de analisar dados médicos, avaliar o desempenho de equipamentos existentes no mercado e potenciar a sua utilização em ambiente clínico, através de boas práticas de engenharia. A par destas competências, espera-se que estejam também em condições de participar em projetos de investigação na área da EB, desejando-se que tenham especial apetência para compreender sistemas biológicos complexos, com particular ênfase no corpo humano. Devem com isso ser capazes de criar modelos explicativos do seu funcionamento, propor novas técnicas de recolha e análise de dados, diagnóstico e terapia, bem como melhorar técnicas já existentes.

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

This cycle of studies is intended to provide specialized training in EB, in order to ensure the necessary skills to practice the profession. It is hoped that at the end of the cycle, masters in EB can be innovative and creative, able to respond to the challenges posed by modern medicine, being able to design new equipment and ways to analyze

medical data, evaluate the performance of existing equipment in the market and enhance its use in the clinical environment through good engineering practices.

Alongside these skills, they are also expected to be able to participate in research projects in the field of EB, and it is expected that they will be especially keen to understand complex biological systems, with particular emphasis on the human body. They should therefore be able to create explanatory models, propose new techniques for data collection and analysis, diagnosis and therapy, as well as improve existing techniques.

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 FCT NOVA é uma instituição universitária dirigida às áreas de Ciência e de Engenharia, que tem como missão e estratégia:

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

A natureza pluridisciplinar da EB necessita, por um lado, e certamente contribui, por outro, para a missão de integração multicultural científica da FCT NOVA. Em adição, a EB tem um enorme potencial de impacto na área da Saúde, em geral, e na sociedade, como corolário.

Pretende-se que o Mestrado em Engenharia Biomédica (MEB) seja um curso que vise a formação de profissionais na área de EB. A estrutura do MEB é composta por unidades curriculares avançadas, que cobrem os principais temas associados a esta área científica. O plano de estudos permite dotar os alunos de uma sólida componente técnico-científica orientada para o mercado de trabalho, mas também para a prossecução dos estudos, em termos de investigação e doutoramento.

Outra faceta do Mestrado é a inclusão de unidades curriculares que promovam o desenvolvimento do tecido empresarial. A criação recente de uma júnior empresa ilustra a forma como este espírito empreendedor está muito presente, também na formação oferecida em EB na FCT NOVA.

Com o objetivo de promover uma eficaz inserção no mercado de trabalho, os estudantes são, ao longo dos seus estudos, incentivados a desenvolver trabalho em locais como clínicas, hospitais e empresas ligadas ao sector da saúde. Durante estes contactos, espera-se que o bom desempenho destes futuros profissionais venha a contribuir para a valorização do seu papel no desenvolvimento na área da saúde.

O aspeto de internacionalização é conseguido através da participação dos alunos no programa Erasmus, tanto ao nível da realização de UC, como ao nível da realização das suas dissertações de Mestrado, em universidades estrangeiras.

Todos estes aspetos provam a coerência entre o MEB e a missão definida nos estatutos da NOVA, que visa o desenvolvimento de uma investigação competitiva, interdisciplinar, e de um ensino de excelência, com programas académicos competitivos a nível nacional e internacional, assim como uma participação interinstitucional alargada, com vista à criação de sinergias inovadoras para o ensino e para a investigação.

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:

FCT NOVA is a faculty directed to the areas of Science and Engineering, whose mission and strategy are:

- (a) internationally competitive research, favoring interdisciplinary areas, including research oriented towards the resolution of problems affecting society;*
- (b) teaching of excellence, with an increasing emphasis on research carried out through competitive national and international academic programs;*
- (c) a broad basis for interinstitutional participation aimed at integrating different scientific cultures, creating synergies for teaching and research;*
- (d) the provision of quality services, both internally and internationally, capable of contributing to social development and the qualification of human resources.*

The multi-disciplinary nature of EB needs, on the one hand, and certainly contributes, on the other, to FCT NOVA's mission of multicultural scientific integration. In addition, EB has enormous potential for impact on health in general and on society as a corollary.

It is intended that the Master's in Biomedical Engineering (MEB) is a course aimed at training professionals in the field of EB. The structure of the MEB is composed of advanced curricular units, covering the main themes associated with this scientific area. The syllabus provides students with a solid technical-scientific component oriented to the labor market, but also for the pursuit of studies, in terms of research and PhD programs.

Another facet of the Master is the inclusion of curricular units that promote the development of enterprises. The recent creation of a junior company illustrates how this entrepreneurial spirit is very present, also in the training offered in EB at FCT NOVA.

In order to promote an effective insertion in the labor market, students are encouraged throughout their studies to develop work in places such as clinics, hospitals and health related companies. During these contacts, it is expected that the good performance of these future professionals will contribute to the appreciation of their role in health development.

The internationalization aspect is achieved through the students' participation in the Erasmus program, both at UC level and at the level of their Master's dissertations at foreign universities.

All these aspects prove the consistency between the MEB and the mission defined in the NOVA statutes, which aims at

competitive, interdisciplinary research, excellence in education with competitive academic national and international programs; and broad interinstitutional participation at pedagogical and research levels.

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 Biomédica / Biomedical Engineering	EBm	66	0	
Engenharia Física / Physics Engineering	EF	12	0	
Matemática / Mathematics	M	6	0	
Medicina / Medicine	MED	6	0	
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores / Electrical & Computer Engineering	EEC	6	0	
Ciências Humanas e Sociais / Social Sciences and Humanities	CHS	3	0	
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0	
Eng. Biomédica / Eng. Física / Eng. de Materiais / Eng. Eletrotécnica e de Computadores / Eng. Industrial / Matemática / Física	EBm / EF / EMt / EEC / EI / M / F	0	12	
Qualquer Área Científica / Any Scientific Area	QAC	0	6	
(9 Items)		102	18	

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)
Instrumentação Analógica / Analog Instrumentation	EF	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:42	6	
Análise de Sinais / Signal Analysis	EEC	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	
Gestão de Empresas / Business Management	CHS	Semestre 1/Semester1	84	TP:28; OT:8; O:2	3	
Técnicas Matemáticas em Engenharia Biomédica / Mathematical Methods in Biomedical Engineering	M	Semestre 1/Semester1	168	TP:42; PL:14	6	
Aplicações Biomédicas de Nanoestruturas / Biomedical Applications of Nanostructures	EBm	Semestre 1/Semester1	84	TP:28	3	
Aprendizagem Automática em Engenharia Biomédica / Machine Learning in Biomedical Engineering	EBm	Semestre 1/Semester1	84	T:14; PL:28	3	
Empreendedorismo / Entrepreneurship	CC	Trimestre 2/Quarter2	80	TP:45	3	
Análise de Sinal Biomédico / Biomedical Signal Analysis	EBm	Semestre 2/Semester2	84	T:14; PL:14	3	
Fisiopatologia / Pathophysiology	MED	Semestre 2/Semester2	168	T:28; PL:28	6	
Instrumentação Digital / Digital Instrumentation	EF	Semestre 2/Semester2	168	T:14; PL:56	6	
Processamento de Imagem Médica / Medical Image Processing	EBm	Semestre 2/Semester2	168	T:28; PL:28	6	
Fotónica para Engenharia Biomédica / Photonics for Biomedical Engineering	EBm	Semestre 2/Semester2	84	T:28; PL:14	3	
Opção I / Option I	EBm / EF / EMt / EEC / EI / M / F	Semestre 2/Semester2	168	TP:28; PL:28	6	Optativa / Optional

(13 Items)**Mapa III - - 1.º Ano - Grupo de Opções I / 1st Year - Option Group I****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º Ano - Grupo de Opções I / 1st Year - Option Group I***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Gestão e Inovação Hospitalar / Hospital Management and Innovation	EBm	Semestre 2/Semester2	84	TP:28	3	O aluno deve realizar 6 ECTS nestas ou noutras UC da mesma área aprovadas em Conselho Científico
Simulação e Modelação Computacional em Engenharia Física / Computational Modelling and Simulation in Engineering Physics	EF	Semestre 2/Semester2	168	TP:42	6	Students must perform 6 ECTS in these or other UC same area approved by the Scientific Council
Investigação Operacional / Operational Research	M	Semestre 2/Semester2	168	T:28; PL:28	6	Optativa / Optional
Planeamento e Controlo de Qualidade / Quality Planning and Control	EI	Semestre 2/Semester2	168	T:21; PL:35	6	Optativa / Optional

(4 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)
Radiação e Radioterapia / Radiation and Radiotherapy	EBm	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	
Aplicações Avançadas da Instrumentação Biomédica / Advanced Applications of Biomedical Instrumentation	EBm	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	
Unidade Curricular do Bloco Livre B / Unrestricted Elective B	QAC	Semestre 1/Semester1	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional
Opção II / Option II	EBm / EF / EI / M	Semestre 1/Semester1	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional
Preparação da Dissertação / Preparation for the Dissertation	EBm	Semestre 1/Semester1	168	TP:28	6	
Dissertação em Engenharia Biomédica / Dissertation in Biomedical Engineering	EBm	Semestre 2/Semester2	840	OT:28	30	

(6 Items)

Mapa III - - 2.º Ano - Grupo de Opções II / 2nd Year - Option Group II**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 II / 2nd Year - Option Group II***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)
Biomateriais / Biomaterials	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:21; PL:35	6	O aluno deve realizar 6 ECTS deste grupo ou outras UC da mesma área aprovadas em Conselho Científico
Biossensores / Biosensors	EMt	Semestre 1/Semester1	168	TP:21; PL:35	6	Students must perform 6 ECTS in these or other UC same area approved by the Scientific Council
Sistemas Sensoriais / Sensorial Systems	EEC	Semestre 1/Semester1	168	TP:28; PL:28	6	Optativa / Optional
Criogenia / Cryogenics	EF	Semestre 1/Semester1	84	TP:28	3	Optativa / Optional
Nanofísica / Nanophysics	EF	Semestre 1/Semester1	84	T:14; PL:14	3	Optativa / Optional
Técnicas de Espectroscopia / Spectroscopic Techniques	EF	Semestre 1/Semester1	84	TP:28	3	Optativa / Optional
Técnicas Experimentais de Física Molecular / Experimental Techniques on Molecular Physics	Ef	Semestre 1/Semester1	84	TP:28	3	Optativa / Optional
Engenharia de Células e Tecidos / Cell and Tissue Engineering	EBm	Semestre 1/Semester1	168	T:28; PL:28	6	Optativa / Optional

(8 Items)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Instrumentação Analógica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Instrumentação Analógica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Analog Instrumentation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EF

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:

<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):

Orlando Manuel Neves Duarte Teodoro (sem horas de contacto)

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

Hugo Filipe Silveira Gamboa - T:28h; PL:42h

Dawei Liang - PL:42h

José Luís Ferreira - PL:42h

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

Pretende-se que o estudante

1. Consolide os conhecimentos de eletrónica já adquiridos sendo capaz de ensaiar e aperfeiçoar circuitos electrónicos em geral.

2. Adquiram competências que lhes permitam realizar projetos de equipamentos e dispositivos electrónicos.

A ênfase será em aspetos práticos diretamente relacionados com o projeto e dimensionamento de circuitos electrónicos.

Por este motivo, esta disciplina será primariamente uma disciplina de "mãos na massa" (hands-on) onde os alunos irão adquirir competências que lhes permitam projetar e ensaiar circuitos electrónicos que funcionem em conformidade com o seu objetivo!

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

It is intended that the student should:

1. Consolidate the knowledge already acquired in electronics being able to test and develop electronic circuits in general.

2. Acquire new skills to design analog electronic equipment and devices.

The emphasis will be on practical aspects directly related to the project and design of electronic circuits.

For this reason, this course is primarily "hands-on" course where students will acquire skills to design and test electronic circuits operating in accordance with its purpose!

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O programa será desenvolvido em torno de trabalhos práticos selecionados.

Os trabalhos serão antecipadamente expostos em sala de aula recapitulando o devido enquadramento teórico bem como aspetos práticos de dimensionamento.

Em laboratório, os alunos procederão ao dimensionamento, simulação e ensaio em breadboard.

1. Visualização e geração de sinais, osciladores, circuitos integradores diferenciadores e modulação.

(3 aulas)

2. Amplificadores de instrumentação; o Lock-in.

(4 aulas)

O projeto será escolhido pelos estudantes entre os seguintes temas

1- Aquisição de sinais cardíacos

2- Suspensão magnética

Durante o semestre serão fornecidos mais detalhes sobre os projetos.

4.4.5. Syllabus:

The program is developed around selected and representative labs in analog electronics and a practical project work. Labs will be thoroughly discussed in classroom reviewing the theoretical framework as well as practical aspects of design.

In the laboratory, students will undertake the design, simulation and breadboard testing.

In 2014 the following work will be done:

1. Visualization and generation of signals, oscillators, differentiators and integrators circuits amplitude modulation and frequency.

(3 classes)

2. Instrumentation amplifiers, the Lock-in: building a simple Lock-in

(4 classes)

Project "Magnetic Suspension" or "Acquisition of cardiac signals". Students will design and build an electronic device following the indications to be provided.

(all other classes)

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

A realização de projeto em eletrónica para além dos fundamentos teóricos requiere que o estudante seja capaz de ensaiar circuitos reais típicos, realizando medidas que avaliem o funcionamento respetivo circuito. Os estudantes deverão desenvolver uma atitude crítica para com os circuitos, sabendo identificar que parte do circuito está funcional e como poderia ser melhorado. Os trabalhos práticos neste curso pretendem atingir estes objetivos em torno de temas fundamentais em Instrumentação: visualização de sinais periódicos (incluindo geração e manipulação) e amplificadores de pequeno sinal como o amplificador Lock-in.

Na segunda parte do curso, pretende-se que os estudantes exercitem as suas capacidades de projecto, realizando um projeto em torno de um tema proposto.

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

Designing electronics circuits requires, beyond the theoretical foundations skills to test real typical circuits, performing measurements to determine its proper operation. Therefore, students should develop a critical attitude towards electronic diagrams, learning how to identify which part of the circuit is OK and how it could be further improved. The practical work in this course is intended to achieve these goals around key topics in Instrumentation: measuring periodic signals (including generation and manipulation) and small signal amplifiers as the Lock-in amplifier.

The second part of the course is intended for students to exercise their abilities to electronic design, conducting a project around a proposed topic.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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, caso seja necessário.

A aquisição destes conhecimentos é avaliada por 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 práticas no laboratório através dos trabalhos práticos.

Os laboratórios serão acompanhados pelos docentes que avaliarão em que medida os estudantes alcançam os objetivos propostos em cada trabalho prático e no projeto final. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria e atingem os objetivos mínimos propostos.

O projeto final será também avaliado através de um relatório.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lectures, with additional support teachers in practical classes and office hours, if necessary.

The acquisition of knowledge is assessed by written tests (tests / exams).

The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: in lectures through the analysis and discussion of problems, in practical classes in the laboratory through practical work.

The laboratory shall be accompanied by teachers who will assess the extent to which students achieve the stated objectives in each lab work and the final project. There is a minimum grade to ensure that students follow the matter

*and reach the proposed minimum targets.
The final project will also be assessed through a report.*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A componente teórica permitirá aos estudantes fundamentar as observações e medidas realizadas em laboratório em torno dos trabalhos práticos. Também permitirá relembrar matérias anteriores e integrar o conhecimento em torno de aplicações em eletrónica.

As aulas práticas de laboratório serão fundamentais para os estudantes praticarem e aplicarem esses conhecimentos.

O projeto será um exercício de integração, onde se espera que os estudantes desenvolvam a sua autonomia como projetistas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The theoretical component will allow students to support their observations and measurements made in the labs Will also recall earlier topics and leading to knowledge integration about applications in electronics.

The practical lab classes will be essential for students to practice and apply the knowledge.

The project will be an integration exercise where students are expected to develop their autonomy as designers.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
The Art of Electronics, 2ª edição, Paul Horowitz e Winfield Hill, Cambridge Press, 1989.

Princípios de Electrónica 1, A.P. Malvino, 6ª edição, McGraw Hill 1999

Princípios de Electrónica 2, A.P. Malvino, 6ª edição, McGraw Hill 2000

Textos dos trabalhos práticos, disponíveis no CLIP

Mapa IV - Análise de Sinais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Análise de Sinais

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Signal Analysis

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: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):
Fernando José Almeida Vieira do Coito - T:28; PL: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):

Após concluir a disciplina com aproveitamento o aluno será capaz de planificar a amostragem de sinais em tempo contínuo, analisar e manipular sinais tanto no domínio do tempo discreto como da frequência, aplicar estas técnicas a sinais biológicos.

A unidade curricular promove capacidades de iniciativa, espírito crítico, autonomia e de concretização.

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

Upon conclusion of this course the student will be able to specify the sampling of continuous time signals, analyze and manipulate signals, both on the discrete time and frequency domain, and apply these techniques to biological signals. The course promotes initiative, autonomy, critical mind and implementation abilities.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução à análise de sinais
Amostragem e reconstrução de sinais
Sistemas discretos no tempo
Transformada Z
Análise de Fourier
Filtragem
Análise espectral
Aplicações de análise de sinais*

4.4.5. Syllabus:

*Introducing signal analysis
Sampling and signal reconstruction
Discrete time systems
Z transform
Fourier analysis
Filters
Spectral analysis
Examples*

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 processamento de 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 disciplinas de aplicação avançada.

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 processing 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 advanced courses applications.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas o professor apresenta e explica os conceitos fundamentais. São usadas diferentes meios para visualização da informação. A escrita presencial (quadro) é privilegiada pois a flexibilidade e ritmo resultantes facilitam a apreensão pelos estudantes. Sempre que se julga conveniente recorre-se a outros meios áudio-visuais, tais como slides e vídeos. Para uma parte significativa da matéria existem slides com suporte áudio, replicando a explicação presencial, destinados a auto-estudo.

As aulas práticas estão coordenadas com as teóricas. São resolvidos problemas e realizados ensaios. Estas atividades privilegiam a autonomia a o trabalho de grupo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In theoretical classes the teacher presents and explains the fundamental concepts. Different means are used to view the information. In-class explanation on the blackboard is privileged because the resulting flexibility and pace facilitate students' understanding. Whenever it is considered convenient, other audio-visual means are used, such as slides and videos. For a significant part of the themes there are slides with audio support, replicating the in-class explanation, intended for self-study. The practical classes are coordinated with the theoretical classes. Problems are solved and tests are performed. These activities favor autonomy over group work.

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

A disciplina pretende assegurar aos alunos a compreensão e capacidade de usar um conjunto de ferramentas analíticas essenciais à atividade de um engenheiro eletrotécnico. Pretende-se também que os alunos 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 alunos 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 alunos são confrontados com a necessidade de usarem os novos conhecimentos e capacidades para a resolução de problemas, com o apoio do docente.*
- 3. Os alunos realizam, autonomamente, atividades 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 aluno 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 aluno a perceber a importância prática do rigor analítico requerido. A realização de atividade experimental induz no aluno 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.

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:

Documentos e acetatos sobre matéria teórica, prática e de laboratório disponibilizados no CLIP

F.Coito e M.D.Ortigueira, Análise de Sinais

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

Alan V. Oppenheim e Ronald Schafer, Digital Signal Processing, Prentice Hall

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

Alan V. Oppenheim, Signal and Systems, Prentice Hall

Mapa IV - Gestão de Empresas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão de Empresas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Business Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CHS

4.4.1.3. Duração:

*Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28; OT:8; O:2

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):*Célia Maria Castanheira de Moura da Costa Cabral (sem horas de contacto)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Fernanda Antonia Josefa Llusa - TP:28h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitem:*

- *Compreender o funcionamento e interdependência das diversas áreas de uma empresa, assim como as respetivas decisões correntes e estratégicas na perspetiva dinâmica da interação com os mercados e os stakeholders;*
- *Ser capaz de, em autonomia e em equipa, recolher a informação relevante e analisar e formular sugestões de gestão, com recurso a diagramas, instrumentos contabilísticos, cálculo financeiro e critérios de análise de projetos;*
- *Conhecer os fundamentos, e fontes de informação, da gestão de recursos humanos, os documentos contabilísticos e rácios financeiros, o marketing estratégico e operacional, o cálculo financeiro e a avaliação de projetos de investimento.*

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

- *Understanding the operation and interdependence of the various areas of a firm, as well as their current and strategic decisions in a dynamic perspective stimulated from the interaction with markets and stakeholders;*
- *Being able to, alone and in a team, collect and analyze relevant information and formulate suggestions for management, using diagrams, accounting instruments, financial calculus and criteria of investment decisions;*
- *Knowing the fundamentals, and sources of information, about human resource management, accounting documents and financial ratios, strategic and operational marketing, financial calculus and evaluation of investment projects.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução: organizações - a empresa e o papel do gestor. Notas breves sobre Gestão da Produção, da Qualidade e de Stocks.*
2. *Estratégia e Marketing: Missão, Segmentação e Posicionamento; Análise do meio envolvente e Análise SWOT; o Marketing Mix.*
3. *Gestão de recursos humanos e Organização: planeamento, análise e descrição de funções, avaliação de desempenho, motivação, notas sobre liderança, determinantes e caracterização das estruturas organizacionais.*
4. *Contabilidade: o Balanço, a Demonstração dos Resultados e o Fluxo de Caixa. Rácios e sua interpretação.*
5. *Cálculo Financeiro. O valor temporal do dinheiro: atual e futuro; regime de juros simples e compostos; taxas de juro proporcional e equivalente; rendas -constante/variável, temporária/perpétua, inteira/fracionada e normal/antecipada/diferida.*
6. *Análise de Projectos de Investimento: Valor Actualizado Líquido, Taxa Interna de Rendibilidade e Tempo de Recuperação do Capital; Valor Equivalente Anual.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction: organizations-the firm and the manager's role. Brief notes on Production Management, Quality and Stocks.*
2. *Strategy and Marketing: Mission, Targeting and Positioning; Analysis of the environment and SWOT Analysis, Marketing Mix.*
3. *Human resource management and Organization: planning, analysis and job description, performance evaluation, motivation, notes on leadership, determinants and characterization of organizational structures.*
4. *Accounting: the Balance Sheet, the Income Statement and Cash Flow Map. Ratios and their interpretation.*
5. *Financial Calculus. Time value of money: present and future; simple and compound interest rate regime;*

proportional and equivalent interest rates; discounted cash-flows -constant/variable, temporary / perpetual, full / fractional, normal / in advance / deferred.

6. Analysis of Investment Projects: Net Present Value, Internal Rate of Return and Payback Period; Annual Worth

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

Os temas estudados percorrem desde a noção de empresa (caso particular de organização) e papel do gestor à diversidade e interligação de decisões empresariais no âmbito dos recursos humanos, da ligação ao mercado e stakeholders e da gestão financeira e análise de projetos de investimento, incluindo a vertente de contabilização/medição patrimonial e resultados.

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

The topics studied range from the notion of firm (a type of organization) and the manager's role to the diversity and interconnectedness of business decisions in the context of human resources, the link to the market and stakeholders and financial management and analysis of investment projects, including the accounting/measurement of assets and results.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas.

A avaliação é, alternativamente:

- Contínua, com um trabalho prático de grupo sobre empresa real, em recursos humanos&organização e estratégia&marketing, pesando 40% na nota final (10% e 30% respetivamente), e um teste, sobre contabilidade e rácios e cálculo financeiro e avaliação de projetos (60% da nota final). A aprovação requer nota final mínima de 9.5 valores. A entrega, e discussão breve, do trabalho e realização do teste são aproximadamente equidistantes no calendário letivo;
- Exame final sobre toda a matéria, cuja nota pesa 100% da nota final; nota mínima para aprovação é 9.5 valores.
Atenção: Melhoria de nota consiste na realização do Exame de Melhoria, sobre toda a matéria, cuja nota conta 100%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theory-practice lectures.

Evaluation methods are, alternatively:

- Continuous, with a team assignment on a real firm, on human resources&organization and strategy&marketing, weighing 40% of final grade (10% and 30%), plus one test on accounting, financial analysis, financial calculus and project evaluation (60% of the final grade). Approval requires a minimum final grade of 9.5 points. Delivery, and brief discussion, of the assignment and test date are roughly equidistant in the academic calendar;
- Final exam, covers all the topics given in the lectures. Weights 100% of the final grade; minimum passing grade is 9.5 points.

Attention: in order to improve the final grade the student needs to do the Final Exam which covers all the topics given in the lectures (weights 100% of the final grade). Minimum passing grade is 9.5 points.

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

A natureza teórico-prática das aulas permite: i) exposição dos conceitos e racionalidade das diferentes decisões; ii) ilustração com situações/casos reais e atuais; iii) resolução de exercícios práticos. Deste modo, as aulas contribuem para sedimentar a aprendizagem, estimulando-se uma atitude atenta que, de modo fundamentado e com perspicácia, faz análise crítica da realidade empresarial, avaliando as opções em termos da qualidade e interligação das diversas decisões num meio envolvente em constante mutação.

A avaliação contém um trabalho prático -sobre recursos humanos e os mercados-, exercícios práticos e alusão a situações reais, fundamentado-se na racionalidade das decisões respeitantes às diversas áreas da empresa, sua interligação e suas consequências na performance de curto e médio-longo prazo.

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

The theoretical-practical classes allows: i) exposition of concepts and rationale for the different decisions, ii) illustration with real world firm situations/cases, mainly current; iii) resolution of practical exercises. Thus, classes contribute to sediment learning, stimulating an awareness and well founded critical analysis of business reality, evaluating alternative decisions in a changing environment.

The evaluation contains practical exercises and reference to real world situations, based on the rationality of decisions with respect to the areas of a firm, their interconnection and consequences on the performance in the short and medium-long term.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal/Main

Lisboa, J. et al., 2004, Introdução à Gestão de Organizações, Vida Económica;

Robbins, S., Coulter, M., 2012, Management, Pearson;

Sousa, A., 1990, Introdução à Gestão: uma abordagem sistémica, Verbo;

Freire, A., 1995, Estratégia, Verbo;

Campos e Cunha, R., 1992, A Gestão de Recursos Humanos na Estratégia da Empresa, Instituto do Emprego e Formação Profisional;

Kotler, P., Keller, K., 2011, Marketing Management, Prentice Hall;

Lindon, D., Lendrevie, J., Rodrigues, J., Dionísio, P., 2000, Mercator, Publicações D. Quixote;

Soares, J., Fernandes, A., Março, A., Marques, J., 1999, Avaliação de Projectos de Investimento na Óptica Empresarial, Edições Sílabo;

Geraldes, F., 2001, Manual do Empreendedor, Bertrand Editora;
Libby, R., Libby, P. and Short, D., 2008, Financial accounting, McGraw-Hill/Irwin.
 São disponibilizados slides na página do CLIP e neles é indicada a bibliografia/informação utilizada. / Slides uploaded in CLIP webpage, containing also the references used.

Mapa IV - Técnicas Matemáticas em Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Técnicas Matemáticas em Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Methods in Biomedical Engineering

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):

José Paulo Santos - TP:21h; PL:7h

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

Elsa Estevão Fachadas Nunes Moreira - TP:21h; PL:7h

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

Os estudantes devem-se familiarizar com os diversos aspetos da análise numérica e análise complexa. Deverão ser capazes, entre outros, de aplicar técnicas numéricas no cálculo de integrais no domínio complexo, e no domínio real a partir das ferramentas no domínio complexo.

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos que lhe permitem compreender e aplicar métodos numéricos para resolver problemas matemáticos nomeadamente: 1. aproximação de funções; 2. aproximação de integrais; 3. resolução de equações não lineares; 4. resolução de sistemas de equações lineares; 5. Aproximação da solução de equações diferenciais ordinárias com condição inicial.

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

Students should become familiar with the various aspects of numerical and complex analysis. They should be able, among others, to apply numerical techniques in the calculation of integrals in the complex domain, and in the real domain from the tools in the complex domain.

At the end of this course, the student will have acquired knowledge and skills that will enable him to understand and apply numerical methods to solve several mathematical problems, namely: 1. approximation of functions; 2. approximation of integrals; 3. solving non-linear equations; 4. resolution of systems of linear equations; 5. approximation of the solution of ordinary differential equations with initial condition.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

•Integrais de Funções Complexas—Curvas ou Linhas no Plano Complexo, Integrais de Linha, Teorema de Cauchy, Teorema de Cauchy-Goursat, Regiões Multiplamente Conexas, Fórmulas Integrais de Cauchy, Teorema de Morera, Desigualdade de Cauchy

- *Teorema dos Resíduos—Resíduos, Cálculo de Resíduos, Teorema dos Resíduos, Cálculo de Integrais*
- *Transformadas Integrais—Definição de Transformada Integral, Definição de Convolução, Transformada de Laplace e Transformada de Laplace Inversa*
- *Interpolação e Aproximação Polinomial—Polinómio de Lagrange, Splines cúbicos, Método dos Mínimos Quadrados*
- *Integração Numérica - Fórmulas de Newton-Cotes simples e compostas: regras do ponto médio, dos trapézios e de Simpson*
- *Resolução de equações não lineares—Métodos da bisseção, do ponto fixo e de Newton*
- *Resolução de sistemas de equações lineares—Métodos iterativos: Caso geral, Métodos de Jacobi e Gauss-Seidel*
- *Resolução numérica de equações diferenciais ordinárias com condição inicial: Métodos de Euler, Taylor.*

4.4.5. Syllabus:

- *Complex Function Integrals - Curves or Lines in the Complex Plane, Line Integrals, Cauchy Theorem, Cauchy-Goursat Theorem, Multiply Connected Regions, Cauchy Integral Formulas, Morera Theorem, Cauchy Inequality, Liouville Theorem;*
- *Residue Theorem - Residue, Residual Calculation, Residue Theorem, Integral Calculation;*
- *Integral Transform - Definition of Integral Transform, Definition of Convolution, Laplace Transform and Inverse Laplace Transform;*
- *Interpolation and Polynomial Approximation - Interpolation, Lagrange Polynomial, Cubic Splines, Least Squares Method;*
- *Numerical Integration - Newton-Cotes formulas, simple and compound: midpoint rule, trapezoid rule, Simpson rule;*
- *Resolution of non-linear equations - Bisection, fixed point and Newton methods;*
- *Resolution of systems of linear equations - Iterative methods; general case, Jacobi and Gauss-Seidel methods;*
- *Numerical resolution of ordinary differential equations with initial condition: Euler and Taylor methods.*

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

Os conteúdos programáticos necessários para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é verificado por meio de questionários orais, e escritos se necessário, sobre a matéria lecionada na aula anterior e na própria aula, assim como no horário de atendimento.

Nas aulas teórico-práticas são discutidos e resolvidos problemas-tipo com o objetivo de consolidar o processo de aprendizagem e de dar oportunidade aos estudantes de colocar dúvidas decorrentes da resolução dos problemas.

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

The syllabus necessary to achieve the learning objectives are taught in the theoretical classes. The acquisition of this knowledge is evaluated in the written tests (tests / exams). The monitoring of students in the theoretical classes is verified through oral questionnaires, and written if necessary, about the material taught in the previous class and in the class itself, as well as during the service hours.

In theoretical-practical classes, standard problems are discussed and solved in order to consolidate the learning process and to give students the opportunity to ask questions arising from the resolution of problems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas dividem-se em dois tipos: aulas teórico-práticas (3 horas por semana), onde a teoria é apresentada e aulas práticas (1 hora por semana) onde exemplos são trabalhados em detalhe. A avaliação consiste em 2 testes. A média dos dois, arredonda às unidades, constitui a "avaliação contínua". Há ainda a possibilidade de um exame de recurso no fim do semestre.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

There are two kinds of lectures: classes where the theory is presented and exercises classes, where specific examples are worked in full detail. Evaluations consists in two tests. The average is the so called "avaliação continua". For students who fail in the "avaliação contínua", there is a general exam in the end of the term ("exame de recurso")

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

Nas aulas teóricas são apresentados os ingredientes necessários para que os alunos acompanhem a solução detalhada de exemplos nas aulas teórico-práticas. A avaliação consiste em perguntas análogas aos exemplos trabalhados, tendo a preocupação de promover uma aprendizagem mais profunda. Muitos exemplos reais serão estudados.

Os tópicos estudados são fortemente correlacionados com o que será usado em outras disciplinas específicas da engenharia biomédica.

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

In the general classes, the necessary material for deeper understanding will be presented. In the exercise's classes, examples will be worked in full detail. Students will also have the option to discuss specific doubts with the professors outside normal lecture hours. Evaluation will be partially based on routine exercises, and partially based on deeper exercises. Real examples will be studied during classes.

The topics in this discipline are clearly linked to the material that is used in specific disciplines in the following years.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. P. Santos e M. F. Laranjeira, Métodos Matemáticos para Físicos e Engenheiros, Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 2004.

Atkinson K., An Introduction to Numerical Analysis, Wiley, Second Edition, 1989.

Burden R. e Faires J., Numerical Analysis, Brooks-Cole Publishing Company, 2011.

Pina H., Métodos Numéricos, Mc Graw Hill, 1995.

Mapa IV - Aplicações Biomédicas de Nanoestruturas**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Aplicações Biomédicas de Nanoestruturas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomedical Applications of Nanostructures

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

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):

Célia Maria Reis Henriques (Regente) – TP:56h

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

<sem resposta>

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

Esta unidade curricular pretende introduzir a aplicação da nanotecnologia à área biomédica, levando o aluno a explorar alguns dos seus desenvolvimentos recentes bem como refletir acerca de futuros desenvolvimentos. No final da unidade curricular o aluno deverá: O1 – ter uma visão global do potencial das nanoestruturas na engenharia biomédica; O2 – ter adquirido conhecimentos sobre materiais, design, técnicas de fabricação e de caracterização de nanoestruturas para aplicações biomédicas; O3 – ter revisto e ser capaz de discutir e perspetivar aplicações de nanomateriais em diagnóstico e em terapias; O4 – compreender a importância da avaliação da potencial toxicidade associada às nanoestruturas.

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

This course aims to introduce the application of nanotechnology to the biomedical field, leading the student to explore some of its recent developments as well as to reflect on future developments. At the end of the course the student should:

Anexo A – Ficha da unidade curricular – 2019 Pág.3 - 5

O1 – have an overview of the potential offered by nanostructures to biomedical engineering; O2 – have acquired knowledge about materials, design, techniques of manufacture and characterization of nanostructures for biomedical applications; O3 – have reviewed and be able to discuss and prospect applications of nanomaterials in diagnosis and therapies; O4 – understand the importance of assessing the potential toxicity associated with nanostructures.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

C1 – Materiais nanodimensionados. C2 – Técnicas de fabricação e caracterização de nanoestruturas. C3 – Interfaces nano-bio C4 – Aplicações biomédicas de nanoestruturas em: medicina regenerativa entrega de fármacos/genes terapia localizadas imagem médica biosensores C5 – Nanotoxicologia

4.4.5. Syllabus:

C1 – Nanodimensional materials. C2 – Techniques of fabrication and characterization of nanostructures. C3 – Interfaces nano-bio C4 – Biomedical applications of nanostructures in: regenerative medicine drug and gene delivery localized therapy medical imaging biosensors C5 – Nanotoxicology

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

Os materiais nanodimensionados apresentam propriedades significativamente diferentes das dos seus homólogos macromoleculares (C1) a partir dos quais podem ser produzidos com recurso a diferentes técnicas (C2). As novas propriedades das nanoestruturas potencia as suas aplicações biomédicas (O1). Tendo em conta as novas propriedades e a resposta biológica que algumas nanoestruturas impactam (C3) é possível direcionar a sua aplicação (O2). A análise de alguns exemplos da investigação recente focada em aplicações das nanoestruturas em métodos de diagnóstico e de tratamento (C4) permite demonstrar não só o benefício para a biomedicina da utilização de nanoestruturas como perspetivar novas investigações (O3). Tal como os benefícios, também os riscos associados à nanodimensionalidade podem ser peculiares (C5) necessitando de uma cuidadosa avaliação e regulamentação (O4).

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

The nanodimensional materials have properties significantly different from those of their macromolecular homologues (C1) from which they can be produced using different techniques (C2). The new properties of nanostructures enhance their biomedical applications (O1). Taking into account the new properties and the biological response that some nanostructures impact (C3) it is possible to direct its application (O2). The analysis of some examples of recent research focusing on applications of nanostructures in diagnostic and treatment (C4) methods allows demonstrating not only the benefit to biomedicine of the use of nanostructures but also the prospect of new investigations (O3). Like the benefits, the risks associated with nanodimensionality may also be peculiar (C5) requiring a careful evaluation and specific regulation (O4).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino baseia-se em aulas teórico-práticas nas quais: – os temas do programa serão introduzidos através da exposição de conceitos, métodos e exemplos. Alguns temas serão apresentados no formato de seminário proferido por especialista. – os alunos, divididos em grupo de 3, analisam e discutem publicações ou partes de publicações científicas na área dos conteúdos programáticos que serão fornecidas sem sumário nem conclusão. Cada grupo elabora um trabalho escrito com um sumário e conclusão da publicação. – os alunos, the students, divided into groups of 3, apresentam seminários que preparam acerca de artigos científicos previamente atribuídos A nota final é a média pesada das notas obtidas em 3 componentes da avaliação: – 4 trabalhos escritos resultado da análise de publicações realizada nas aulas práticas (40%) – 2 Seminários (20%); – Escrita individual de um artigo de revisão sobre a aplicação biomédica de nanoestruturas à escolha do aluno (40%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method is based on theoretical-practical classes in which: – the themes of the program will be introduced through the exposition of concepts, methods and examples. Some themes will be presented in the format of a seminar presented by a specialist. – the students, divided into groups of 3, analyse and discuss publications or parts of scientific publications in the area of programmatic content that will be provided without summary or conclusion. Each group prepares a written work with a summary and conclusion of the publication. – the students, divided into groups of 3, present seminars on scientific articles previously assigned. The final grade is the weighted average of the grades obtained in 3 evaluation components: – 4 written works resulting from the analysis of publications carried out in the practical classes (40%); – 2 Seminars (20%); – Individual writing of a review article on the biomedical application of nanostructures at the student's choice (40%).

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

Nas aulas expositivas, são apresentadas as motivações e os métodos usados no desenvolvimento de aplicações biomédicas das nanoestruturas. Esta apresentação prepara o aluno para compreender os desenvolvimentos atuais e os desafios futuros na colocação dos materiais à nanoescala ao serviço do diagnóstico e tratamento de algumas patologias. Nas aulas que envolvem o trabalho de grupo, o aluno é colocado perante relatos da literatura para, com os seus pares, analisar, discutir e perspetivar a utilização de nanoestruturas no desenho de dispositivos e em aplicações na área da engenharia biomédica. Este método de aprendizagem ativa contribuirá para uma melhor consolidação dos objetivos da aprendizagem. Os métodos de avaliação valorizam as competências adquiridas na identificação do potencial e na aprendizagem das metodologias de desenvolvimento de aplicações biomédicas de nanoestruturas.

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

In lectures, the motivation and methods used in the development of biomedical applications of nanostructures will be presented. This presentation prepares the students to understand the current developments and future challenges in placing materials at the nanoscale at the service of diagnosis and treatment of some pathologies. In the classes involving group work, the student is faced with literature reports in order to, with peers, analyse, discuss and prospective the use of nanostructures in the design of devices and in applications in the area of biomedical

engineering. This is a method of active learning which will contribute to a better consolidation of the learning outcomes. The evaluation methods value the competences acquired in the identification of the potential and in the learning of the methodologies for the development of biomedical applications of nanostructures.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Biomedical Nanostructures, Edited by Kenneth E. Gonsalves, Craig R. Halberstadt, Cato T. Laurencin, Lakshmi S. Nair, John Wiley & Sons, 2008, DOI:10.1002/9780470185834.* - *Biomedical Applications of Nanotechnology, Edited by Dr. Vinod Labhasetwar Ph.D., Dr. Diandra L. Leslie-Pelecky Ph.D., John Wiley & Sons, 2007, DOI:10.1002/9780470152928.* - *Publicações selecionadas para os trabalhos das aulas práticas/ Publications selected for practical class work.* - *Informação sobre estruturação de artigos científicos/ Information on structuring scientific articles: (1) Mensh B, Kording K (2017), Ten simple rules for structuring papers. PLoS Comput Biol 13(9): e1005619. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005619>. (2) Marco Pautasso (2013), Ten Simple Rules for Writing a Literature Review. PLoS Comput Biol 9(7): e1003149. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003149>.*

Mapa IV - Aprendizagem Automática em Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aprendizagem Automática em Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Machine Learning in Biomedical Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:14; PL:28

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):

Hugo Filipe Silveira Gamboa (Regente) – T:14h

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

Ricardo Nuno Pereira Verga e Afonso Vigário – PL:28h

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

No final desta unidade curricular o aluno deverá: - Conhecer a história da aprendizagem automática e pontos de inspiração em sistemas biológicos. - Ser capaz de compreender o funcionamento global dos algoritmos de aprendizagem automática mais relevantes. - Distinguir entre aprendizagem supervisionada e não-supervisionada. - Conhecer métodos estatísticos e neuronais para a resolução de problemas de classificação e regressão. - Ser capaz de modelar um problema no contexto dos métodos de aprendizagem automática. - Conseguir usar ferramentas de aprendizagem automática para resolver problemas de engenharia biomédica - Ser capaz de relatar e interpretar a avaliação de um sistema de aprendizagem automática.

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

In the end of this curricular unit, the student should: - Know the history of Machine learning and the inspiration connection points to the biological systems. - Be able to understand the global functioning mechanisms of the most relevant machine learning algorithms. - Distinguish between supervised and non-supervised machine learning. - Know statistical and neuronal methods for solving machine learning problems. - Be able to model a problem in the context of

machine learning methods - Be able to use machine learning tools to solve biomedical engineering problems - Be able to report and interpret the evaluation of a machine learning system

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Visão geral do estado da aprendizagem automática. 2. Conceitos de base em aprendizagem automática e ligação a princípios da biologia. 3. Aprendizagem supervisionada. Classificação e regressão. 4. Aprendizagem não supervisionada. Aglomeração e exploração. 5. Técnicas de redes neuronais profundas. 6. Outras abordagens de aprendizagem automática. 7. Exemplos de aplicações a engenharia biomédica.

4.4.5. Syllabus:

1. Overview of the current state of Machine Learning. 2. Base concepts and connection to biological principles. 3. Supervised learning. Classification and regression problems. 4. Unsupervised learning. Clustering and exploration. 5. Deep neural networks techniques. 6. Other approaches to machine learning. 7. Example applications on biomedical engineering

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

Um dos principais objetivos da Unidade Curricular é fornecer ao estudante uma visão das possíveis aplicações da aprendizagem automática no contexto de engenharia biomédica. Esse objetivo é alcançado proporcionando uma formação nas várias ferramentas de desenvolvimento disponíveis, que permitem a criação de uma solução integrada utilizando os conhecimentos adquiridos em várias UCs de que expuseram anteriormente os alunos a problemas de âmbito biomédico que possa ser abordados com técnicas de aprendizagem automática.

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

The main goal of the Course is to provide the student with an integrated vision of machine learning, and its applications in the biomedical engineering context. This goal is achieved by providing several tools that enable the creation of solutions, which are specifically tailored to biomedical problems. At the end of the unit the students will be able to use machine learning technique to solve problems that students encountered in earlier years, throughout their studies.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os estudantes terão 1 hora de aulas teóricas, onde o programa será apresentado e 2 horas laboratoriais onde executarão um projeto incremental, que culminará na criação de uma aplicação completa de tomada de decisão. Existirão dois momentos de avaliação prático e a avaliação final do projeto integrado.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course will be composed of theoretical classes (1 hour), where the content of the course will be presented, and laboratory work (2 hours) where the student will incrementally implement a complete machine learning application. Two moments of evaluation in the lab will exist, with a final evaluation of the complete project, at the end of the course.

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

A divisão entre conteúdos teóricos e práticos permitirão estabelecer bases sólidas sobre os métodos de aprendizagem automática complementados com a implementação, em contexto laboratorial e suportado num projeto final de aprendizagem automática, aplicado a problemas de biomédica.

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

The theoretical lectures establish solid bases in machine learning's standard methods, which are implemented, in laboratory, into solving specific biomedical engineering problems. The implementation of that final project guarantees that the full scope of the course has been acquired by the student.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Second Edition February 2009 by Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman Deep Learning, MIT Press 2016, by Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville Mastering Machine Learning With scikit-learn, PACKT Publishing 2016 by Gavin Hackling

Mapa IV - Empreendedorismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Empreendedorismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Entrepreneurship

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CC

4.4.1.3. Duração:

Trimestral/Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:45

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

António Carlos Bárbara Grilo - TP:45h

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

<sem resposta>

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

O curso pretende motivar os estudantes para o empreendedorismo e para a necessidade da inovação tecnológica. O programa cobre vários tópicos que são importantes para a adoção de uma cultura aberta aos riscos suscitados em

processos de criação de novos produtos ou atividades que exigem características empreendedoras.

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

1) Identificar ideias e oportunidades para empreenderem novos projetos;

2) Conhecer os aspetos técnicos e organizacionais inerentes ao lançamento dos projetos empreendedores;

3) Compreender os desafios de implementação dos projetos (ex: mercado, financiamento, gestão da equipa) e encontrar os meios para os ultrapassar;

4) Expôr a sua ideia e convencer os stakeholders.

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

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

1) To identify ideas and opportunities to launch new projects;

2) To get knowledge on how to deal with technical and organizational issues required to launch entrepreneurial projects;

3) To understand the project implementation challenges, namely venture capital and teamwork management, and find the right tools to implement it;

4) To show and explain ideas and to convince stakeholders.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O empreendedorismo como estratégia de desenvolvimento pessoal e organizacional. Processos de criação de ideias.

A proteção da propriedade intelectual: patentes e formalismos técnicos. A gestão de um projeto de empreendedorismo: planeamento; comunicação e motivação; liderança e gestão de equipas Marketing e inovação para o desenvolvimento de novos produtos e negócios. O plano de negócios e o estudo técnico-financeiro.

Financiamento e Sistemas de Incentivos: formalidades e formalismos. A gestão do crescimento e o intraempreendedorismo.

4.4.5. Syllabus:

Strategy for entrepreneurship. Ideation and processes for the creation of new ideas. Industrial property rights and

protection: patents and technical formalities. Managing an entrepreneurial project: planning; communication and motivation; leadership and team work. Marketing and innovation for the development of new products and businesses.

Business plan and entrepreneurial finance. System of Incentives for young entrepreneurs. Managing growth and intrapreneurship.

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

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

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Este CE será ministrado a estudantes dos 4º ou 5º anos dos programas de Mestrado integrado e de 2º ciclo. O programa é dimensionado para decorrer entre o 1º e o 2º semestre, num período de 5 semanas, envolvendo um total de 45 horas presenciais, organizadas em 15 sessões de 3 horas e exigindo um esforço global de 3 ECTS.

As aulas presenciais baseiam-se na exposição dos conteúdos do programa. Os estudantes serão solicitados a aplicar as competências adquiridas através da criação e desenvolvimento de uma ideia (produto ou negócio). As aulas integrarão estudantes provenientes de diversos cursos com vista a promover a integração de conhecimento derivado de várias áreas científicas e envolverão professores e "mentores" com background diverso em engenharia, ciência, gestão e negócios.

A avaliação compreende a apresentação e defesa da ideia num elevator pitch e do respetivo relatório (realizado em grupo de 4-5 elementos). A apresentação contribuirá com 60% e o relatório com 40% para a nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course is directed to students from the 4th and 5th years of the "Mestrado Integrado" (Integrated Master) and students from the 2nd cycle (Master). The program was designed for a duration of 5 weeks, with a total of 45 hours in class (15 sessions of 3 hours each) - 3 ECTS.

Classes are based in an exposition methodology. Students will be asked to apply their skills in the creation and development of an idea, regarding a new product or a new business. Classes integrate students from different study programs to promote the integration of knowledge derived from various scientific areas and involve academic staff and "mentors" with diverse background in engineering, science, management and business.

Students evaluation is based on the development and presentation of an idea/project in an elevator pitch, and its report. The work should be developed in teams of 4-5 members. The presentation should account for 60% of the final mark and the report 40%.

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

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

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

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

Neste sentido, a metodologia privilegia

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

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

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

- 1) the presentation of practical and successful cases;

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Books

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

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

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

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

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

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

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

Journals

Entrepreneurship Theory and Practice

Mapa IV - Análise de Sinal Biomédico

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise de Sinal Biomédico

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomedical Signal Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:14; PL:14

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):

Carla Maria Quintão Pereira (regente) - T:14h; PL:14h

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

Ricardo Nuno Pereira Verga e Afonso Vigário – PL:14h

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

No final desta unidade curricular o aluno deverá: - Identificar o traçado de sinais fisiológicos. - Compreender os princípios nos quais se baseiam algumas das mais avançadas técnicas de processamento de sinal biomédico. - Comparar o desempenho dessas técnicas. - Ser capaz de as aplicar a sinais fisiológicos, extraíndo deles informação clínica relevante.

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

At the end of this course students should: - Identify the typical characteristics of biosignals. - Understand the principles on which some of the most advanced biosignals processing techniques are based. - Compare the

performance of the aforementioned tools. - Be able to apply these tools to biosignals, and to extract from it clinical relevant information.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Características dos biosinais 1.1 Diferentes tipos de biosinais 1.2 Não estacionariedade dos biosinais 1.3. Variabilidade intra e inter-indivíduo 2. Técnicas avançadas de processamento de biosinais 2.1 Transformadas de Wavelet 2.2 Análise de Componentes Principais 2.3 Análise de Componentes Independentes 2.4 Análise da dinâmica dos sinais 2.5 Localização de fontes

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction. 1.1 Types of biosignals 1.2 Non-stationarity of the biosignals 1.3 Intra and inter-variability 2. Advanced biosignals processing techniques 2.1 Wavelet transform 2.2 Principal component analysis 2.3 Independent component analysis 2.4 Dynamic signal analysis 2.5 Source Localization

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

Para identificar o traçado de sinais fisiológicos: Conteúdos principais – 1 Para compreender os princípios nos quais se baseiam algumas das mais avançadas técnicas de processamento de sinal biomédico e comparar o seu desempenho: Conteúdos principais – 2 Para ser capaz de as aplicar a sinais fisiológicos, extraíndo deles informação clínica relevante: Conteúdos – 1 e 2.

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

To identify the typical characteristics of biosignals: main contents – 1 To understand the principles on which some of the most advanced biosignals processing techniques are based and compare its performance main contents – 2 To be able to apply these tools to biosignals, and to extract from it clinical relevant information. main contents – 1 and 2

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas os temas serão discutidos com os alunos de forma essencialmente expositiva, recorrendo aos materiais de apoio que se considerar necessários (quadro, slides, applets, demonstrações práticas). Espera-se que os alunos desenvolvam trabalho autónomo de pesquisa e de integração sobre os assuntos lecionados. Nas aulas práticas os alunos deverão preparar um projeto, que lhes permita compreender de uma forma mais aprofundada uma determinada área dos conteúdos lecionados. Avaliação: 2 testes (ou exame final) e 1 projeto. Frequência: Aprovação no projeto e frequência de um mínimo de 2/3 de aulas práticas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical lectures will be delivered by the lecturer, using the support materials that are deemed necessary for each topic. These will include the black board, slides, applets, and demonstrations. It is expected that students work autonomously both bibliographic research and in integration of the information therein. As practice training, the students will carry out a laboratory project related to one particular subject covered during the course. Evaluation: 2 tests (or final exam) and 1 project.

Permission to attend the final exam: succeed on the project, be present at, at least, 2/3 of laboratory lectures.

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

- Para identificar o traçado de sinais fisiológicos: metodologias principais - exposição da matéria; metodologias secundárias - preparação do projeto. - Para compreender os princípios nos quais se baseiam algumas das mais avançadas técnicas de processamento de sinal biomédico metodologias principais - exposição da matéria; metodologias secundárias – trabalho autónomo - Para comparar o desempenho dessas técnicas: metodologia principal – exposição da matéria, metodologias secundárias - preparação do projeto. - Ser capaz de as aplicar a sinais fisiológicos, extraíndo deles informação clínica relevante: metodologias principais - preparação do projeto; metodologias secundárias - exposição da matéria.

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

- To identify the typical characteristics of biosignals: main learning activities – theoretical lectures; secondary learning activities - project preparation. - To understand the principles on which some of the most advanced biosignals processing techniques are based main learning activities – theoretical lectures; secondary learning activities – autonomous work - To compare the performance of the aforementioned tools: main learning activity – theoretical lectures, secondary learning activities - project preparation. - To be able to apply these tools to biosignals, and to extract from it clinical relevant information: main learning activity – project preparation, secondary learning activities - theoretical lectures.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Textbook of medical physiology (1996) A.C. Guyton, J.E. Hall; Saunders Company. - Medical Physics and Biomedical Engineering (1999) B.H Brown, et al; Institute of Physics Publishing. - Practical Biomedical Signal Analysis Using MATLAB (2012) K.J. Blinowska, J. Zygierevicz; CRC Press. - Signal Processing for Neuroscientists: An Introduction to the Analysis of Physiological Signals (2007) van Drongelen, W.; Academic Press. - Detection and estimation methods for biomedical signals (1996) Metin Akay; Academic Press, San Diego. - Advances in Cardiac Signal Processing (2007) Rajendra Acharva U, Jasiit S Suri, Jos AE Spaan SM Krishnan; Springer, New York.

Mapa IV - Fisiopatologia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Fisiopatologia***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Pathophysiology***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***MED***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 Neuparth - T28h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***José Miguel de Araújo Martins - PL:28h**Alberto Miguel Gonçalves de Sousa Prata - PL:28h**Manuel Almeida - PL:28h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***CONHECIMENTOS: Identificar as causas e descrever os mecanismos de síndromes e doenças relevantes para a inovação tecnológica. Descrever e interpretar os principais métodos de avaliação funcional.**APTIDÕES: Desenvolver a capacidade para trabalhar em equipas multidisciplinares com profissionais de saúde.**COMPETÊNCIAS: Desenvolver a capacidade para aplicar conhecimentos de fisiopatologia ao serviço de novas tecnologias com relevância na avaliação funcional de doenças.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***KNOWLEDGE: Identify the causes and describe the mechanisms of syndromes and diseases relevant to technologic innovation. Describe and interpret the main methods of functional evaluation**SKILLS: Develop the skill to work in multidisciplinary teams with health professionals.**COMPETENCES: Develop the ability to apply knowledge of pathophysiology to the development of new technologies with relevance to the functional evaluation of diseases.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Aulas teóricas (2 horas/semana)**Aula de apresentação**Circulação coronária**Bomba cardíaca**Ritmo cardíaco**Tecnologia e função cardíaca**Mecânica ventilatória**Asma**Tosse*

Tecnologia e função respiratória

Motilidade gastro-intestinal

Refluxo gastro-esofágico

Adaptações fisiológicas ao exercício

Provas de esforço

4.4.5. Syllabus:

Lectures (2 hours/week)

Presentation lecture

Coronary circulation

Cardiac pump

Arrhythmias

Methods in cardiac function evaluation

Pulmonary mechanics

Asthma

Cough

Lung Function Methods

Gastro-oesophageal reflux disease (GERD)

Gastro-intestinal motility diseases

Adaptations to exercise

Technological aspects of physical stress tests

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

Pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos sobre os conceitos básicos e princípios fundamentais da fisiopatologia humana relevantes para a engenharia biomédica.

Os objetivos do curso são a aquisição de uma abordagem sistemática da compreensão dos mecanismos da doença e dos princípios físicos dos métodos de avaliação funcional das síndromes fisiopatológicas mais comuns.

Aplicação de métodos quantitativos na fisiopatologia, é enfatizada com referência a exemplos específicos da doença ao longo do curso.

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

This course provides an introduction to basic concepts and fundamental principles of human pathophysiology for undergraduate engineering students. The aims of the course are to provide the student with a systematic approach for understanding the mechanisms of disease and the physical principles of the functional evaluation methods used in the most common pathophysiological syndromes.

Application of quantitative methods in pathophysiology, is emphasized with reference to disease-specific examples throughout the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Curso teórico

Treze Sessões teóricas interativas com os alunos.

Curso prático

Os alunos serão distribuídos por 4 turmas práticas com até 15 alunos, no máximo.

Cada aula prática terá a duração de 2 horas.

Apresentação – semana de 2 e 3 de março.

Caso 1 (quatro sessões) – de 9 a 31 de março.

Caso 2 (quatro sessões) – de 4 a 26 de maio.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical course:

13 classes

Practical course:

2 cases of 4 classes each (2hours for each class)

presentation – 2/3 march.

Case 1 – 9 to 31 de march.

Case 2 – 4 to 26 de may.

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

O curso teórico fornece as bases de conhecimento para a discussão e pesquisa bibliográfica utilizada durante as aulas práticas. Nestas, desenvolve-se a metodologia de ensino por problemas por forma a demonstrar a marcha de raciocínio diagnóstico e a transposição da realidade médica para a sua interação com a engenharia biomédica.

As visitas aos laboratórios mostram como se faz na prática essa articulação entre medicina e engenharia biomédica.

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

The theoretical course provides de knowledge background required to discuss clinical cases and engage in bibliographical research in the context of the practical course. In the practil classes a method of teaching by problem-driven learning will demonstrate clinical diagnostic reasoning and how that may require interaction with the fields of biomedical engineering.

Laboratory visits will provide examples of how medicine and engineering articulate in day to day practice.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

“Pathophysiology”, Damjanov WB, Saunders Co, 2008

PATHOPHYSIOLOGY OF DISEASE; McPhee SJ. Hammer D McGraw-Hill 2018

Mapa IV - Instrumentação Digital**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Instrumentação Digital

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Digital Instrumentation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EF

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:14; PL:56

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 Luís Constantino Ferreira - T:14h;PL:14h

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

Pedro Manuel Cardoso Vieira - PL:56h

André Wemans - PL:56h

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

O objetivo é proporcionar o uso de ferramentas para o desenvolvimento de sistemas de aquisição de dados e controlo baseados em microcontroladores e computadores.

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

The goal is to provide the use of tools for the development of data acquisition and control systems based on microcontrollers and computers.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Interfaces de hardware. Placas de aquisição de dados e microcontroladores programáveis. Programação de Microcontroladores. Comunicação série.*
- 2. Interfaces de software. Programação em "G" (LabVIEW). Controlo e aquisição de dados. Comunicação série.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Hardware interfaces. Data acquisition boards and programmable microcontrollers. Microcontrollers programming. Serial communication.*
- 2. Software interfaces. "G" programming language (LabVIEW). Control and data acquisition. Serial communication.*

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

Os alunos terão a oportunidade de não só adquirirem conhecimento que lhes permite fazer a monitorização e controlo dum qualquer processo, como lidar com microcontroladores e computadores que lhes permitem experimentar toda a cadeia de aquisição de dados, desde o sensor ao ficheiro informático com as medidas do sensor.

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

Students will have the opportunity to not only acquire knowledge that allows them to monitor and control any process, but also to deal with microcontrollers and computers that allow them to experience the entire data acquisition chain, from the sensor to the computer file with the measurements of the sensor.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Em cada semana é dada uma aula com a duração de uma hora que se destina à apresentação e discussão de conceitos a serem utilizados na execução das experiências laboratoriais.

As aulas práticas são semanais e têm a duração de quatro horas. No decurso de cada aula haverá discussão de conceitos a aplicar no trabalho laboratorial.

Cada turma tem no máximo vinte alunos divididos em dez grupos de trabalho de dois alunos cada.

Cada grupo terá um posto de trabalho composto por bancada, mesa de testes (com breadboard, várias fontes de tensão, gerador de sinais, etc.), osciloscópio, multímetro, fonte de tensão e corrente ajustável, gerador de sinais, computador e um kit Arduino Uno.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Each week, a one-hour class is given to present and discuss concepts to be used in the execution of laboratory experiments.

The practical classes are weekly and last for four hours. During each class, there will be discussion of concepts to be applied in laboratory work.

Each class will have a maximum of twenty students divided into ten groups of two students each.

Each group will have a workbench with a test bench (with breadboard, several voltage sources, signal generator, etc.), oscilloscope, multimeter, adjustable voltage and current power sources, signal generator, computer and an Arduino Uno board.

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

A componente teórica permitirá aos estudantes fundamentar as observações e medidas realizadas em laboratório em torno dos trabalhos práticos. Também permitirá relembrar matérias anteriores e integrar o conhecimento em torno de aplicações em eletrónica.

As aulas práticas de laboratório serão fundamentais para os estudantes praticarem e aplicarem esses conhecimentos.

O projeto será um exercício de integração, onde se espera que os estudantes desenvolvam a sua autonomia como projetistas.

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

The theoretical component will allow students to support their observations and measurements made in the labs Will also recall earlier topics and leading to knowledge integration about applications in electronics.

The practical lab classes will be essential for students to practice and apply the knowledge.

The project will be an integration exercise where students are expected to develop their autonomy as designers.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Princípios de Electrónica, Albert Paul Malvino, McGraw-Hill*
- *The Art of Electronics, Paul Horowitz et al, Cambridge University Press*
- *LabVIEW programing, data acquisition and analysis, Beyton & Jeffrey, Prentice Hall*
- *Introdução à Instrumentação Médica, José Higino Correia, João Paulo Carmo, Lidel, 2013*

Mapa IV - Processamento de Imagem Médica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Processamento de Imagem Médica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Medical Image Processing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<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):

Ricardo Nuno Pereira Verga e Afonso Vigário - T:28h;PL:28h

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 aluno deverá:

- *Conhecer as especificidades da imagem médica, enquanto sinal bi- ou tri-dimensional*
- *Ser capaz de caracterizar uma imagem como um sinal digital discretizado em espaço e intensidade*
- *Saber caracterizar e avaliar a qualidade de uma imagem*
- identificar e remover artefactos típicos*
- aplicar filtros para melhoria de imagem*
- detetar regiões de interesse*
- codificar e comprimir imagens*
- *Compreender como se pode utilizar a imagem como auxiliar à tomada de decisão médica*

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

At the end of this course students should:

- *Know the specificities of a medical image, as a bi- or tri-dimensional signal*
- *Be able to characterize an image as a digital signal, discretized in space and intensity*
- *Know how to characterize and evaluate the quality of an image*
- identify and remove common artefacts*

*apply digital filters to improve the quality of images
detect regions of interest
reconstruct images from projection, and its relation to the Radon transform
code and compress images
- Understand how images are used diagnostics and to support medical decision making*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*1. A natureza de uma imagem biomédica 1.1. estrutura dos dados 1.2. exemplos típicos de imagem médica, e suas características típicas 2. Qualidade e formatação da imagem
Anexo A – Ficha da unidade curricular – 2019 Pág.3 - 5
2.1. caracterização da qualidade da imagem 2.2. digitalização em espaço e intensidade 2.3. densidade ótica, gama dinâmica, contraste e resolução 2.4. histogramas e entropia 2.5. transformadas de Fourier e conteúdo espectral 3. Identificação e remoção de artefactos 4. Melhoria de imagem, através de técnicas baseadas em 4.1. médias 4.2. transformações de escalas de intensidade (Gama, histograma...) 4.3. convoluções e filtros espaciais 5. Detecção de regiões de interesse 6. Reconstrução tomográfica de imagens 7. Codificação e compressão de imagem 8. Classificação de padrões e ajuda ao diagnóstico*

4.4.5. Syllabus:

1. The nature of biomedical images 1.1. data structure 1.2. examples of the most common types of medical images and their characteristics 2. Image quality and information content 2.1. characterization image quality 2.2. spatial and intensity digitization 2.3. optical density, dynamic range, contrast and resolution 2.4. histograms and entropy 2.5. Fourier transform and spectral content 3. Identification and removal of artefacts 4. Image enhancement, through techniques based on 4.1. averaging 4.2. gray-scale transformations (Gamma, histograms...) 4.3. convolution and spatial filters 5. Detection of regions of interest 6. Image reconstruction from projections 7. Image coding and data compression 8. Pattern classification and diagnostic decision

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

*Para atingir o primeiro objetivo (compreensão da especificidade e características da imagem médica): pontos 1, 2 e 7
Para o segundo objetivo (explorar formas de melhorar a qualidade da imagem médica): pontos 3 e 4
Para explorar o potencial de diagnóstico contido na imagem médica: pontos 5 e 8
Pela importância específica das técnicas de tomografia em imagem médica, serão apresentadas/revistas as técnicas de tomografia no ponto 6.*

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

*To reach the first intended outcome (understand the specific characteristics of the medical images): 1, 2 and 7
To reach the second (explore ways to enhance the quality of medical images): 3 and 4
To explore diagnostic potential within images: 5 and 8
Because of its relevance in constructing several types of medical images, tomography (as a reconstruction technique based on projections) will be addressed/reviewed, in 6.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas os temas serão discutidos com os alunos, de forma essencialmente expositiva, recorrendo aos materiais de apoio que se considerar necessários (quadro, slides, applets, demonstrações práticas). Nas aulas práticas os alunos deverão preparar um projeto, que lhes permita compreender, de uma forma mais aprofundada, um problema específico de análise de imagem, de entre as lecionadas na unidade curricular. Avaliação: 2 testes (ou exame final) e 1 projeto. Frequência: Aprovação no projeto e frequência de um mínimo de 2/3 de aulas práticas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical lectures will be delivered by the lecturer, using the support materials that are deemed necessary for each topic. These will include the black board, slides, applets, and practical demonstrations. As practice training, the students will carry out a laboratory project, related to one particular problem of image analysis covered during the course. Evaluation: 2 tests (or final exam) and 1 project. Permission to attend the final exam: pass the project and be present at, at least, 2/3 of laboratory lectures.

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

As bases teóricas, referentes aos tipos de imagem médica, bem como às técnicas de remoção de artefactos e melhoria de sinal são lecionadas na componente expositiva da unidade curricular, enquanto a componente prática permite concretizar os conhecimentos adquiridos. A interligação entre as aulas teóricas e o desenvolvimento dos projetos práticos permite, a cada grupo, a sedimentação dos conhecimentos adquiridos nas aulas, durante o desenvolvimento dos mesmos. Por outro lado, a apresentação dos projetos ajuda a desenvolver as capacidades de sùmula e exposição dos grupos de trabalho. Em adição, a interação entre quem apresenta e quem ouve as apresentações ajuda à interiorização de conceitos, quer de quem prepara, quer de quem ouve a exposição do projeto.

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

Within the lecturing component of the course, the background theory, regarding biomedical image processing will be addressed. That will include the various types of images, as well as techniques for artefact removal and image enhancement. The practical component of the course will allow for the student to apply those concepts in practise. The interplay between the theoretical lectures and the project development ones, allows each group of students to settle the knowledge acquired in the lectures, while developing the projects. On the other hand, the presentation of the

outcomes of the project helps developing the students' synthesis and presenting skills, for the ones presenting. In addition, the interaction between those and the ones listening consolidates the acquired concepts of those who listen.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Biomedical Image Analysis; Ragaraj M. Rangayyan; CRC Press, 2005*
- *Digital Imaging Processing; Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods; Prentice-Hall, 2002*
- *Digital Imaging Processing using Matlab; Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods and Steven L. Eddins; Prentice-Hall – New Jersey, 2004*
- *Digital Signal Processing for Medical Imaging using Matlab; Atam P. Dhawan; John Wiley & Sons, 2011*
- Anexo A – Ficha da unidade curricular – 2019 Pág.5 - 5
- *Applied Medical Image Processing (2nd Ed.); Wolfgang Birkfellner; CRC Press, 2014*

Mapa IV - Fotónica para Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fotónica para Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Photonics for Biomedical Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:14

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):

Ana Cristina Gomes Silva - T:7h;PL:3,5h

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

Liang Dawei - T:7h; PL:3,5h

Paulo Ribeiro - T:7h; PL:3,5h

Pedro Manuel Cardoso Vieira - T:7h; PL:3,5h

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: -Conhecer as diferentes técnicas fónicas mais aplicadas e relevantes para a engenharia biomédica e física médica e o que as distingue entre si. -Compreender os processos fundamentais associados às técnicas mais relevantes. -Ser capaz de analisar os riscos e vantagens de cada técnica a aplicar em situações específicas. -Ter capacidade para desenvolver e introduzir inovação em técnicas atuais. -Integrado(a) numa equipa, ser capaz de propor soluções e técnicas fónicas alternativas.

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

By successful conclusion of this course the students will have acquire knowledge, information and expertise which should allow them: -To know about the different and relevant photonic techniques applied to biomedical. -To comprehend the fundamentals physics phenomena and processes associated with the relevant photonic techniques. - To be able of examining the risks and advantages of the application of a certain technique in a specific condition. - Capability to introduce innovation in the current techniques. -Within a team be able to propose and suggest solutions for alternate photonic techniques.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Capítulo 1: Docente Liang Dawei: Laser e suas aplicações (amplificação de luz por emissão de radiação estimulada), níveis laser, inversão de população, meio ativo de um laser, cavidade de bombeamento e cavidade ressonante. Eficiência e qualidade de feixe. Aplicações do laser-solar existente no Departamento de Física à biomédica. Capítulo 2: Docente Ana G Silva: Sistemas laser pulsados e ultra-rápidos. Vantagens e potencialidades. Interação Anexo A – Ficha da unidade curricular – 2019 Pág.3 - 5 da radiação laser com a matéria. Fenómenos óticos ultra-rápidos e não-lineares, nomeadamente espectroscopia e microscopia ótica não-linear. Fundamentos físicos e aplicações na engenharia Biomédica (diagnóstico e intervenção). Capítulo 3: Docente Paulo Ribeiro: Aplicações da espectroscopia ótica de infravermelho de Fourier, fluorescência e Raman. Capítulo 4: Docente Pedro Vieira: Técnicas de tomografia ótica: confocal, OCT e otoacústica.

4.4.5. Syllabus:

Chapter 1: Docent Liang Dawei: Laser (light amplification by stimulated emission of radiation) types and applications, laser levels and population inversion, laser active media, laser pump cavity and resonant cavity, pump input versus laser output, laser beam quality, laser applications in biomedicine. One solar-laser biomedical application experiment in solar laser laboratory at DF. Chapter 2: Docent Ana G Silva: Pulsed ultra-fast laser systems. Advantages. Laser radiation and materials interaction. Nonlinear and ultrafast optical phenomena, namely optical nonlinear spectroscopy and microscopy. Fundamental physics and applications to Biomedical sciences (diagnostic and intervention). Chapter 3: Docent Paulo Ribeiro: Applications of Fourier infrared spectroscopy, fluorescence and Raman. Chapter 4: Docent Pedro Vieira: Techniques of optical tomography: confocal, OCT and optoacoustic.

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

Objetivos:A -Conhecer as diferentes técnicas fônicas mais aplicadas -Compreender os processos fundamentais associados às técnicas mais relevantes. -Ser capaz de analisar os riscos e vantagens de cada técnica a aplicar em situações específicas. Coerência com conteúdos A Laser e suas aplicações, níveis laser, inversão de população, meio ativo de um laser. Eficiência e qualidade de feixe. Aplicações na biomédica. Sistemas laser pulsados e ultra-rápidos. Vantagens e potencialidades. Interação da radiação laser com a matéria. Espectroscopia e microscopia ótica não-linear. Fundamentos físicos e aplicações na engenharia Biomédica. Objetivos: B -Desenvolver e introduzir inovação - Ser capaz de propor soluções e técnicas fônicas alternativas Coerência com conteúdos B Aplicações do laser-solar existente no Departamento de Física à biomédica. Aplicações da espectroscopia ótica de infravermelho de Fourier, fluorescência e Raman. Técnicas de tomografia ótica: confocal, OCT e otoacústica.

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

A:-Different and relevant photonic techniques applied to biomedical.-Fundamentals physics phenomena and processes associated with the relevant photonic techniques.-Examining the risks and advantages of the application of a certain technique in a specific condition. Syllabus coherence A:Laser types and applications in biomedical engineering and biomedicine.Pulsed ultra-fast laser systems.Advantages.Laser radiation and materials interaction. Nonlinear and ultrafast optical phenomena, namely optical nonlinear spectroscopy and microscopy. Fundamental physics and applications to Biomedical sciences (diagnostic and intervention).B:-Introduce innovation in the current techniques.-Within a team be able to propose and suggest solutions for alternate photonic techniques.Coherence B: Solar-laser biomedical application experiment in solar laser laboratory at DF. Applications of Fourier infrared spectroscopy, fluorescence and Raman. Techniques of optical tomography: confocal, OCT and optoacoustic.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A língua de ensino a adotar será Português ou Inglês, dependendo da nacionalidade dos estudantes inscritos no curso. A metodologia de ensino seguida terá um carácter misto composto por: -sessões de introdução dos fundamentos e princípios físicos essenciais não só para a compreensão das diferentes técnicas e aplicações das mesmas mas também para permitir no futuro inovação nas áreas afins. - sessões de aplicação com resolução e abordagem de problemas concretos bem como realização de trabalhos e demonstrações em ambiente laboratorial. Nas sessões de trabalho em laboratório espera-se que os estudantes trabalhem de forma concertada em equipas de dois/três estudantes. A avaliação será efetuada através de um (1) momento de avaliação/teste de fundamentos e princípios físicos e escrita de um (1) relatório/monografia e respetiva discussão.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching language will be Portuguese or English, depending on the nationality of the students enrolled in the course. The teaching methodology will be composed by: -sessions of introduction of the physics fundamentals essential for the comprehension of the different photonics techniques and processes and their applications at the current moment and envisage the ability for innovation and development in near future. -Problems solving sessions and discussions, focusing on daily real problems together with suitable laboratory and demonstrations sessions. In these sessions the students enrolled in the course will work in a concerted way in groups of 2/3 students. The evaluation will be composed by 1 intermediate written exam regarding the concepts and fundamentals and by 1 written report/monography and its discussion.

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

Objetivos de aprendizagem A -Conhecer as diferentes técnicas fônicas mais aplicadas e relevantes na engenharia biomédica e engenharia médica e o que as distingue. -Compreender os processos fundamentais associados às técnicas mais relevantes. -Ser capaz de analisar os riscos e vantagens de cada técnica a aplicar em situações específicas. Metodologia de ensino A -sessões de introdução dos fundamentos e princípios físicos essenciais não só para a compreensão das diferentes técnicas e aplicações das mesmas mas também para permitir, no futuro, introduzir

inovação nas áreas afins. Objetivos de aprendizagem B -Ter capacidade para desenvolver e introduzir inovação em técnicas atuais. -Integrado(a) numa equipa, ser capaz de propor soluções e técnicas fónicas alternativas. Metodologia de ensino B Sessões de aplicação na resolução e abordagem de problemas concretos e também realização de trabalhos e demonstrações em ambiente laboratorial. Nas sessões de trabalho em laboratório espera-se que os estudantes trabalhem de forma concertada em equipas de dois/três estudantes.

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

Learning outcomes, A: -To know about the different and relevant photonic techniques applied to biomedical. -To comprehend the fundamentals physics phenomena and processes associated with the relevant photonic techniques. - To be able of examining the risks and advantages of the application of a certain technique in a specific condition. Teaching methodologies coherence A: Sessions of introduction of the physics fundamentals essential for the comprehension of the different photonics techniques and processes and their applications at the current moment and envisage the ability for innovation and development in near future. Learning outcomes B: -Capability to introduce innovation in the current techniques. -Within a team be able to propose and suggest solutions for alternate photonic techniques. Teaching methodologies coherence B: Problems solving sessions and discussions, focusing on daily real problems together with suitable laboratory and
Anexo A – Ficha da unidade curricular – 2019 Pág.5 - 5
demonstrations sessions. In these sessions the students enrolled in the course will work in a concerted way in groups of 2/3 students.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Chapter 1: -Solid-State Laser Engineering, Sixth Revised and Updated Edition, Walter Koechner, 2006 -Lasers, E. Siegman, University Science Books, 1986. Chapter 2: -Nonlinear Optics, 3rd Edition, Robert Boyd, Elsevier, 2008 - Handbook of Biomedical Nonlinear optical microscopy, Barry R. Masters, Peter So, Oxford University Press 2008 Chapters 3 and 4: Biomedical Photonics Handbook, Tuan Vo-Dinh, CRC Press, 2003

Mapa IV - Gestão e Inovação Hospitalar

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão e Inovação Hospitalar

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Hospital Management and Innovation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

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):

Luís Miguel Velez Lapão - TP:28h

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 a realidade da organização dos sistemas de saúde, nomeadamente dos hospitais. Conhecer os problemas típicos de gestão e clínicos. Saber utilizar o LEAN para melhorar processos de gestão num hospital. Saber utilizar o DSRM - Design Science Research Methodologies - para resolver problemas de gestão com tecnologia e sistemas de informação. Compreender o papel da envolvimento dos profissionais de saúde na utilização de tecnologias de saúde. Conhecer os modelos de negócio de saúde digital fundamentais.

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

Understand the reality of the organization of health systems, particularly hospitals.

Anexo A – Ficha da unidade curricular – 2019 Pág.3 - 6

Know the typical management and clinical problems. Know how to use LEAN to improve management processes in a hospital. Know how to use DSRM - Design Science Research Methodologies - to solve management problems with technology and information systems. Understand the role of the involvement of health professionals in the use of health technologies. Know the fundamental digital health business models.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Organização do Sistemas de Saúde - 2h Funções do Hospital, com ênfase na engenharia. - 2h Tecnologia existente no Hospital - 2h Gestão de serviços e de tecnologia hospitalar - 4h Fundamentos de Saúde Digital. - 2h Ferramentas de Gestão Hospitalar - 4h Sistema LEAN - 2h Sistemas de Inovação - 4h Teoria e Modelos de Inovação e Design Science Research Methods - 2h Exercícios práticos. 4h

4.4.5. Syllabus:

Health Systems Organization Hospital functions, with emphasis on engineering. Existing technology at the Hospital Service management and hospital technology. Digital Health Fundamentals. Hospital Management Tools

Anexo A – Ficha da unidade curricular – 2019 Pág.4 - 6

LEAN system Innovation Systems Innovation and Design Theory and Models Science Research Methods Practical exercises.

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

Compreender a realidade da organização dos sistemas de saúde, nomeadamente dos hospitais. Conhecer os problemas típicos de gestão e clínicos. Saber utilizar o LEAN para melhorar processos de gestão num hospital. Saber utilizar o DSRM - Design Science Research Methodologies - para resolver problemas de gestão com tecnologia e sistemas de informação. Compreender o papel da envolvimento dos profissionais de saúde na utilização de tecnologias de saúde. Conhecer os modelos de negócio de saúde digital fundamentais.

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

Understand the reality of the organization of health systems, particularly hospitals. Know the typical management and clinical problems. Know how to use LEAN to improve management processes in a hospital. Know how to use DSRM - Design Science Research Methodologies - to solve management problems with technology and information systems. Understand the role of the involvement of health professionals in the use of health technologies. Know the fundamental digital health business models.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas.

Anexo A – Ficha da unidade curricular – 2019 Pág.5 - 6

Aulas teórico-práticas. Desenvolvimento de projeto: Trabalhar, estudar em grupo Avaliação: - Participação nas aulas - Relatório - Apresentação do relatório Horário de dúvidas: Quartas-feiras, 14-15h

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures. Problem-solving sessions Project Development - Team work, team study, team problem-solving Evaluation: - Classroom participation - Report - Report presentation Office hours: Wednesday, 14-15h

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

Compreender a realidade da organização dos sistemas de saúde, nomeadamente dos hospitais. Conhecer os problemas típicos de gestão e clínicos. Saber utilizar o LEAN para melhorar processos de gestão num hospital. Saber utilizar o DSRM - Design Science Research Methodologies - para resolver problemas de gestão com tecnologia e sistemas de informação.

Anexo A – Ficha da unidade curricular – 2019 Pág.6 - 6

Compreender o papel da envolvimento dos profissionais de saúde na utilização de tecnologias de saúde. Conhecer os modelos de negócio de saúde digital fundamentais.

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

Understand the reality of the organization of health systems, particularly hospitals. Know the typical management and clinical problems. Know how to use LEAN to improve management processes in a hospital. Know how to use DSRM - Design Science Research Methodologies - to solve management problems with technology and information systems. Understand the role of the involvement of health professionals in the use of health technologies. Know the fundamental digital health business models.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Lapão, L. V. (2016). *Lean in the Health Management: An opportunity to improve focus on the patient, respect for professionals and quality in the health services*. *Acta medica portuguesa*, 29(4), 237-239. Lapão, L., & Dussault, G. (2011). *PACES: a national leadership program in support of primary-care reform in Portugal*. *Leadership in Health Services*, 24(4), 295-307. Marques, R., Gregório, J., Pinheiro, F., Póvoa, P., Da Silva, M. M., & Lapão, L. V. (2017). *How can information systems provide support to nurses' hand hygiene performance? Using gamification and indoor location to improve hand hygiene awareness and reduce hospital infections*. *BMC medical informatics and decision making*, 17(1), 15. CORREIA, A., AZEVEDO, V., & LAPÃO, L. V. *Implementation of Telemedicine in Cape Verde: Influencing Factors A Implementação da Telemedicina em Cabo Verde: Fatores Influenciadores*.

Mapa IV - Simulação e Modelação Computacional em Engenharia Física**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Simulação e Modelação Computacional em Engenharia Física

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Modelling and Simulation in Engineering Physics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EF

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

42

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Yuri Fonseca da Silva Nunes - TP:42h

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 curricular os alunos deverão conhecer vários métodos computacionais para simulação e modelação de sistemas físicos.

Deverão ser capazes de aplicar os métodos aprendidos a novos problemas sabendo implementar um sistema de simulação ou métodos computacionais, análise dos seus dados e comparação com dados experimentais ou teóricos.

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

At the end of the course students are expected to know various computational methods for simulation and modeling of physical systems.

The students should be able to apply the methods learned to new problems and to know to implement a simulation system or computational methods, result analysis and comparison with experimental or theoretical data.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Métodos

*Regras para integração numérica (uni e multidimensional).
Variáveis aleatórias. Distribuições discretas.
Monte Carlo para integração numérica (uni e multidimensional)
Métodos redução variância (opção)
Métodos diferenças finitas e análise de estabilidade
Equação difusão (resolução numérica)
Regressões lineares
Modelos auto-regressivos de médias móveis (opção)
Análise de componentes principais*

Ferramentas

*Utilização das linguagens R e/ou Python para análise, modelação e visualização de dados.
Compilação de funções em bibliotecas dinâmicas em C++ e/ou C#, para cálculo de alta performance e integração com R e/ou Python e/ou VBA.
Integração com bases de dados sequenciais (MySQL e/ou MS-SQL) (opção)
Utilização VBA para integração do Excel com R e/ou Python.*

4.4.5. Syllabus:

Methods

*Numerical integrations methods
Random variables. Discrete distributions
Monte Carlo for numerical integration
Variance reduction methods (option)
Finite difference method
Diffusion equation
Introduction to Linear Regressions
ARIMA Model(option)
Introduction to PCA*

Tools

*Use of R and/or Python to data analysis, modelling and data visualization.
Compiling DLLs in C++ and/or C#, for high performance computing with R and/or Python and/or VBA integration.
Use these languages with SQL database integration (option)
Uses of VBA to integrate other languages and methods functions in Excel*

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

O programa da unidade curricular está estruturado por forma a que os alunos vão experimentando várias abordagens a problemas diversos e efetuem uma análise crítica dos seus resultados.

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

The program of the course is structured so that the students experiment various approaches to diverse problems and undertake a critical analysis of their results.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Em cada bloco do programa da unidade curricular é apresentado uma introdução ao tema e ou métodos.
Posteriormente os alunos implementam o programa base fornecido pelo docente, obtém resultados e analisam os mesmos. Depois o programa é alterado pelos alunos com acompanhamento do docente para irem explorando outros pressupostos e ou métodos de simulação assim como analise dos novos resultados. No fim de cada bloco os alunos entregam o programa final.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In each block of the program syllabus is presented an introduction to the topic and or methods, then the students implement the base program provided by the teacher, gets results and analyze them. After the program is changed by students with teacher supervision to go exploring and other assumptions or methods of simulation and analysis of new results. At the end of each block students deliver the final program.

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

Para cada bloco de material é dada uma introdução sobre a temática e métodos a utilizar. O programa computacional base é fornecido e explicado em detalhe e são obtidos e analisados os primeiros resultados. De seguida os alunos com acompanhamento do docente alteram o programa base para acrescentar ou alterar pressupostos e obtém-se novos resultados que são comparados com dados teóricos e ou experimentais. Desta forma os alunos podem experimentar por eles próprios as consequências das alterações efectuadas assim como novos princípios de simulação para a mesma temática.

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

For each teaching block is given an introduction on the subject and methods to be used. The computer program is provided and explained in detail and are obtained and analyzed the first results. Then the students with teaching tracking changes the initial program to add or change assumptions and obtained new results are compared with theoretical or experimental data. In this way students can experience for themselves the consequences of the implemented changes as well as new principles of simulation to the same problem.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"An Introduction to Agent-Based Modeling: Modeling Natural, Social, and Engineered Complex Systems with NetLogo"
 U. Wilensky, W. Rand (2015)
"Introduction to Statistical Physics" J. Casquilho, P. Teixeira (2015) QC174.8.CAS
"Computational Methods in Physics and Engineering" S. Wong (1997) QC52.WON
"An Introduction to Computer Simulation Methods: applications to physical systems" H. Gould, J. Tobochnik, W. Christian (2006) QC52.GOU
"Genetic Algorithm Model Fitting", M. Lybanon, K. Messa, in *"Practical Handbook of Genetic Algorithms: Complex Coding Systems, Volume III"*, L. Chambers Ed. (1998)

Mapa IV - Investigação Operacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Investigação Operacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Operational 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:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Manuel Valdemar Cabral Vieira (regente) - T:28; PL:28

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

<sem resposta>

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

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

- Ser capaz de formular e resolver problemas de Programação Linear;*
- Identificar e resolver problemas básicos de Gestão de Projetos;*
- Compreender e aplicar técnicas de Teoria da Decisão;*
- Gerar números pseudoaleatórios e aplicá-los na simulação de sistemas complexos.*

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

In the end of this curricular unit, students must have acquired knowledge, skills which allow to:

- Formulate and solve problems of linear programming.*
- Solve problems of project management.*

- *Understand apply techniques of decision theory.*
- *Generate random numbers and use it to simulate complex systems.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - *Programação Linear: Formulação de Problemas. Alg. Simplex Revisto. Análise de Sensibilidade.*
- 2 - *Gestão de Projetos: Método do Caminho Crítico (CPM). Técnica PERT. Diagrama de Gantt. Redução da duração total vs. custo total de redução.*
- 3 - *Teoria da Decisão: Decisão em Incerteza e Risco. Árvores de Decisão.*
- 4 - *Simulação: Métodos de geração de NPA's. Aplicações.*

4.4.5. Syllabus:

- 1 - *Linear Programming: Formulating problems. Revised Simplex Alg. Sensitivity Analysis.*
- 2 - *Project Management: Critical Path Method (CPM). PERT Technique. Gantt Diagram. Reducing the total duration of a project vs total cost.*
- 3 - *Decision Theory: Decisions under risk and under uncertainty. Decision Trees.*
- 4 - *Simulation: Pseudo-Random Numbers Generation Methods. Applications.*

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

- As primeiras 6 semanas do semestre são dedicadas ao estudo da Programação Linear, cobrindo os objetivos enunciados.*
- Os objetivos enunciados relativos à Gestão de Projetos são cobertos em 1 a 2 semanas.*
- O estudo da Teoria da Decisão é feito em 2 semanas.*
- O estudo da Simulação é feito em 3 semanas.*

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

- The first 6 weeks of the semester are used to study Linear Programming, covering its learning outcomes.*
- The introduction to Project management is done in 1 to 2 weeks.*
- Decision Making is studied in 2 weeks.*
- Simulation is presented in 3 weeks.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- Os conceitos-base da disciplina são lecionados nas aulas teóricas. Nas aulas práticas serão feitos exercícios de aplicação dos conceitos-base. Os alunos dispõem de apoio às aulas teóricas, bem como dos enunciados dos exercícios utilizados nas aulas práticas.*
- Só os alunos com frequência poderão obter aprovação nesta unidade curricular. A frequência é concedida a todos os alunos que compareçam em pelo menos 2/3 de todas as aulas lecionadas.*
- A avaliação contínua compreende a realização de 2 testes. Cada teste terá uma cotação de 10 valores. A classificação final de um aluno em época normal é o resultado da soma das classificações dos 2 testes. Um aluno reprovado na avaliação contínua pode realizar o exame de recurso sendo a classificação final a obtida neste exame. Os alunos aprovados na avaliação contínua poderão realizar melhoria de nota em Época de Recurso. A obtenção de uma classificação final superior a 17 valores requer a realização de uma prova complementar.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- In order to satisfy the learning outcomes, theoretical aspects of the topics are addressed in the Lectures. Exercises sessions ensure the adequate context for full understanding of the topics studied in this course.*
- There is a weekly office hours schedule, to support students learning.*
- The requirements to access each Test, as well as requirements to complete assessment (Frequência), are supposed to pressure students into a regular contact with the course, thus maximizing their success in the course.*

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

- Os conceitos necessários para atingir os objetivos estabelecidos para a unidade curricular são ministrados nas aulas teóricas. Como aplicar estes conceitos para resolver problemas será abordado nas aulas práticas, ou então com o apoio do docente em horários de atendimento aos alunos. 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 práticas através da análise e discussão de problemas-tipo. A avaliação destas competências é também realizada nas provas escrita. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria ao longo do semestre.*

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

- In order to satisfy the learning outcomes, theoretical aspects of the topics are addressed in the Lectures. Exercises sessions ensure the adequate context for full understanding of the topics studied in this course.*
- There is a weekly office hours schedule, to support students learning.*
- The requirements to access each Test, as well as requirements to complete assessment (Frequência), are supposed to pressure students into a regular contact with the course, thus maximizing their success in the course.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *F.S. Hillier e G.J Lieberman, Introduction to Operations Research, 2015, 10ª Ed., McGraw-Hill.*
2. *L. V. Tavares, F. N. Correia, I. H. Themido e R. C. Oliveira, Investigação Operacional, 1996, McGraw-Hill.*

3. Wayne L. Winston, *Operations Research*, 2003, Duxbury Press.

Mapa IV - Planeamento e Controlo de Qualidade

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Planeamento e Controlo de Qualidade

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Quality Planning and Control

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:35

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcionl

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

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

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

<sem resposta>

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

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

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

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

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

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

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

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

4.4.5. Conteúdos programáticos:

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

4.4.5. Syllabus:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

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

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

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

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

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

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

No que respeita às aulas práticas, têm-se adotado práticas pedagógicas que motivem os estudantes a participar construtivamente em grupos de trabalho. Durante algumas das aulas práticas os alunos resolvem exercícios de aplicação sobre os métodos expostos durante as aulas teóricas. Para além dos exercícios resolvidos nas aulas, os alunos têm de resolver outros fora das aulas. Pretende-se, por esta via, contribuir para uma melhor aprendizagem das matérias lecionadas (saber-saber e saber-fazer), estimular o trabalho em grupo e a capacidade crítica dos estudantes e, ainda, incentivar os estudantes a estudarem a matéria de forma continuada durante o semestre.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

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

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

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

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

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

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

Mapa IV - Radiação e Radioterapia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Radiação e Radioterapia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Radiation and Radiotherapy

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*<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 (Regente) – T:28h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***João Duarte Neves Cruz – PL:28h**Alda Sofia Pessanha de Sousa Moreno – PL:28h***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 a interação da radiação eletromagnética e de partículas com a matéria, dosimetria, implicações para a saúde e para a terapia e para a segurança radiológica; equipamentos e metodologias de radioterapia. - Ser capaz de realizar cálculos dosimétricos (estimativas e simulações) e de trabalhar com programas de simulação e emulação de planeamento de radioterapia. - Conhecer equipamentos e metodologias de radioterapia.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The approval in this curricular unit implies that the student has acquired skills to: - Understand interaction of electromagnetic radiation and charged particles with matter; implications for the human health and for therapy and radiation protection; methodologies and equipment for radiotherapy. - Apply the concepts by performing exercises namely of dosimetric calculations estimates and simulations with Monte Carlo software and emulation of radiotherapy planning. - Being familiar with methodologies and equipment for radiotherapy.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Radiação: Breve revisão sobre interação da radiação com a matéria. Dosimetria – unidades, medidas, cálculo de doses; Efeitos da radiação sobre tecidos biológicos – diretos e indiretos, somáticos e genéticos, estocásticos e determinísticos; relação dose/efeito; Normas de base de Segurança e Proteção Radiológica. Radioterapia: Radioterapia externa com radiação eletromagnética; Radioterapia externa com partículas carregadas aceleradas; Dosimetria e calibração dos feixes de fótons e partículas carregadas. Radioterapia interna ou Braquiterapia.***4.4.5. Syllabus:***Radiation: brief review about Interaction of ionizing radiation with matter. Dosimetry – units, measurements, calculation of doses; Effects of radiation on biological tissues – direct and indirect, somatic and genetic, stochastic and deterministic; dose/effect relation; Basic rules for Safety and Radiological Protection. Radiotherapy: External radiotherapy with electromagnetic radiation; External radiotherapy with ion beams. Dosimetry and calibration of photon and particle beams. Internal radiotherapy or Brachithery.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Procurando dar uma visão abrangente da interação da radiação ionizante (radiação eletromagnética e partículas) com a matéria, nomeadamente no que diz respeito aos efeitos biológicos e às implicações para a saúde, para a terapia e para a segurança radiológica, o programa começa por rever os processos de interação, com ênfase na deposição e distribuição de energia, abrindo caminho para as grandezas e cálculos dosimétricos. Relativamente à dosimetria insiste-se na capacidade de fazer estimativas, contribuindo para uma melhor apreensão dos conceitos, mas também são introduzidos programas de simulação com que os estudantes resolvem alguns problemas simples. A resposta biológica, ainda que a um nível simplificado, permite a compreensão do racional da radioterapia que é abordada num último capítulo, com algum detalhe no que respeita aos equipamentos e métodos.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Aiming at the goal to provide a broad vision of the interaction of ionizing radiation (electromagnetic radiation and particles) with matter, namely in relation to the implications for the human health and for therapy and radiation protection, the programme starts with a brief review of interaction processes, emphasizing the deposition and distribution of energy opening the way to the study of dosimetric quantities and calculations. In relation to dosimetry there is a focus on the capacity to perform manually some estimates in order to guarantee a better understanding of the concepts. However simulation codes are also used by the students to perform simple exercises. The course covers also in a simplified way the biological response to radiation, allowing for the understanding of the rationale of radiotherapy, subject taught in some detail in relation to equipments and methods.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***O método de ensino é inspirado em “Active Learning”, existindo dois tipos de aulas: Teóricas e Práticas. Teóricas: Os alunos são convidados a estudar, com base nos meios bibliográficos e slides ao seu dispôr, antecipadamente a matéria. Em cada aula, depois de uma breve síntese feita pelo docente dos pontos fulcrais da matéria dessa aula, são realizados em grupo, questões contendo componentes conceptuais e de aplicação. Durante o semestre são realizados*

dois testes, correspondendo a média das suas classificações à nota NT. Práticas: em grupos de 2 a 3 elementos - simulação relativa a questões levantadas nas aulas teóricas. Aos trabalhos de simulação corresponde uma nota NP. A classificação final é obtida por: $NF = 0,4 \times NP + 0,6 \times NT$

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method is inspired by "Active Learning", with two kind of classes: theoretical and practical. Theoretical classes: the students are invited to study previously the subjects for each class, with the help of bibliography and slides at their disposal. In each class after a brief introduction of the main issues to be covered in that class, questions, containing conceptual aspects and applications (problem solving), are discussed and resolved in group. Two evaluation testes are done during the semester, corresponding the average of their marks to a grade NT. Practical classes: are aimed at simulation of problems raised in the theoretical classes. Students are divided in groups of 2 to 3 elements. To the simulation exercises (and reports) correspond a grade NP. The final grade is given by: $NF = 0,4 \times NP + 0,6 \times NT$

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

Com base em slides de aulas de versões anteriores da unidade curricular e na bibliografia aconselhada, os estudantes, individualmente ou em grupo (fomenta-se este tipo de estudo), estudam a matéria de forma guiada, de modo a resolver e discutir questões concretas. Isto é feito nas aulas teóricas, onde uma síntese dos pontos essenciais é feita pelo docente. Estas resoluções contribuem também para aprender a ler, sintetizar e apresentar material científico. A aprendizagem conceptual é ainda aprofundada através da aplicação dos conceitos a alguns problemas. A aprendizagem da matéria abordada é avaliada através de testes. A compreensão dos conceitos e a sua integração, nomeadamente ao nível da dosimetria, são aprofundadas pelas aulas práticas através de exercitação e de simulação, em que trabalhos em grupos de 2 a 3 elementos contribuem para a avaliação dos estudantes.

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

Based on slides developed before for this course and advised bibliography, the students, individually or in group (group work is encouraged) study in a guided way the course subjects, aiming at the resolution and discussion of some concrete questions. This is done in theoretical classes where a summary of the main issues are provided by the teacher. The resolutions contribute also for learning how to read, synthesize and present scientific material. The conceptual learning process is deepened by the application of the concepts to problem resolution. The assessment of the conceptual learning process is based on evaluation tests. In order to strengthen the learning process, namely in relation to dosimetry, exercises and simulations are performed in practical classes, where group (2,3 elements) work is promoted and evaluated.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Atoms, Radiation, and Radiation Protection, 2nd Edition, James E. Turner Radiation Therapy Physics, 3rd Edition, William R. Hendee, Geoffrey S. Ibbott, Eric G. Hendee Medical Applications of Nuclear Physics, Series: Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering, Bethge, K., Kraft, G., Kreisler, P., Walter, G.

Mapa IV - Aplicações Avançadas da Instrumentação Biomédica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Aplicações Avançadas da Instrumentação Biomédica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Applications of Biomedical Instrumentation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semestre

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):***Hugo Filipe Silveira Gamboa - T:28h; PL:28h***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):***Possibilitar a implementação sistemas de instrumentação complexos em modo de tempo real e de análise de dados, com o desenvolvimento de aplicações de visualização e reporte dos dados adquiridos.**- A unidade curricular fará a síntese dos conteúdos adquirido em Instrumentação Analógica e Instrumentação Digital e Micro-Controlada, juntando as partes analógicas e digitais à construção de aplicações finais com processamento da informação adquirida e a criação relatórios sobre a instrumentação efetuada.**- Serão apresentadas linguagens de prototipagem rápida de aplicações científicas para aplicações de instrumentação.**Será abordada a tomada de decisão e controlo baseado na instrumentação fechando o ciclo aplicacional.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***- Provide the tools to implement complex instrumentation systems for real time and offline data analysis. The student will be able to develop visualization and reporting application based on the instrumentation data sources.**- The course will combine the acquired knowledge form the analogic, digital and microcontroled instrumentation previous courses, combining both to create final applications.**- The student will be introduced to programming languages for the rapid creation of scientific application for instrumentation.**- Decision-making and control examples will be developed to close the application cycle.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***- Integração da medida de realidades físicas, com protocolos standard de armazenamento e comunicação.**- Sistemas integrados de aquisição de sinais. Utilização de kits de prototipagem de sistemas de instrumentação.**- Linguagem de cálculo científico para criação de algoritmos de extração de informação e visualização. Extração de características no domínio do tempo e no domínio da frequência.**- Aprendizagem automática aplicada à tomada de decisão e controlo em instrumentação.**- Criação de aplicações rápidas para visualização e apresentação de informação agregada. Descoberta de informação a partir de base de dados de medidas.***4.4.5. Syllabus:***- Physical measurements integration, based on standard communication protocols**- Integrated signal acquisition systems. Usage of instrumentation prototyping systems .**- Languages for scientific computation to apply on features extraction and visualization, both on time and frequency domains.**- Machine learning applied to decision and control on instrumentation systems.**- Rapid application development for aggregated information presentation. Data discovery based on the measurements databases.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Um dos principais objetivos da Unidade Curricular é o fornecer ao estudante uma visão das possíveis aplicações da instrumentação. Esse objetivo é alcançado proporcionando uma formação nas várias ferramentas de desenvolvimento específicas, que permitem a criação da uma solução final e integrada utilizando os conhecimentos adquiridos em várias UC de instrumentação.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The main goal of the Course is to provide to the student an integrated vision of instrumentation applications. This goal is achieved by providing several incremental tools that enables the solution creation in the final projects that is the result of the several instrumentation courses during the physics degree.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Os estudantes terão 2 horas de aulas teóricas onde o programa será apresentado e 2 horas laboratoriais onde executarão um projeto incremental que culminará na criação de uma aplicação completa de instrumentação. Existirão dois momentos de avaliação prático e a avaliação final do projeto integrado.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course will be composed of theoretical classes (2 hours) where the program will be presented, and lab time (2 hours) where the student will incrementally implement a complete instrumentation application. Two moments of evaluation in the lab will exist with the final evaluation of the complete project.

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

A divisão entre aulas de teóricas e laboratoriais permitirão apresentar os conteúdos necessários para os alunos da forma mais autónoma possível possam implementar a aplicação final em ambiente laboratorial.

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

The division between theoretical class and lab time, will enable the presentation of the necessary contents so that in an, as much as possible, autonomous mode, the students will develop a final instrumentation application.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Measurement and Instrumentation: Theory and Application

by Alan S. Morris Reza; Langari Butterworth-Heinemann Ltd (2011)

Python for Data Analysis Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython

By Wes McKinney; O'Reilly Media (2012)

Practical Arduino Engineering, by Harold Timmis, APRESS (2011)

Mapa IV - Preparação da Dissertação**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Preparação da Dissertação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Master Thesis Preparation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

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):

Carla Maria Quintão Pereira - TP:14h

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

Maria Isabel Simões Catarino - TP:14h

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

A Preparação de Dissertação possibilita ao aluno aplicar de forma integrada as competências adquiridas, complementando-as através da realização de um trabalho de índole científica ou tecnológica. Esta unidade destina-se

à preparação da realização do trabalho de I&D original e elaboração da Dissertação, pelo que o principal objetivo é a realização com sucesso da Dissertação de Mestrado. Isto inclui o desenvolvimento de capacidade para a realização pesquisa bibliográfica, conducente à elaboração de um relatório contendo o estado da arte na área do trabalho a desenvolver, seguido de atividade de investigação, supervisionada pelo orientador e em autonomia, aplicando metodologias de investigação adequadas, e a capacidade de iniciar a realização um trabalho com significativo grau de originalidade.

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

The Dissertation Preparation enables the student to apply the acquired competences in an integrated manner, complementing them by carrying out scientific or technological work. This unit is intended for the preparation of the realization of the original R&D work and preparation of the Dissertation, so the main objective is the successful completion of the Master's Dissertation. This includes the development of capacity to carry out bibliographic research, leading to the elaboration of a report containing the state of the art in the area of work to be developed, followed by research activity, supervised by the supervisor and in autonomy, applying appropriate research methodologies, and the ability to start work with a significant degree of originality.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Nesta unidade os alunos recebem formação em temas importantes para a realização de um trabalho de I&D e iniciam o trabalho de acordo com o plano que consta da proposta de dissertação apresentada pelo orientador e aprovada pela Comissão Científica do curso. Para apoiar os alunos neste trabalho, a formação é ministrada sob a forma de seminários a realizar ao longo do semestre e abordando os seguintes temas:

- Bases de dados de referências bibliográficas
- Gestão de referências bibliográficas
- Comunicação científica: escrita e oral — boas práticas e erros típicos
- Estrutura e escrita de uma dissertação — boas práticas e erros típicos
- Boas práticas de escrita científica em Word e em LaTeX

4.4.5. Syllabus:

In this unit, each student must begin their R&D work according to the objectives in the dissertation proposal, approved by the Scientific Committee of the course. In general, the work developed by the students can be structured according to the following set of activities:

- Bibliographic Research.
 - Preparation of a report with the state of the art, in the field of work to be carried out and with the planning and description of the tasks to be carried out.
 - Start the development of the work.
- To support students in this work, training is given through seminars to be held throughout the semester and covering the following topics:*

- Databases of bibliographic references;
- Management of bibliographic references;
- Scientific communication: written and oral - good practices and typical errors;
- Structure and writing of a dissertation - good practices and typical errors;
- Good scientific writing practices in Word and LaTeX

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

Face à especificidade desta unidade curricular, os conteúdos programáticos desenvolvem-se em torno de temas de relevância para a realização com sucesso de um trabalho de investigação e desenvolvimento e respetiva comunicação tanto na forma escrita como na forma oral. As atividades a desenvolver pelo estudante em interação com o orientador são as típicas dum trabalho de I&D. Os respetivos conteúdos concretos são os associados às respetivas propostas de trabalho.

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

In view of the specificity of this curricular unit, the syllabus is developed around topics of relevance for the successful completion of research and development work and the respective communication in both written and oral form. The activities to be developed by the student in interaction with the advisor are typical of an R&D work. The respective concrete contents are those associated with the respective work proposals.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A formação prevista no programa desta UC é ministrada sob a forma de seminários. Ao longo do semestre, os alunos iniciam a atividade de investigação e desenvolvimento prevista no plano de trabalhos em regime tutorial com o seu supervisor, o que poderá incluir a frequência de seminários específicos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The training provided in this unit is given in the form of seminars. Throughout the semester, students start their research and develop the work plan with their supervisor.

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

Dada a natureza muito específica desta unidade curricular e dos seus objetivos, a metodologia de ensino tem três vertentes: uma vertente de formação, que assume a forma de seminários; uma vertente de orientação tutorial, através da interação direta entre o orientador e o aluno; uma vertente de realização do trabalho de investigação. Em casos devidamente justificados e aprovados pela Comissão Científica do Mestrado, para além do orientador pode existir um coorientador.

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

Due to the specific nature of this course and its objectives, a teaching methodology has three aspects: a training aspect, which takes the form of seminars; a tutorial orientation, through direct interaction between the advisor and the student; an aspect of carrying out the research work. In appropriate cases, justified and approved by the Scientific Master's Committee, in addition to the supervisor, there may be a co-supervisor.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Será fornecida aos alunos bibliografia sobre cada um dos temas abordados na formação. Relativamente ao tema específico da dissertação de cada aluno, a bibliografia a usar será função da temática a investigar e recomendada, caso a caso, pelos orientadores.

Mapa IV - Dissertação em Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dissertação em Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Master Thesis in Biomedical Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

840

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:28

4.4.1.6. ECTS:

30

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Carla Maria Quintão Pereira - OT:28h

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

Todos os docentes da área científica do ciclo de estudos - OT:28h

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

O trabalho de dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica enquadra-se nos termos definidos na alínea b) do Artigo 20º do Decreto Lei 74/2006, e consiste num trabalho individual de investigação e/ou desenvolvimento que explora os conhecimentos adquiridos ao longo do curso, original e especialmente concebido para esse fim. O trabalho de dissertação pode basear-se na elaboração de uma tese de natureza científica, no desenvolvimento de um projeto avançado de engenharia de conceção, ou combinando as duas vertentes.

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

The dissertation work for the Master in Biomedical Engineering conforms with the requirements of item b) Art 20º of DL 74/2006, and consists of an individual research and / or development work which explores the knowledge acquired in the whole program, original, and specifically identified for that purpose. The dissertation work may be based on the

elaboration of a research-oriented thesis of scientific nature, or in the development of an advanced conception-oriented engineering project, or combining the two orientations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Desenvolvimento de trabalho conducente a elaboração de dissertação de mestrado em Engenharia Biomédica.

4.4.5. Syllabus:

Development of the work leading to the elaboration of a master dissertation in Biomedical Engineering.

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

Não se aplica.

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

Does not apply.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade inclui trabalho de investigação e desenvolvimento individual com o apoio tutorial de um orientador escolhido pelo estudante e aceite pela comissão científica do mestrado. A avaliação será feita por discussão pública da dissertação de Mestrado com um júri.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The unit includes research and development work with individual tutorial support from an advisor chosen by the student and accepted by the scientific commission of the course. The evaluation will be performed by public discussion of the Master's thesis with a jury.

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

Não se aplica.

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

Does not apply.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Específica para cada projeto.
Specific for each project.*

Mapa IV - Biomateriais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Biomateriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomaterials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EMt

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:35

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opional

4.4.1.7. Observations:*Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***João Paulo Miranda Ribeiro Borges (Regente) – TP:21h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Paula Isabel Pereira Soares - PL:35h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

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

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

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

4.4.5. Conteúdos programáticos:*TP:**Introdução: aspetos económicos, sociais e éticos na investigação em Biomateriais**Biomateriais sintéticos (biodegradáveis ou não) e naturais (Relações estrutura-propriedades; Aplicações clínicas e state-of-the-art em investigação na área).**Interações proteínas-biomaterial.**Interações sangue-biomaterial.**O papel do sistema imunitário na regulação dos processos inflamatórios.**Os processos de cicatrização.**A superfície do biomaterial e sua interação com o ambiente fisiológico.**Princípios básicos de biomineralização.**Avaliação da biocompatibilidade e do desempenho dos biomateriais: Questões técnicas e regulamentares.**PL:**Semanas 1 a 5**- L1 – Síntese de pós de hidroxiapatite (HA)**- L2 – Libertação controlada de fármacos a partir de nanofibras**- L3 – Síntese de nanopartículas de magnetite e avaliação do potencial para aplicação no tratamento do cancro por hipertermia.**Semanas 6 a 14**Desenvolvimento de um projeto: materiais produzidos nos trabalhos L1-L3 são usados no trabalho.***4.4.5. Syllabus:***TP:**Introduction: Economic, Social and Ethical Aspects in Biomaterials Research**Synthetic (biodegradable or not) and natural biomaterials: Structure-property relationships; Clinical and state-of-the-art research applications in the field).**Protein-biomaterial interactions.**Blood-biomaterial interactions.**The role of the immune system in regulating inflammatory processes.**The healing processes.**The surface of the biomaterial and its interaction with the physiological environment.**Basic principles of biomineralization.**Assessment of biocompatibility and biomaterials performance: technical and regulatory issues.**PL:**Weeks 1 to 5**- L1 - Synthesis of hydroxyapatite (HA) powders**- L2 - Controlled drug release from nanofibers*

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

Weeks 6 to 14

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

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas (TP) para exposição de matéria e resolução de problemas/casos práticos de aplicações. Aulas práticas laboratoriais para exploração experimental de técnicas de síntese/processamento e caracterização de biomateriais. Apresentação de artigos e discussão em equipa. Preparação de um projeto final e apresentação oral (em grupo).

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. Buddy D. Ratner et. al (ed), Biomaterials Science - An introduction to Materials in Medicine, Academic Press, New York, 2013 (3ª Ed.)*
- 2. Rolando Barbucci (Ed.), Integrated Biomaterials Science, Kluwer Academic Pub., New York, 2002.*
- 3. Paul Ducheyne, Kevin E. Hwaly, Dietmar W. Hutmacher, David W. Grainger, C. James Kirkpatrick (Ed.), Comprehensive Biomaterials, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 2011.*
- 4. Kay C. Dee, David A. Puleo, Rena Bizios, An Introduction to Tissue-Biomaterial Interactions, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, United States, 2002.*
- 5. Artigos de Revistas Científicas com relevância para as matérias lecionadas.*

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Biossensores***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Biosensors***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EMt***4.4.1.3. Duração:***Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:21; PL:35***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opcional***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Hugo Manuel Brito Águas - TP:21h; PL:35h***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):**

Os objetivos genéricos da unidade curricular são o de dar a conhecer aos alunos uma visão dos conceitos ligados à conceção e produção de biossensores (sensores analíticos baseados na conjugação entre componentes biológicos e transdutores físico-químicos), bem como as suas variações tecnológicas, as principais aplicações e os atuais e futuros desafios. São objetivos específicos da cadeira introduzir as novas tecnologias nomeadamente no que concerne à sua miniaturização. Os alunos no final da cadeira devem ser capazes de: 1-Entender as variáveis físicas, químicas e biológicas capazes de ser monitorizadas num processo biológico. 2-Identificar quais os sistemas de transdução à sua disposição. 3-Dominar os processos de miniaturização mais relevantes no âmbito da micro e nanofabricação. 4-De propor um sistema sensorial capaz de detetar um agente biológico por meio de meios físico-químicos e biológicos envolvendo a micro e nanotecnologia.

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

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

4.4.5. Conteúdos programáticos:

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

4.4.5. Syllabus:

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

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

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

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

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

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

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

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

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

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

Mapa IV - Sistemas Sensoriais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Sensoriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Sensorial 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:

TP:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

José Manuel Matos Ribeiro da Fonseca - TP:28h; PL:28h

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

<sem resposta>

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

A unidade curricular pretende dotar os estudantes com conhecimentos sólidos na área do processamento de imagem utilizando para tal a linguagem C# que se considera de grande utilidade para o futuro dos alunos. Ao longo da disciplina é dada grande ênfase à implementação de processamento de imagem em tempo real sendo dada uma grande importância à eficiência do código produzido.

Por outro lado, são transmitidos aos alunos conceitos elementares de sensores sendo os alunos colocados perante a necessidade de dimensionar e montar um mínimo de dois sensores de tipos diferentes e efetuar a sua calibração.

Objetivos:

Saber

• Domínio da linguagem C#

• Implementação de funções de processamento de imagem com preocupações de eficiência

- *Programação em tempo real*
- *Domínio da seleção, projeto e montagem de sensores*
- *Calibração de sensores*
- Fazer*
- *Desenvolvimento de software estruturado*
- *Utilização de bibliotecas de funções*
- *Projeto e implementação de sistemas baseados em sensores*

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

This course allows the students to acquire solid knowledge in the area of digital image processing using the C# programming language that is considered to be of great interest to the students professional career. Along the classes a great emphasis to real time processing is given with special attention to code efficiency. Besides the image processing sensors, other types of sensors are also studied and the students project and implement a minimum of two circuits based on different sensors that they test and calibrate.

Objectives:

To know:

- *Knowledge of the C# programming language*
- *Implementation of image processing techniques with emphasis on the efficiency*
- *Real time programming*
- *Selection, project and implementation of sensor-based circuits*
- *Sensors calibration*

To do:

- *Development of structured programming*
- *Usage of software libraries*
- *Project and implementation of sensors-based circuits*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Introdução - Etapas do reconhecimento baseado em imagens*
- *Formação da imagem*
- *Pinhole*
- *Utilização de lentes*
- *Relações abertura/profundidade de campo e abertura/velocidade*
- *Sensores de imagem*
- *Acondicionamento da imagem*
- *Operações geométricas*
- *Translação, Rotação e Escalamento*
- *Métodos espaciais*
- *Filtros de média linear e não linear, média de imagens, mediana, k-nearest neighbor, Sigma, diferenciação, Roberts, Sobel e Quadtree*
- *Binarização e processamento de imagens binárias*
- *Histograma, C-means e Otsu*
- *Segmentação*
- *Algoritmos de componentes ligados e projeções*
- *Extração de características*
- *Características básicas, chain code, Fresnell, Esqueletização (eixo médio e algoritmo de Zhang e Suen)*
- Sensores*
- *Definições*
- *Caracterização de sensores*
- *Tecnologia de sensores e aplicações*
- *Exemplo de sensores - posição, nível e deslocamento, presença e movimento, velocidade e aceleração, força, pressão, fluxo, acústicos, humidade e pó, luz, termopilha e temperatura*

4.4.5. Syllabus:

- *Introduction – Typical steps of image processing*
- *Image formation*
- *Pinhole*
- *Lens*
- *Aperture vs Depth of field and Aperture vs Shutter speed*
- *Image sensors*
- *Basics of image processing*
- *Geometric image transformations*
- *Translation, Rotation and Scaling*
- *Spatial methods*
- *Linear and non-linear averaging, image averaging, median, k-nearest neighbor, Sigma, Roberts, Sobel and Quadtree*
- *Binarization and binary image processing*
- *Histogram, C-means and Otsu*
- *Image segmentation*
- *Connected components and projections*
- *Feature extraction*
- *Basic features calculation: chain code, Fresnell, Skeletoning (medial axis and Zhang and Suen)*
- *Sensors*
- *Definitions*

- *Sensors characterization*
- *Sensors technology and applications*
- *Examples of real world sensors – positioning, level, displacement, presence and movement, speed and acceleration, strength, flux, acoustic, humidity, powder, light and temperature.*

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

As aulas TP apresentam os conceitos que são usados na implementação prática efetuada nas aulas práticas da disciplina. A coordenação entre as aulas TP e as aulas PL é efetuada através de reuniões regulares dos docentes de forma que os temas sejam abordados na TP sempre imediatamente antes da sua implementação ser sugerida nas aulas práticas.

A disciplina é avaliada na componente teórica através 2 testes escritos e de um conjunto de 9 testes no moodle, os quais conseguem que os alunos façam um acompanhamento regular das matérias lecionadas.

A componente prática é avaliada através de dois trabalhos práticos. Um deles é um projeto de software onde os alunos desenvolvem um programa completo para o processamento de imagem e o outro um relatório em que alunos apresentam o dimensionamento e os resultados obtidos na montagem de dois sensores de diferentes tipos.

Pode, portanto, afirmar-se que os alunos têm plena oportunidade de aplicar os conceitos apresentados nas aulas TP.

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

The TP sessions - Including the presentation of the theoretical concepts - introduce the techniques used on the PL sessions. The coordination between TP and PL sessions is achieved through regular meetings between the professors in such a way that the subjects explored during the TP sessions are the ones applied on the subsequent PL session.

The course is assessed in the theoretical component through 2 written tests and a set of 9 tests in moodle, which enable students to regularly follow the subjects explored in TP sessions.

The practical component is assessed through two practical assignments. The first is a software project where the students develop a complete image processing system. The second is a report about the laboratory experiments describing the results achieved on the project and implementation and calibration of small sensor based circuits. The students have plain opportunity to apply and test the concepts presented on the TP sessions.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas TP fazem a introdução dos conceitos e apresentam problemas que são resolvidos na aula com a participação dos alunos. Nas aulas PL de processamento de imagem os alunos desenvolvem pequenos projetos que servem de base ao projeto de software. O projeto de software serve para os alunos fazerem a consolidação dos conceitos de processamento de imagem num trabalho de maior dimensão.

Os conceitos da componente de sensores são apresentados nas aulas TP, sendo as aulas PL utilizadas para os alunos efetuarem o projeto e montagem de diversos sensores dos quais medem as características principais e efetuam a calibração de forma a contactarem com problemas e sensores reais.

No final da disciplina ambos os trabalhos práticos são apresentados e discutidos com os docentes. A avaliação é dividida entre 40% para a componente prática (80% primeiro trabalho e 20% para o segundo) e 60% para a teórica (75% notas dos testes ou exame e 25% nota dos testes moodle).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Problem-solving sessions (TP) introduce the concepts and solve problems with the active participation of the students. In the PL sessions dedicated to image processing the students consolidate the concepts by developing a small image processing software project.

The fundamental concepts of the generic sensors component are presented on the TP sessions. On the laboratory sessions the students develop their knowledge of real world sensors by projecting and implementing small sensor based circuits that they calibrate and report the results.

At the end of the course both practical assignments are presented and discussed with the professors. The assessment is divided between 40% for the practical component (80% for the first assignment and 20% for the second) and 60% for the theoretical one (75% for the test or exam and 25% for the moodle test).

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

Os objetivos da disciplina passam por dotar os alunos de capacidades para desenvolverem projetos envolvendo sensores de diversas naturezas, com especial ênfase no projeto de software para processamento de imagem com preocupações de tempo-real. Como tal, a componente experimental da disciplina, em que os alunos desenvolvem os seus próprios projetos de software e projetam e implementam os seus circuitos envolvendo sensores de diferentes naturezas garante a experimentação essencial para que a aprendizagem se faça de uma forma efetiva, dotando os alunos de conhecimentos e autoconfiança necessárias para que estes possam vir a assumir a responsabilidade de desenvolverem os seus próprios projetos.

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

The main course objective is to give the students the ability to develop sensors-based projects of different kinds and nature where a special emphasis on real-time image processing is given. Therefore, the experimental component of the course, where the students develop their own projects and implement their own circuits based on different kind of sensors is the guarantee of an effective learning that empowers the students with knowledge and self-reliance so that they can eventually take responsibility for their own development projects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Acetatos das aulas teórico-práticas (slides of the Problem-solving sessions)
Digital Image Processing. Rafael C Gonzalez and Richard Eugene Woods. Prentice Hall
AIP Handbook of Modern Sensors. Physics, Designs and Applications. Jacob Fraden. American Society of Physics.
Interfacing sensors to the IBM PC. Willis J. Tompkins, John G. Webster. Prentice Hall

Mapa IV - Criogenia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Criogenia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cryogenics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EF

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:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Grégoire Bonfait - TP:28h

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):

Como obter, manter e utilizar baixas temperaturas.

Saber:

As principais técnicas de arrefecimento dum objeto abaixo de 100 K
Ter uma ideia da complexidade absoluta e relativa destas técnicas
As origens das entradas de calor

Saber fazer:

Esquema simples de sistema criogénicos
Cálculos de entradas de calor parasitas (radiação, condução) em casos simples

Primeiro dimensionamnto de cryostato/cryocooler

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

How to obtain, maintain and use low temperatures.

Knowledge:

The main technical for cooling below 100 K
To be able to evaluate the absolute and relative complexity of these techniques
The origins of the parasitical heat input

Know-how:

Scheme of a cryogenic system

Calculations of parasitical heat inputs in simple cases

First dimensioning of cryocooler/Cryostat

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I- Introdução

I-1 Utilização da criogenia

I-2 Problemáticas da criogenia

II- Líquidos Criogénicos:

II-1 O meu primeiro criostato

II-2 Líquidos criogénicos

II-3 Caso do 4He e do 3He

II-4 Características importantes dos líquidos criogénicos

III- Transferência de calor por radiação

III-1 Lei de Stefan Boltzmann

III-2 Caso dos ecrãs a temperatura fixa

III-3 Caso dos ecrãs múltiplos and MLI

IV- Condução térmica

IV-1 Importância da condução térmica

IV-2 Mecanismo de condução térmica

IV-3 Transferência de calor por condução

IV-4 Condução nos gases

V- Máquinas térmicas

V-1 Introdução

V-2 Liquefactores

V-3 Criorrefrigeradores

Componente Laboratorial:

Determinação dos vários modos de troca de calor entre uma superfície sólida e o azoto líquido. Efeito Leidenfrost.

4.4.5. Syllabus:

I-Introduction

I-1 Cryogenics: why and when?

I-2 The main issues of Cryogenics

II-Cryogenic Liquids:

II-1 My first cryostat

II-2 Cryogenic liquids

II-The case of 4He and 3He

II-4 Main Features of cryogenic liquids

III Heat transfer by radiation

III-1 The Stefan Boltzmann law

III-2 Thermal shields at constant temperature

III-3 Multilayer insulation-MLI

IV-Thermal Conduction

IV-1 Importance of thermal conduction

IV-2 Mechanism of thermal conduction

IV-3 Heat transfer by conduction

IV-4 Conduction in gases

V-Thermal machines

V-1 Introduction

V-2 Liquefiers

V-3 Cryocoolers

Laboratory component:

Determination of the modes of heat transfer between a solid surface and the liquid nitrogen. Leidenfrost effect.

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

O conteúdo programático da cadeira fornece aos alunos uma visão global dos problemas a resolver para produzir/manter e utilizar temperaturas na gama 2K-100K.

Em particular, apresenta-se os principais fluidos criogénicos e máquinas térmicas utilizadas hoje em dia. A

termodinâmica ensinada em primeiro ciclo é utilizada para calcular a potência frigorífica de máquinas simples. Os problemas de transferências de calor e de calor parasitas são examinados com alguns pormenores. Estas três vertentes dão as ferramentas necessárias para permitir um pre-dimensionamento de um sistema criogénico.

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

The course syllabus provides to students an overview of the problems to be solved to produce / maintain and use temperatures in the range 2K-100K.

In particular, it presents the main cryogenic fluids and thermal machines used nowadays. The thermodynamic taught during the first cycle is used to calculate the cooling power of simple machines. The problems of heat transfer and heat parasites are examined in some detail. These three elements provide the fundamental tools to allow a pre-dimensioning of a cryogenic system.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas duram duas horas. Os primeiros 45-60 minutos são utilizados para a exposição da matéria. Durante esta parte, perguntas, simples ou mais complicadas, são feitas aos alunos para tentar perceber como é que os conhecimentos já "transmitidos" foram assimilados.

A segunda parte é dedicada a exercícios de aplicação que são, na medida do possível, copiados de problemas concretos encontrados em criogenia.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The class has a duration of two hours. The first 45-60 minutes are used for the exposition of the subject. During this part, questions, simple or complicated, are made to try to understand how the knowledge already "transmitted" has been assimilated.

The second part is devoted to practical exercises that are, where possible, based on concrete problems found cryogenics.

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

As metodologias de ensino têm como objetivo permitir uma boa compreensão de como produzir/manter/utilizar as temperaturas inferiores a 100K. Tal será conseguido através da uma integração cuidada entre os conhecimentos explicados na aula teórica e a resolução nas mesmas aulas de exercícios. Estes exercícios sendo, na medida do possível, baseados na resolução de casos concretos, contribuirão para a consolidação do conhecimento e para uma visão integrada dos conhecimentos teóricos e práticos da cadeira.

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

The teaching methods aim to establish a good understanding of how to produce / maintain / use temperatures below 100K. This will be achieved through the careful integration between the knowledge explained in the first part of the class followed by the resolution of exercises. These exercises being, as far as possible, based on the resolution of concrete cases, they contribute to the consolidation of knowledge and an integrated view of the theoretical and practical knowledge.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Apontamentos do prof (slides, notas manuscritas)

Internet

Outras fontes que podem ser úteis:

The Art of Cryogenics, G. Ventura & L. Risehari, Elsevier 2010

Cryogenic Process Engineering, Klaus D. Timmerhaus, Thomas M. Flynn, Springer

Mapa IV - Nanofísica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Nanofísica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Nanophysics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EF

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:14; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Rui Lobo - T:14h; PL:14h

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 cerne da nanociência é a física mesoscópica. A palavra "meso" reflete o facto de que o tamanho dos sistemas em questão está situado entre a escala atómica e a escala sub-microscópica. Em particular, inclui os sistemas dominados pelos processos quânticos elementares (a física mesoscópica é baseada na teoria quântica).

O curso visa uma introdução aos princípios básicos da nanofísica permitindo trabalhar em pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia. Os alunos irão aprender princípios básicos da física de sistemas nanométricos. Além de elucidar os conceitos teóricos básicos, será muito explorada a aplicação a tecnologias inovadoras.

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

The heart of nanoscience is mesoscopic physics. The word "meso" reflects the fact that the size of the systems under consideration is located between microscopic (atoms) and macroscopic scales. In particular, it includes the systems dominated by elemental quantum processes (mesoscopic physics is based upon quantum theory).

The course aims at an introduction to basic principles of nanophysics allowing working in research and development in nanotechnology. Students will learn basic principle of physics of nanometer-size systems with a focus on basic physical phenomena. In addition to elucidating the basic theoretical concepts, main application to innovative technologies, will be discussed.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Técnicas fundamentais de Nanotecnologia.
Leis de escala. Dos Micro- aos
Nanodispositivos. Comportamento Quântico do Nano-Mundo.
Constante de Hamaker e forças de van der Waals. Densidade de estados eletrónicos em nano-estruturas.
Monocamadas auto-organizadas e micelas.
Agregados moleculares. Números mágicos.
Confinamento e Transporte Eletrónico em Nano-Estruturas.
Poços quânticos, fios quânticos e pontos quânticos. Microscopias de Varrimento Próximo.
Microscopia de Efeito Túnel. Modos de operação STM.
Microscopia AFM. Modos estáticos de operação AFM.
Microscopia FFM e atrito local. Modos dinâmicos de operação AFM.
Modelos físicos da operação estática e dinâmica.
Sondas AFM e sua caracterização.
Espectroscopia Ótica à Nano-Escala Nanomanipulação por SPM.*

4.4.5. Syllabus:

*Evolution of Nanotechnology. From Micro- to Nano-devices
The Quantum Nanoworld. Nano-Oscillators
Confinement and Electronic Density of States.
Artificial Atoms, Excitons, Quantum Corrals, Plasmons
From Quantum Wells to Quantum Dots
Cohesion, Van der Waals Forces and Hamaker Constant
Self-Organization in Nanofilms and Micelles
Atomic and Molecular Clusters
Positional Uncertainty in Nano-Oscillators*

*Electronic Transport in Nanostructures
Quantum Conductance
Scanning Probe Microscopies
Operation Modes in Scanning Tunneling Microscopy
Operation Modes in Atomic Force Microscopy
Physical Models of Static and Dynamic Operation
SFM Variants: EFM, MFM e CFM.AFM Probes.
Optical Spectroscopy at the Nano-Scale
Nano-indentations and contact junctions.
Nanowires*

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

Os alunos são incentivados a identificar as grandezas, leis e conceitos envolvidos em fenómenos naturais e em aplicações de engenharia, a nível nanométrico, resolver problemas, trabalhar em grupo e familiarizarem-se no laboratório com técnicas de microscopia de sonda próxima, em particular, STM e AFM.

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

Students are encouraged to identify the quantities, laws and concepts involved in natural phenomena and in engineering applications, at the nanometer level, solve problems, work in group and get familiar in the lab with Scanning Probe Microscopic techniques, in particular STM and AFM.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas com utilização de Datashow. Aulas Teórico-Práticas com participação dos alunos na resolução dos problemas. Aulas práticas com realização trabalhos experimentais e registo de resultados.

Disponibilização de um curso em Power Point no Clip

Avaliação Contínua:

- Dois Testes : Efetuados no horário normal de aulas, sendo um a meio do semestre e outro no final. Classificados de 0 a 20 valores com arredondamento às décimas.

-2- ou Quatro trabalhos laboratoriais /Seminário:

Executados em grupo. Entrega de folha de registo em cada aula de laboratório, por trabalho e por grupo.

As reduzidas horas de contacto assumem trabalho autónomo do aluno, para o qual será devidamente guiado.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes with data-show. Problem solving classes with student participation. Each experimental class includes experimental procedure and production of a small data registration report.

Availability of the study material in the internet (Power Point) .

2 tests or final exam (consult of documentation is allowed in a part of them) graded from 0 to 20 (NT or NE)

- 2 -4 lab demonstrations with measurements registration form and short report filled in the laboratory. (NL)

Frequency: minimum laboratory grade 100 points (0-200 scale).

The reduced lecturing load assumes guided autonomous student work.

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

No final do curso os alunos devem ser capazes de descrever os fenómenos da vida quotidiana a nível nanométrico e fornecer algumas aplicações concretas.

Os componentes teóricos necessários para alcançar esses objetivos de aprendizagem são ensinados nas aulas, com o apoio adicional dos professores nas aulas e horários de atendimento. A aquisição do conhecimento é avaliada em testes e exames.

Os componentes práticos necessários para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidos em aulas teórico-práticas através da resolução de problemas-tipo, e em sessões de laboratório, através da observação, registo de amostras relevantes. A avaliação destes aspetos é assegurada na parte prática das provas escritas e também através da classificação dos relatórios das aulas experimentais. A frequência visa garantir que os estudantes acompanham a matéria e realizam os trabalhos de laboratório, incluindo registo e interpretação dos resultados.

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

At the end of the course students should be able to describe nanometer level phenomena of everyday life and provide some concrete manifestations and applications.

The theoretical components required to achieve these learning objectives are taught in lectures, with additional support from teachers in classes and opening hours. The acquisition of knowledge is assessed in tests and examinations.

The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in theoretical- practical classes through analysis and discussion-type problems, and in laboratory sessions through observation and analysis of some of the fundamental problems and phenomena. The assessment of these skills is ensured in the practical part of the written tests and also in reports of experimental classes. The frequency plan to ensure that students follow the matter contents and carry out laboratory work including registration and interpretation of results.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Nanotecnologia e Nanofísica: Conceitos de Nanociência Moderna*
autor: Rui Lobo, Escolar Editora (Lisboa, 2009)
- *Nanotechnology, Understanding Small Systems, CRC Press, 2007*
- *Nanophysics and Nanotechnology, An introduction to Modern Concepts in Nanoscience, Wiley-VCH (2004)*
- *Nanotechnology (journal from IOP)*
- *Handbook of Nanotechnology, B. Bhushan, Springer*

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

Técnicas de Espectroscopia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Spectroscopic Techniques

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EF

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:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

António Alberto Dias - TP:28h

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 devem:

- *Ter uma visão global de algumas técnicas de espectroscopia;*
- *Conhecer as ferramentas disponíveis e ser capaz de avaliar as limitações e benefícios de cada uma das técnicas;*
- *Ser capaz, perante um problema prático, selecionar a técnica espectroscópica adequada.*

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

By the completion of this CU the students will:

- *Have a global understanding of a number of spectroscopic techniques;*
- *Know the available tools of each technique, as well as evaluate their limitations and advantages;*
- *Be able to choose the most suitable technique for the solution of a given challenge;*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução
2. Interação entre a radiação eletromagnética e a matéria
3. Espectroscopia atômica e molecular
4. Técnicas e equipamentos usados em espectroscopia
5. Espectroscopia de fotoelétrons de ultravioleta
6. Espectroscopia vibracional de Infravermelho e Ramam
7. Espectroscopia de fluorescência de raios-X

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction
2. Interaction of electromagnetic radiation and matter
3. Atomic and Molecular spectroscopy
4. Techniques and equipments used in spectroscopy
5. Ultraviolet photoelectron spectroscopy
6. Vibrational spectroscopy – Infrared and Raman
7. X-Ray Fluorescence spectroscopy (XRF)

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

O programa é dividido em vários tópicos e em cada um dos tópicos do programa serão dadas as noções genéricas dessa técnica de espectroscopia. Serão feitas demonstrações de cada um destes tópicos de acordo com os tipos de espectroscopia descritas. Em cada um deste far-se-á uma descrição geral dos princípios em que se estrutura o método, seguida da descrição das características do instrumento. Segue-se uma discussão sobre as possibilidades de aplicação, indicando exemplos de instrumentos e de medidas.

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

The program is divided in several topics and, in each topic, broad notions of spectroscopy, main components of a spectrometer and some spectroscopic techniques. For each technique, we will discuss possibilities of application as well as instrumental options and measurement capabilities.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas TP serão usadas para uma componente teórica, para o componente laboratorial e para apresentação dos projetos dos alunos. Algumas destas aulas serão expositivas envolvendo meios audiovisuais. As aulas práticas de laboratório terão contacto direto com alguns dos equipamentos abordados ao longo das aulas.

A avaliação de conhecimentos é constituída de 3 componentes:

- *Trabalhos laboratoriais e relatórios (R) em grupo*
- Trabalhos laboratoriais com relatório realizados em grupo.*
- *Seminário (S) preparado em grupo, com apresentação oral*
- Realização de projeto sobre uma técnica espectroscópica com relato em forma de artigo científico, seguido de apresentação oral, e discussão. A apresentação terá por base um trabalho escrito na forma de artigos científico, entregue previamente.*
- *Teste (T)*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The classes will be used for a theoretical component, for the laboratory component and for presentation of student projects. Some of these classes will be expository involving audiovisual media. The laboratory practical classes will have direct contact with some of the equipment covered throughout the classes.

The knowledge assessment consists of 3 components:

- *Laboratory work and group (R) reports*
- Laboratory work with group reports.*
- *Group seminar (s) prepared with oral presentation*
- Realization of project on a spectroscopic technique with report in the form of scientific article, followed by oral presentation and discussion. The presentation will be based on a written paper in the form of scientific articles, previously delivered.*
- *Test (T)*

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

Para que os alunos consigam atingir os objetivos desta Unidade Curricular pretende-se por um lado assegurar a sua participação ativa durante as aulas e por outro incentivar a capacidade de completar o conhecimento transmitido em aulas com o seu trabalho complementar fora de aula. Espera-se que os alunos mantenham o contacto regular com os docentes fora do horário letivo, como forma de orientação tutorial desse trabalho.

A avaliação desta unidade curricular na forma de Relatórios, Seminário e Teste, vai permitir medir a qualidade do trabalho em grupo e individual, tanto na forma escrita, bem como na exposição oral dos assuntos abordados em Técnicas de Espectroscopia.

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

In order for students to achieve the objectives of this Curricular Unit, it is intended to ensure their active participation during class and to encourage the ability to complete the knowledge transmitted in class with their complementary work outside the classroom. Students are expected to maintain regular contact with teachers outside of school hours

as a tutorial for this work.

The evaluation of this curricular unit in the form of Reports, Seminar and Test, will allow to measure the quality of group and individual work, both in written form, as well as in the oral exposition of the subjects covered in Spectroscopy Techniques.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Modern Spectroscopy 4th Ed. (Wiley), J.M. Hollas, 2004*
- *Molecular Spectroscopy, Jeanne L. McHale, CRC Press, 2017.*
- *Atomic and molecular spectroscopy: basic aspects and practical applications, S. Svanberg, Springer, 2004.*
- *Molecular Quantum Mechanics, 4th ed., P.W. Atkins, R. S. Friedman, Oxford University Press, 2005*
- *Atoms and Molecules, M. Weissbluth, Academic Press, 1978.*
- *Optical Spectroscopy: Methods and Instrumentations, Nikolai V. Tkachenko, Elsevier Science, 2006.*
- *Electronic and photoelectron spectroscopy - Fundamentals and case studies, Andrew M. Ellis, Miklos Feher, Timothy G. Wrigh, Cambridge University Press, 2005.*
- *Artigos científicos a especificar durante as aulas.*

Mapa IV - Técnicas Experimentais de Física Molecular

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Técnicas Experimentais de Física Molecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Experimental Techniques on Molecular Physics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EF

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:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Paulo Manuel Assis Loureiro Limão Vieira - TP:28h

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

Filipe Ribeiro Ferreira da Silva - TP:28h

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 tipo de instrumentação que os rodeia.*
- *Identificar as características físicas de um problema a estudar.*
- *Formular, conceber e executar os procedimentos necessários ao desenvolvimento da instrumentação necessária*
- *Perante um problema ter capacidade crítica para o avaliar e capacidade de resolução.*
- *Ter adquirido capacidade e autonomia na implementação, mesmo que elementar de um sistema de medida.*

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 knowledge obtained with the sort of instrumentation available.*
- *Identify the main physical parameters.*
- *Being able to tackle an experimental procedure in order to implement it.*
- *Evaluate and solve a particular technical problem.*
- *Have acquired capability to implement, even the simplest system.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Espectrometria de massa de tempo de voo (TOF);*
2. *Processos de transferência de eletrão em colisões de átomos neutros com moléculas*
3. *Processos de Captura Eletrónica Dissociativa em moléculas*
4. *Formação e caracterização de agregados moleculares ;*
5. *Processos de transferência de eletrão em colisões de aniões de H-, O-, OH- com moléculas*
6. *Espectroscopia de perda de energia de eletrão*
7. *Espectrometria de massa em reação por transferência de protão PTR-MS*

4.4.5. Syllabus:

1. *TOF - Time-of-flight mass spectrometry;*
2. *Charge transfer in atom-molecule collision experiments*
3. *Dissociative Electron Attachment Processes in molecules*
4. *Molecular clusters: formation and detection ;*
5. *Electron transfer processes in anion H-, O-, OH- collisions with molecules*
6. *Electron energy loss spectroscopy*
7. *Proton Transfer Mass Spectrometry PTR-MS*

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

Do conjunto de matérias lecionadas, espera-se que os estudantes tenham adquirido formação suficiente para lidar com sistemas de aplicação industrial e ou tecnológica envolvendo processos com eletrões e/ou outras fontes de partículas em diferentes ambientes. A interligação dos assuntos apresentados permite evoluir desde os sistemas de deteção e medida até à compreensão do fenómeno físico a estudar.

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

From within the topics covered in this lecture course, students are expected to have gained particular training in order to deal with industrial and technological setups that currently involve electrons and/or any other particle source as triggering processes in several applications. The close interlink with the subjects discussed in each lecture will allow them to evolve and get acquainted with detection systems with the main goal to address a particular physical problem.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas-Práticas (2 horas):

*abordagem de conceitos e conteúdos;
apresentação de seminários;
apresentação de artigo científico*

Critérios de avaliação:

Apresentação de seminários (NS);

NS ≥ 10;

Trabalho de poster científico (NC);

NL ≥ 10;

Exame escrito (NE);

NE ≥ 10.

Nota final, NF = (0,3 × NS) + (0,2 × NC) + (0,5 × NE)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lecturers (2 h):

*topics according to the programme established;
oral presentations as seminars;
oral presentation of a scientific poster*

Evaluation process:

Seminar presentation (NS);

NS ≥ 10;

Scientific Poster (NC);

NL ≥ 10;

Final exam (NE);

NE ≥ 10.

Final mark, NF = (0.5 × NS) + (0.2 × NC) + (0.3 × NE)

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 do docente 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; as visitas a 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 de apresentações. 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 seminars. 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:

Gaseous Molecular Ions, E Illenberger, J Momigny, Springer Verlag NY, 1992.

Atomic and Molecular Collisions, Sir Harrie Massey, Taylor and Francis, Ltd., 1979.

Molecular Reaction Dynamics and Chemical Reactivity, R D Levine and R Bernstein, Oxford University Press, 1987.

Atomic collisions, McDaniel E. W.; Mitchell J. B. A.; Eugene Rudd M., John Wiley & Sons, INC.

Electron molecule interactions and their applications (Vol1 and Vol2), Christophorou L. G., Academic Press

Mass spectrometry principles and applications, Hoffmann E.; Stroobant V., John Wiley & Sons, INC

Mapa IV - Engenharia de Células e Tecidos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia de Células e Tecidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cell and Tissue Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBm

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opcional

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva (Regente) – T:28h

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

Célia Maria Reis Henriques – PL:28h

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

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

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

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

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Programa baseado no livro "Tissue Engineering" (Senior Editor: Clemens van Blitterswijk. Elsevier, 2008) 1 - Introduction to cell and tissue engineering 2 - The History of the first TE product, Integra 3 - Tissue homeostasis and wound healing 4 - The 4 tissue types 5 - The extracellular matrix 6 - Cell culture 7 - Natural polymers 8 - Synthetic degradable polymers 9 - Bioceramics and Biocomposites 10 - Scaffold design and fabrication 11 - Stem cells 12 - Cell-biomaterial interactions

4.4.5. Syllabus:

Program based on the book "Tissue Engineering" (Senior Editor: Clemens van Blitterswijk. Elsevier, 2008) 1 - Introduction to cell and tissue engineering 2 - The History of the first TE product, Integra 3 - Tissue homeostasis and wound healing 4 - The 4 tissue types 5 - The extracellular matrix 6 - Cell culture 7 - Natural polymers 8 - Synthetic degradable polymers 9 - Bioceramics and Biocomposites 10 - Scaffold design and fabrication 11 - Stem cells 12 - Cell-biomaterial interactions

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

O conteúdo programático da unidade curricular fornece aos alunos uma visão geral dos processos de investigação e desenvolvimento de substitutos biológicos de órgãos e tecidos para utilização em Medicina Regenerativa. Para tal, são abordados nas aulas os temas que fundamentam cientificamente a abordagem da Eng de Tecidos ao desenvolvimento de substitutos biológicos, tais como os mecanismos de reparação de feridas em adultos, os materiais poliméricos e cerâmicos que são usados para a produção de matrizes tridimensionais porosas como equivalentes da matriz extra celular, bem como as técnicas envolvidas os métodos de caracterização física, química e biológica (através de testes in vitro e in vivo). Através do estudo de casos de investigação e estudos clínicos reportados na literatura científica, os alunos adquirem uma visão abrangente da área. Nas aulas práticas os alunos tomam contacto direto com algumas das técnicas experimentais usadas na investigação em Eng de Tecidos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino do conteúdo programático de ECT baseia-se em aulas teóricas e aulas práticas de laboratório. Nas teóricas são abordado os temas que compõem o programa através da exposição dos conceitos, métodos e exemplos de estudos laboratoriais e clínicos. Nas práticas os alunos produzem e caracterizam matrizes 3D porosas e efetuem nelas culturas celulares. A nota final é a média pesada das notas obtidas nas 4 componentes da avaliação seguintes: Trabalhos práticos (30%): realizados em grupos de 3 alunos e avaliados com base nos relatórios. Seminário (25%): apresentação e discussão, em grupos de 2 alunos, sobre o estado da arte da ECT de um tecido ou órgão. Ensaios (10%): 7 perguntas respondidas no Moodle acerca dos temas das aulas. Projeto de investigação ou artigo de revisão (35%): individual ou em grupo de

2, consiste na elaboração da componente científica de um projeto ou na escrita de um artigo de revisão, acerca de um tema de ECT.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method of the ECT syllabus is based on lectures and laboratory practical classes. In the lectures, the themes that make up the syllabus are approached through the exposition of the concepts, methods and examples of laboratory and clinical studies. In practicals, students produce and characterize porous 3D matrices and perform cell cultures on them. The final grade is the weighted average of the grades obtained in the following 4 evaluation components: Practical assignments (30%): performed in groups of 3 students and evaluated based on reports. Seminar (25%): presentation and discussion, in groups of 2 students, about the state of the art of a tissue or organ. Essays (10%): 7 questions answered in Moodle about the themes of the classes. Research project or review article (35%): individually or in a group of 2, consists of the elaboration of the scientific component of a project or the writing of a review article about an ECT theme.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas através do estudo de casos de investigação e casos clínicos, nas aulas teóricas, e através dos trabalhos práticos realizados no laboratório. A aquisição destes conhecimentos é avaliada através do seminário, dos relatórios dos trabalhos práticos e da escrita do projeto de investigação ou do artigo de revisão.

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

The theoretical components required to achieve the learning objectives are taught in the lectures. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed through the study of research cases and clinical cases, in the lectures, and through the practical work performed in the laboratory. The acquisition of this knowledge is assessed through the seminar, practical work reports and research project writing or review article.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia principal:

- C. van Blitterswijk (editor), *Tissue Engineering*, Elsevier, 2008

Bibliografia adicional para partes específicas do programa:

- W. M. Saltzman, *Tissue Engineering - Principles for the design of replacement organs and tissues*, Oxford University Press 2004 (cota R 857 SAL)

- K. Lee, D. Kaplan, Eds, *Tissue engineering I - Scaffold Systems for Tissue Engineering*, Springer, 2006

- K. Lee, D. Kaplan, Eds, *Tissue engineering II - Basics of Tissue Engineering and Tissue Applications*, Springer, 2007

- B. Alberts, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter, *Molecular Biology of The Cell*, 4th Ed, Garland 2002

- R. I. Freshney, *Culture of Animal Cells - A manual of basic techniques*, Wiley-Liss, 2005

- P. X. Ma, J. Elisseeff, Eds., *Scaffolding In Tissue Engineering*, CRC, 2005

4.5. 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:

Ao longo do ciclo de estudos são utilizadas várias metodologias de ensino e aprendizagem que não só possibilitam aos alunos a aquisição de conhecimentos, mas que fomentam a procura de soluções, e a análise crítica de resultados. As dinâmicas introduzidas na sala de aula promovem não só o papel ativo dos estudantes na sua aprendizagem, mas também a sua autonomia gradual. Ou seja, para além do tradicional método expositivo são também utilizados métodos interativos de demonstração prática e discussão, e a realização de projetos, que, por um lado, favorecem a resolução de problemas e o raciocínio dedutivo, e por outro estimulam a criatividade, a iniciativa e a autonomia dos estudantes. Em muitas das unidades curriculares está prevista a realização de trabalhos de grupo, com relatório e discussão, o que permite aos alunos desenvolver capacidades de trabalho em equipa, nomeadamente no que respeita a planeamento, responsabilização e apresentação de resultados.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

Throughout the study cycle several teaching and learning methodologies are used, that enable students to acquire skills in knowledge, in finding solutions, and in critical analysis of results. The lectures have evolved in order to promote not only the active role of the students in their learning, but also their gradual autonomy. In addition to the more traditional expository method, it is also used interactive methods and the realization of projects that favors problem solving, and deductive reasoning, stimulating students' creativity, initiative and autonomy. Many curricular units promote the elaboration of group work with written reports and oral discussion, allowing the students to develop skills in teamwork, particularly regarding planning, personal responsibility and results presentation.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

No cálculo do esforço associado a cada unidade curricular em termos de unidades de crédito (ECTS) foi considerado que 1 unidade de crédito corresponde a 28 horas de trabalho do estudante, onde se incluem as horas de contacto com os docentes e horas de trabalho autónomo. Este conhecimento permite aos docentes responsáveis organizar as suas

unidades curriculares por forma a que o trabalho exigido corresponda aos ECTS estimados. A verificação da consistência entre o valor estimado e o real é feita pela análise das respostas dadas pelos alunos nos inquéritos. Nos casos em que se verificam discrepâncias significativas, a organização da unidade curricular, nomeadamente no que diz respeito aos trabalhos exigidos aos alunos, é reformulada, por forma a garantir a correspondência entre o valor estimado e o real.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

For the calculation of the effort associated with each module, in terms of credits (ECTS), one credit unit was considered to correspond to 28 hours of student work. This work should entail the contact hours with professors and the hours of autonomous work. This knowledge allows the professors to organize their courses so that the actual work effort meets the estimated ECTS. Verification of the consistency between the estimated and the actual ECTS is done through the responses given by students in surveys. In those cases where significant discrepancies are found, the course is reformulated, especially regarding the work required to students, to ensure correspondence between the estimated and actual workloads.

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 FCT NOVA dispõe de uma plataforma eletrónica (CLIP) que contém a descrição de todas as unidades curriculares, bem com a informação relativa aos objetivos e ao funcionamento de cada unidade. Os elementos para avaliação da unidade curricular são igualmente disponibilizados, bem como os sumários das aulas lecionadas. A calendarização das avaliações, bem como a garantia da adequação da avaliação aos objetivos é também verificada ao nível da coordenação do curso, nomeadamente através da comissão pedagógica, que integra representantes dos estudantes. Nos casos em que sejam comunicados desajustes, os representantes dos alunos falam com o Coordenador que promove uma reunião com o professor responsável, por forma a resolver o problema relatado. A adequação da avaliação da aprendizagem aos objetivos das unidades curriculares é igualmente avaliada a posteriori, através das respostas aos inquéritos curriculares.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

The FCT NOVA provides an electronic platform (CLIP) that contains a description of all courses as well as information on the objectives and the operation of each course. The elements for evaluation, of the course are also available, as well as summaries of the lessons taught. The scheduling for the evaluations as well as the assessment of the adequacy between the evaluations and the objectives is also checked by the study cycle coordination, notably through the pedagogical committee, comprising also representatives from the students. Where discrepancies are reported, the student representatives speak with the Coordinator who promotes a meeting with the professor responsible for the curricular unit, to solve the reported problem. The adequacy between the learning assessment and the unit objectives is also assessed a posteriori, through the students' survey responses.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Em muitas unidades curriculares, a bibliografia complementar é constituída por artigos científicos. Os estudantes frequentemente desenvolvem trabalhos de iniciação à investigação e muitos dos relatórios para avaliação são escritos sob a forma de publicação científica. Esta situação verifica-se principalmente nas unidades curriculares que envolvem a realização de um projeto.

Os alunos são ainda convidados a assistir a palestras científicas que decorrem regularmente no Departamento de Física, proferidas por investigadores nacionais e estrangeiros de visita ao Departamento.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

In a vast number of courses, the complementary bibliography consists of scientific articles. Students often develop research work and their reports are written in the form of scientific publications. This situation occurs mainly in courses where the students develop a project during the semester. Students are invited to attend scientific lectures regularly held at DF given by Portuguese and foreign researchers visiting the Department.

4.6. Fundamentação do número total de créditos ECTS do ciclo de estudos

4.6.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto:

O Mestrado em Engenharia Biomédica contempla a realização de um total de 120 ECTS, distribuídos por 4 semestres letivos, estando assim em conformidade com o artigo 18.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março e apresenta uma repartição semestral de 30 ECTS.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

The Master program on Biomedical Engineering comprises a total of 120 ECTS distributed over 6 semesters, thus complying with the requirements established in article 18th of Decree-Law nr. 74/2006 of 24 March, with an allocation of 30 ECTS per semester.

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, o número de ECTS foi validado por inquéritos aos estudantes. No caso das novas unidades curriculares, o número de ECTS foi fixado atendendo à experiência dos docentes envolvidos e à expectativa de forte envolvimento dos estudantes no processo ensino-aprendizagem.

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 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 in the teaching-learning process.

4.7. Observações

4.7. Observações:

Como foi referido em itens anteriores, o ciclo de estudos proposto (MEB) resulta da adaptação à nova legislação do anterior MIEB, lecionado na FCT NOVA nos últimos 17 anos. Sendo esta área científica eminentemente interdisciplinar e muito vasta, pretende-se que os alunos tenham oportunidade de ter contacto com os principais temas da mesma, acreditando-se que, se os conteúdos forem discutidos com um nível de profundidade elevado, adquirirão competências transversais que lhes permitirão adaptar-se a diferentes desafios atuais e vindouros.

No plano curricular proposto, têm particular relevância as áreas de Instrumentação, Processamento de Sinal e Imagem Biomédicos, Aprendizagem Automática e Apoio à Decisão, Fotónica Biomédica, Nanoestruturas Radiação e Radioterapia. A escolha destes conteúdos prende-se com a sua importância para a prática da profissão de Engenheiro Biomédico, e com a vasta experiência que o corpo docente tem, em termos de investigação científica, nestas áreas. Por outro, a existência de 18 ECTS de UC opcionais permite aos estudantes a possibilidade de fortalecerem as suas competências em Gestão Hospitalar, Biomateriais, Biossensores, Investigação Operacional, entre outros, de acordo com os seus interesses pessoais.

É ainda de referir a inclusão de uma UC da área científica de Matemática, onde se lecionam técnicas mais avançadas de matemática aplicadas à EB e uma outra UC da área científica de Medicina, Fisiopatologia, onde se discutem alguns conteúdos relacionados com a patologia humana, onde a tecnologia tem um papel crescente e fundamental no diagnóstico, acompanhamento e tratamento.

No que toca às metodologias de ensino e aos métodos de avaliação, estes estão direcionados para o desenvolvimento de competências ao nível: da aprendizagem de conceitos científico-tecnológicos, da criatividade, do espírito crítico, da autonomia, da comunicação e das relações interpessoais.

Finalmente, refira-se que a preocupação de inserção de UC onde os alunos tenham contacto direto com a realidade clínica é também uma constante no plano de estudos proposto, estando, aliás já presente no ciclo de estudos de Licenciatura em Engenharia Biomédica. Várias são as UC onde os alunos, quer pela realização de trabalhos, quer pelo contacto direto com serviços hospitalares e/ou equipas de profissionais na área da saúde, têm um primeiro contacto com a prática profissional de um Engenheiro Biomédico. Neste âmbito, enfatiza-se a possibilidade de os estudantes realizarem projetos e dissertações em empresas, hospitais/clínicas e/ou em centros de investigação com ligações à área da saúde.

Pertencente ao Perfil Curricular FCT, está incluída nos planos curriculares, uma opção designada Unidade Curricular do Bloco Livre, a qual inclui unidades de todas as áreas científicas da FCT NOVA, aprovadas anualmente pelo Conselho Científico da FCT NOVA.

4.7. Observations:

As mentioned in previous items, the proposed study cycle (MEB) results from the adaptation to the new legislation of the previous MIEB, taught at FCT NOVA for the last 17 years. Taking into account the interdisciplinarity and the diversity of issues that EB scientific area comprises, it is intended that students have the opportunity to contact with the main themes of the EB, believing that, if the contents are discussed at a high level of depth, they will acquire transversal skills that will allow them to adapt to different current and future challenges.

In the proposed curricular plan, the areas of Instrumentation, Signal Processing and Biomedical Imaging, Machine Learning and Decision Support, Biomedical Photonics, Radiation, Nanostructures and Radiotherapy have particular relevance. The choice of these contents is related to their importance for the practice of the Biomedical Engineering profession, and to the vast experience that the faculty has in terms of scientific research in these areas. On the other hand, the existence of 18 optional UC ECTS allows students to strengthen their competences in Hospital Management, Biomaterials, Biosensors, Operational Research, among others, according to their personal interests.

It should be also noticed the inclusion of a UC with contents related to Mathematical, where the most advanced mathematics tools applied to EB will be discussed and another UC of medicine, Pathophysiology, where it will be discussed some subjects related to human pathology, with special emphasis to technological applications to diagnosis, monitoring and treatment.

Concerning teaching and assessment methods, they are aimed at developing skills at the level of: learning scientific-

technological concepts, creativity, critical thinking, autonomy, communication and interpersonal relationships.

Finally, there is the concern of inserting UC in which students have direct contact with the clinical reality, which is also present in the 1st cycle (Bachelor in Biomedical Engineering). There are several UCs, where students, work in direct contact with hospital services and / or with healthcare professionals, having a first contact with the professional practice of a Biomedical Engineer. In this context, one should emphasize the possibility of students to carry out projects and dissertations in companies, hospitals / clinics and / or research centers with links to health.

As part of the FCT Curricular Profile, an option called Unrestricted Elective is included in the curricular plans, which includes curricular units from all scientific areas of FCT NOVA, approved annually by the Scientific Council of FCT NOVA.

5. Corpo Docente

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

Carla Maria Quintão Pereira

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Ana Cristina Gomes da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
André João Maurício Leitão do Valle Wemans	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Física	100	Ficha submetida
António Alberto Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física - Especialidade de Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Carla Maria Quintão Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Biofísica	100	Ficha submetida
Célia Maria Reis Henriques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física / Física de Superfícies	100	Ficha submetida
Filipe Ribeiro Ferreira da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Gregoire Marie Jean Bonfait	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Física da Materia condensada	100	Ficha submetida
João Duarte Neves Cruz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física Nuclear	100	Ficha submetida
Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física de Superfícies	100	Ficha submetida
José Luís Constantino Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
José Paulo Moreira dos Santos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Maria Adelaide de Almeida Pedro de Jesus	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Paulo Manuel Assis Loureiro Limão Vieira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Cardoso Vieira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Medical Physics & Biomedical Engineering	100	Ficha submetida
Ricardo Nuno Pereira Verga e Afonso Vigário	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Major in Computer Science and Minor in Biophysics	100	Ficha submetida
Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Física/Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Yuri Fonseca da Silva Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Física, especialidade Física Aplicada	100	Ficha submetida
Fernando José Almeida Vieira do Coito	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e Computadores	100	Ficha submetida
Fernanda Antonia Josefa Llussá	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Economia	100	Ficha submetida
Hugo Filipe Silveira Gamboa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
António Carlos Bárbara	Professor Associado	Doutor		Gestão Industrial - Comércio	100	Ficha

Grilo	ou equivalente		Electrónico		submetida
Alberto Miguel Gonçalves de Sousa Prata	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Mestrado Integrado em Medicina	15	Ficha submetida
José Miguel de Araújo Martins	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Medicina	17	Ficha submetida
Nuno Neuparth	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Medicina/Fisiopatologia	100	Ficha submetida
Luís Miguel Velez Lapão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia de Sistemas (Saúde)	30	Ficha submetida
Manuel Almeida	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	CTC da Instituição proponente Medicina	15	Ficha submetida
Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Industrial, na especialidade de Sistemas de Gestão	100	Ficha submetida
Dawei Liang	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Equivalência -Optoelectrónica e Microelectrónica	100	Ficha submetida
João Paulo Miranda Ribeiro Borges	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Ciências dos Materiais	100	Ficha submetida
José Manuel Matos Ribeiro da Fonseca	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Hugo Manuel Brito Águas	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Eng. de Materiais	100	Ficha submetida
Manuel Valdemar Cabral Vieira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática Aplicada	100	Ficha submetida
Paulo António Martins Ferreira Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências e Engenharia dos Materiais	100	Ficha submetida
Elsa Estevão Fachadas Nunes Moreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática com especialização em estatística	100	Ficha submetida
Maria Isabel Simões Catarino	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Eng ^a Física	100	Ficha submetida
Alda Sofia Pessanha de Sousa Moreno	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Física	20	Ficha submetida
				3197	

<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.

36

5.4.1.2. Número total de ETI.

31.97

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	31	96.96590553644

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): 31.65 98.999061620269

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	21.97	68.720675633406 31.97
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 31.97

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	30	93.837973099781 31.97
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 31.97

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:

Sendo a área científica de Engenharia Biomédica (EB) bastante recente, o corpo docente afeto às UC de EB, é formado, principalmente, por professores com formação de base noutras áreas e que desenvolveram a sua investigação científica na área da EB. Ainda assim, este corpo docente conta com uma Doutorada em EB, uma Doutorada em Biofísica e um Doutoramento em Ciências da Computação com um minor em EB. Nas restantes áreas científicas, os responsáveis e regentes das UC são todos doutorados, na sua grande maioria, nas áreas de lecionação.

5.6. Observations:

As the scientific area of Biomedical Engineering (EB) is quite recent, the teaching staff assigned to the UC of EB, is mainly formed by teachers with basic training in other areas and who developed their scientific research in the area of EB. Still, the teaching staff include a PhD in EB, a PhD in Biophysics and a PhD in Computer Science with a minor in EB. In the remaining scientific areas, the responsables for the UC are all PhD, mostly in the areas of teaching.

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Afonso Jorge Romano Moutinho, Técnico, 70%
Ana Luísa Oliveira Cruz, Administrativo, 70%
Eduardo Morais Jobling, Assistente Técnico, 70%
Fábio Daniel Campos Evangelista, Técnico, 90%
João Alberto dos Santos Faustino, Técnico Superior, 70%
Alcina do Céu Coelho Arandas, Administrativo, 90%
Maria Luíza dos Santos Oliveira, Técnico Superior, 70%

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

Afonso Jorge Romano Moutinho, support staff, 70%
Ana Luísa Oliveira Cruz, secretary, 70%
Eduardo Morais Jobling, assistant support staff, 70%
Fábio Daniel Campos Evangelista, support staff, 90%
João Alberto dos Santos Faustino, senior support staff, 70%
Alcina do Céu Coelho Arandas, secretary, 90%
Maria Luíza dos Santos Oliveira, senior support staff, 70%

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

Afonso Jorge Romano Moutinho, 12.º ano
Ana Luísa Oliveira Cruz, 12.º ano
Eduardo Morais Jobling, 12.º ano
Fábio Daniel Campos Evangelista, 12.º ano
João Alberto dos Santos Faustino, Licenciatura
Maria Luíza dos Santos Oliveira, Licenciatura

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

Afonso Jorge Romano Moutinho, 12th grade
Ana Luísa Oliveira Cruz, 12th grade
Eduardo Morais Jobling, 12th grade
Fábio Daniel Campos Evangelista, 12th grade
João Alberto dos Santos Faustino, Bachelor
Maria Luíza dos Santos Oliveira, Bachelor

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 que garantem o nível e a qualidade da formação proposta, e estão adequadas às exigências científicas e pedagógicas ao cumprimento dos objetivos:

- Espaços letivos, equipados com projetores multimédia (~5720 m2);*
- Laboratórios bem equipados para a realização de trabalho experimental: letivo e de investigação (~140 m2);*
- Salas de computadores, com acesso permanente, que podem ser utilizadas pelos alunos em contexto de aula ou para a execução de trabalhos.*
- Uma biblioteca que permite o acesso a bibliografia extensa e atualizada, bem equipada nas áreas relevantes do curso (~6500 m2);*
- Cantinas, bares e residência universitária com capacidade para receber alunos, mas também professores e investigadores convidados.*

- *Salienta-se ainda, pela relevância para o ciclo de estudos, os laboratórios de Engenharia Biomédica (~50 m2) e de Engenharia de Tecidos (~90 m2).*

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

The FCT NOVA has facilities that guarantee the level and quality of the proposed training, and are adequate to the scientific and pedagogical requirements to fulfill the objectives:

- *Classrooms, equipped with multimedia projectors (~ 5720 m2);*
- *Well-equipped laboratories for experimental work: teaching and research (~ 140 m2);*
- *Computer rooms, with permanent access, that can be used by students in the classroom context or for the execution of assignments.*
- *A library providing access to extensive and up-to-date bibliography, well equipped in the relevant course areas (~ 6500 m2);*
- *Canteens, bars and university residence with the capacity to receive students, but also invited teachers and researchers.*
- *Biomedical Engineering (~ 50 m2) and Tissue Engineering (~ 90 m2) laboratories.*

It should be noted that the campus is also covered by wireless network.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Os equipamentos afetos ao ciclo de estudos dividem-se entre os laboratórios didáticos do DF e os laboratórios científicos dos centros de investigação LIBPhys e CEFITEC. De entre todos os equipamentos disponíveis para o curso, destacam-se:

*6 kits Biopac para experiências de Biomecânica e Fisiologia
 Simulador de Ressonância Magnética para Imagiologia
 Kits de experiências de Mecânica, Eletromagnetismo e Termodinâmica
 Kits de Eletrónica
 2 holters para aquisição de eletrocardiograma
 Equipamento Bioplux com 8 sensores e 6 entradas para análises de vários parâmetros fisiológicos
 G.Tec para aquisição de sinais eletroencefalográficos
 Modelos Anatómicos: estruturas ósseas e musculares, e órgãos
 Simulador Cyber Physiology para Fisiologia
 Software Atlas Interactivo de Anatomia Humana
 Aparelho de Ultra Sons
 8 Kits de Física Atómica Molecular
 7 Kits de Física Nuclear
 8 Kits de Ótica*

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

The equipment related to LEB is divided between the didactic laboratories of the DF and the scientific laboratories of the research centers LIBPhys and CEFITEC. Among all the equipment available for the course, the following stand out:

*6 Biopac kits for Biomechanics and Physiology Experiments
 Magnetic Resonance Simulator for Imaging
 Mechanics, Electromagnetism and Thermodynamics experiment kits
 Electronics Kits
 2 holters for electrocardiography acquisition
 Bioplux equipment with 8 sensors and 6 inputs for analysis of various physiological parameters
 G.Tec for acquisition of electroencephalographic signals
 Anatomical models: bone and muscle structures, and organs
 Cyber Physiology Simulator for Physiology
 Interactive Atlas of Human Anatomy Software
 Ultrasound Device
 8 Kits of Atomic and Molecular Physics
 7 Nuclear Physics Kits
 8 Optics Kits*

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 IES / HEI (FCT) / Classification FCT	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
LIBPhys - Laboratório de Instrumentação, Engenharia Biomédica e Física das Radiações / Laboratory for Instrumentation, Biomedical Engineering and Radiation Physics	Muito Bom / Very Good	9	http://libphys.pt/
CEFITEC - Centro de Física e Investigação Tecnológica / Centre of Physics and Technological Research	Bom / Good	8	https://www.cefitec.fct.unl.pt/
CENIMAT I3N - Centro de Investigação de Materiais Instituto de Nanoestruturas, Nanomodelação e Nanofabricação / Materials Research Centre Institute of Nanostructures, Nanomodelling and Nanofabrication	Excelente / Excellent	5	https://www.cenimat.fct.unl.pt/
CTS – Centro de Tecnologia e Sistemas / Centre of Technology and Systems	Muito Bom / Very Good	3	https://cts.uninova.pt/

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/8a7e2395-c5d2-e6f5-7062-5e78ed36803e>

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/8a7e2395-c5d2-e6f5-7062-5e78ed36803e>

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.

Para efeitos de realização de Dissertações, a FCT NOVA tem protocolos estabelecidos com as seguintes instituições:

NOVA Medical School / Faculdade de Ciências Médicas da NOVA
 Faculdade de Motricidade Humana – UL
 Instituto Politécnico de Beja
 Instituto Politécnico de Leiria
 Instituto Politécnico do Porto
 CEDOC – Centro de Estudos de Doenças Crónicas
 Fundação Champalimaud
 Associação Mais Proximidade Melhor Vida
 Centro de Medicina Física e Reabilitação do Alcoitão
 Centro Hospitalar Lisboa Norte, EPE
 Centro Hospitalar Lisboa Ocidental, EPE
 Centro Hospitalar Lisboa Central, EPE (em fase de celebração)
 Centro Hospitalar Oeste, EPE (em fase de celebração)
 Centro de Paralisia Cerebral Calouste Gulbenkian de Lisboa e do Porto
 Hospital da Luz
 Hospital Divino Espírito Santo de Ponta Delgada
 Hospital Garcia de Orta
 Hospital Professor Doutor Fernando da Fonseca, EPE
 Hospital de São João
 Hospital Lusíadas
 Hospital Beatriz Ângelo
 Hospital de Cascais
 Hospital de Santa Maria

São também parceiros privilegiados, no sentido de terem recebido um conjunto muito significativo de alunos de dissertação, as empresas:

Fraunhofer Portugal
 NMT – Tecnologia, Inovação e Consultoria, S.A.
 Flux | wireless biosignals, SA
 AutoEuropa
 Medtronic
 Pfizer

Existem ainda acordos Erasmus com as seguintes instituições:

Universität Ulm, Alemanha
 Technische Universität Darmstadt, Alemanha

Université Libre de Bruxelles, Bélgica
Aalborg Universitet, Dinamarca
Universidad de Oviedo, Espanha
University of Oulu, Finlândia
Université Paris Diderot Paris 7 (F. Physics), França
Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), França
Université Paris Descartes, França:
University of Twente, Holanda
Rijksuniversiteit Groningen, Holanda
Seconda Università degli Studi di Napoli, Itália
Politécnico di Milano, Itália
Università di Pisa, Itália
Politechnika Krakowska (F. Mechanical Eng.), Polónia
Istanbul Technical University, Turquia

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.

For the purposes of the Masters thesis in EB training stages, FCT NOVA has protocols established with the following institutions:

NOVA Medical School / Faculdade de Ciências Médicas da NOVA
Faculdade de Motricidade Humana – UL
Instituto Politécnico de Beja
Instituto Politécnico de Leiria
Instituto Politécnico do Porto
CEDOC – Centro de Estudos de Doenças Crónicas
Fundação Champalimaud
Associação Mais Proximidade Melhor Vida
Centro de Medicina Física e Reabilitação do Alcoitão
Centro Hospitalar Lisboa Norte, EPE
Centro Hospitalar Lisboa Ocidental, EPE
Centro Hospitalar Lisboa Central, EPE (em fase de celebração)
Centro Hospitalar Oeste, EPE (em fase de celebração)
Centro de Paralisia Cerebral Calouste Gulbenkian de Lisboa e do Porto
Hospital da Luz
Hospital Divino Espírito Santo de Ponta Delgada
Hospital Garcia de Orta
Hospital Professor Doutor Fernando da Fonseca, EPE
Hospital de São João
Hospital Lusíadas
Hospital Beatriz Ângelo
Hospital de Cascais
Hospital de Santa Maria

The following companies are MEB's privileged partners, in the sense that they have received a very significant set of internship students and/or supervised master degree thesis:

Fraunhofer Portugal
NMT – Tecnologia, Inovação e Consultoria, S.A.
Plux | wireless biosignals, SA
AutoEuropa
Medtronic
Pfizer

There are also Erasmus agreements with the following institutions:

Universität Ulm, Alemanha
Technische Universität Darmstadt, Alemanha
Université Libre de Bruxelles, Bélgica
Aalborg Universitet, Dinamarca
Universidad de Oviedo, Espanha
University of Oulu, Finlândia
Université Paris Diderot Paris 7 (F. Physics), França
Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), França
Université Paris Descartes, França:
University of Twente, Holanda
Rijksuniversiteit Groningen, Holanda
Seconda Università degli Studi di Napoli, Itália
Politecnico di Milano, Itália
Università di Pisa, Itália
Politechnika Krakowska (F. Mechanical Eng.), Polónia
Istanbul Technical University, Turquia

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:

Com base na informação disponível pela DGEEC, a taxa de desemprego dos diplomados com cursos de Engenharia Biomédica é residual. O que está, aliás, em linha, com o caso específico do MIEB ministrado pela FCT NOVA e que está na génese do ciclo de estudos proposto: num total de 384 diplomados, registam-se como à procura do primeiro emprego 1 indivíduo e à procura de novo emprego 3 indivíduos, o que resulta numa taxa de desemprego de 1%.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

Based on information available from DGEEC, the unemployment rate of graduates with Biomedical Engineering courses is residual. This is also in line with the specific case of the MIEB taught by FCT NOVA and which is the genesis of the proposed study cycle: within a total of 384 graduates registered one is looking for their first job three are looking for a new job, which results in an unemployment rate of 1%.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Ao curso de MIEB, que está na origem do ciclo de estudos proposto (LEB), correspondem os seguintes indicadores relativos à 1.ª fase do Concurso Nacional de Acesso do contingente geral, nos 3 últimos anos letivos:

2016:

528 candidatos

86 candidatos em 1.ª opção

64 colocados (máximo)

171,4 nota de candidatura do último colocado

2017:

505 candidatos

86 candidatos em 1.ª opção

64 colocados (máximo)

173,2 nota de candidatura do último colocado

2018:

405 candidatos

73 candidatos em 1.ª opção

57 colocados (máximo)

170,2 nota de candidatura do último colocado

O MIEB tem sido o curso que regista sistematicamente a nota de candidatura do último colocado mais elevada na FCT NOVA. Esta constatação, a par dos dados referidos, demonstra a capacidade do curso atrair estudantes com elevadas classificações.

Fonte: <http://www.dges.gov.pt/guias/detcursopi.asp?codc=9359&code=0903>

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

The MIEB course, which is the origin of the proposed study cycle (LEB), corresponds to the following indicators related to the 1st phase of the National Contingent Access Contest, in the last 3 academic years:

2016:

528 applicants

86 candidates in 1st option

64 placed (maximum)

171.4 last place's application note

2017:

505 candidates

86 candidates in 1st option

64 placed (maximum)

173.2 last candidate's application note

2018:

405 candidates

73 candidates in 1st option

57 placed (maximum)

170.2 last candidate's application note

MIEB has been the course that systematically scores the highest-ranked application grade at FCT NOVA. This finding, together with the above data, demonstrates the ability of the course to attract students with high grades.

Source: <http://www.dges.gov.pt/guias/detcursopi.asp?codc=9359&code=0903>

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

No âmbito de projetos pedagógicos e de realização de dissertações tem-se contado com a parceria das seguintes instituições:

*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa
Instituto Politécnico de Setúbal*

**9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:
Concerning pedagogical projects, we have joint projects with:**

*Faculty of Sciences, University of Lisbon
Instituto Superior Técnico of the University of Lisbon
Polytechnic Institute of Setúbal*

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:

*Biomedical Engineering, University of Twente, Neatherlands
<https://www.utwente.nl/en/education/master/programmes/biomedical-engineering/>*

*Biomedical Engineering, Chalmers University of Technology, Sweden
<https://www.chalmers.se/en/education/programmes/masters-info/Pages/Biomedical-engineering.aspx>*

*Biomedical Engineering, Faculty of Engineering Science Leuven, Belgium
<https://www.mech.kuleuven.be/en/education/bme>*

*Biomedical Engineering, University of Oulu Oulu, Finland
<https://studyinfo.fi/app/#!/korkeakoulu/1.2.246.562.17.16985717905>*

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

*Biomedical Engineering, University of Twente, Neatherlands
<https://www.utwente.nl/en/education/master/programmes/biomedical-engineering/>*

*Biomedical Engineering, Chalmers University of Technology, Sweden
<https://www.chalmers.se/en/education/programmes/masters-info/Pages/Biomedical-engineering.aspx>*

*Biomedical Engineering, Faculty of Engineering Science Leuven, Belgium
<https://www.mech.kuleuven.be/en/education/bme>*

*Biomedical Engineering, University of Oulu Oulu, Finland
<https://studyinfo.fi/app/#!/korkeakoulu/1.2.246.562.17.16985717905>*

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Quando se compara os mestrados indicados em 10.1 (e mesmo alargando a outros) com o agora proposto observa-se:

- 1. uma convergência na escolha das áreas chave;*
- 2. uma tónica comum na necessidade de ligações ao ambiente clínico e/ou empresarial;*
- 3. uma diferença no que toca à estrutura dos cursos: na maior parte (exceção feita ao curso de Leuven) a estrutura curricular encontra-se organizada em ramos, perfis e/ou especialidades;*
- 4. grande variabilidade no número de ECTS atribuído ao trabalho de dissertação.*

Devido à grande variedade de áreas cobertas pela EB, optou-se por, tal como já acontecia no MIEB, não introduzir ramos de especialização pré-definidos, contudo os estudantes têm um conjunto de unidades curriculares de opção, numa variedade de áreas, perfazendo 12 ECTS em áreas de especialidade à sua escolha.

No que toca ao número de ECTS relativos a trabalho de dissertação, manteve-se também aquele que já era atribuído no MIEB: 6 ECTS de Preparação e 30 ECTS para Dissertação em EB.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

When comparing the masters indicated in 10.1 (and even extending to others) with the proposed one, we observe:

- 1. a convergence in the choice of key areas;*
- 2. a common emphasis on the need for links to the clinical and / or business environment;*
- 3. the most part of the courses, unlike the proposed one, are organized into branches, profiles and / or specialties;*
- 4. Great variability in the number of ECTS assigned to the dissertation work.*

Due to the wide range of areas covered by EB, it was decided that, as was already the case in MIEB, not introducing pre-defined branches of specialization, however students have a set of optional curricular units (12 ECTS) in a variety of areas of expertise of their choice.

Regarding the number of ECTS related to the dissertation work, the one that was already attributed in the MIEB also remained: 6 ECTS for Preparation and 30 ECTS for Dissertation in EB.

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._11.1.2._Entidades & Dissertações.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:

As dissertações de mestrado são acompanhadas por uma equipa de orientação constituída por um professor da FCT NOVA, que assegura a qualidade científica do trabalho, e um responsável na empresa que assegura que são garantidas as condições de acesso à informação que caracteriza o problema e à validação ou implementação de técnicas de análise do caso de estudo. A empresa e a FCT NOVA disponibilizam em conjunto as condições de espaço, técnicas analíticas e meios computacionais necessárias à execução do plano de trabalhos.

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

Master's dissertations are accompanied by an orientation team consisting of a Professor from FCT NOVA, who assures the scientific quality of the work, and a supervisor from the company, who guarantee access of student to all information regarding the case study. The company and FCT NOVA jointly make available all the necessary working space conditions, analytical techniques, and computational means necessary to execute successfully the work plan

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution Name	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:

1 Os estudantes que iniciam o curso de MIEB são os que têm nota de candidatura mais elevada da faculdade. Têm um forte espírito de grupo, são motivados, dinâmicos, empreendedores e têm bons hábitos de trabalho.

1.1 Estão fortemente envolvidos na gestão da faculdade

1.2 Foram recentemente criadores de uma empresa júnior

2 O corpo docente é muito adequado. Não só tem formação ajustada, como:

2.1 participa nas parcerias com hospitais e clínicas, tanto do sistema público como do privado; e

2.2 está envolvido na criação de empresas Start-up, com claras ligações à saúde.

Permite aos alunos desenvolverem projetos na área da engenharia biomédica, com uma forte componente prática e em contexto profissional.

3 Excelente ambiente entre docentes e discentes.

4 Instalações localizadas num amplo Campus Universitário, moderno e arejado. Existência de laboratórios adequados.

5 Verifica-se um crescente número de acordos de mobilidade/estágios internacionais, ao abrigo do programa Erasmus.

12.1. Strengths:

1 Students beginning the MIEB course are those with the highest college application grade. They have a strong group spirit, are motivated, dynamic, enterprising and have good work habits.

1.1 Are heavily involved in college management

1.2 They were recently creators of a junior company

2 Teaching staff is very adequate. Not only has adjusted training, but also:

2.1 participates in partnerships with hospitals and clinics, both public and private; and

2.2 is involved in the creation of start-up companies with clear links to health.

2.3 allows students to develop projects in the field of biomedical engineering, with a strong practical component and in a professional context.

3 Great atmosphere between teachers and students.

4 Facilities located on a large, modern and airy University Campus. Existence of adequate laboratories.

5 There are a growing number of international mobility / internship agreements under the Erasmus program.

12.2. Pontos fracos:

1 As crescentes exigências quer em termos administrativos, quer de investigação, vieram requerer dos docentes um esforço adicional, dificultando a continuação da prestação de um ensino de qualidade.

2 Necessidade de maior apoio técnico, na gestão laboratorial, de forma a aliviar o trabalho dos docentes.

3 Por razões económicas, e devido à fácil entrada no mercado de trabalho, alguns estudantes abandonam os estudos, não completando a sua formação. No entanto, no MIEB esse número tem sido relativamente baixo.

4 Ainda há algum desconhecimento, por parte dos empregadores, das potencialidades do curso, não existindo ainda uma classe profissional legalmente estabelecida.

5 É importante monitorizar um possível excesso de estudantes de EB a nível nacional, devido à existência do curso em outras instituições de ensino superior (IES).

12.2. Weaknesses:

1 The growing demands, both in terms of administration and research, have required additional effort from teachers, making it difficult to continue to provide high quality education.

2 Need for a greater technical support in laboratory management to alleviate the work of teachers.

3 For economic reasons, and due to easy entry into the labor market, some students drop out and do not complete their education.

4 There is still some unfamiliarity on the part of employers of the potentialities of the course, and there is not yet a legally established professional class.

5 It is important to monitor a possible excess of EB students at national level due to the existence of the course in other higher education institutions.

12.3. Oportunidades:

1 O grande número de parcerias estabelecidas, quer com a clínica, quer com a indústria.

2 A crescente solicitação de profissionais, por parte da área clínica, é um bom indicador da crescente implantação que o curso tem tido.

3 A subida do número de contratações de engenheiros biomédicos, reforçando por isso o papel destes profissionais na área da Saúde.

4 O aumento da esperança média de vida e a necessidade de cuidados de saúde cada vez mais diferenciados exigem a monitorização, diagnóstico e intervenção do doente com recurso a tecnologia.

5 A utilização de ferramentas de fácil acesso, que permitem monitorizar sinais fisiológicos, abre espaço para a intervenção e para a prevenção personalizadas, baseadas na tecnologia.

6 Os empregadores estão satisfeitos com o nível de conhecimentos dos diplomados, elogiando, principalmente, a sua versatilidade e capacidade de trabalho.

7 Há um desemprego residual nos diplomados.

8 A possibilidade de captar estudantes provenientes de outras IES.

12.3. Opportunities:

1 The large number of partnerships established both with the clinic and with the industry.

2 The growing demand for biomedical Engineers, from the clinical area, is a good indicator of the increasing implantation that the course has had in recent years.

3 The increase in the number of hires of biomedical engineers, thus reinforcing the role of these professionals in the health area.

4 Increasing average life expectancy and the need for increasingly differentiated health care require patient monitoring, diagnosis and intervention using technology.

5 The use of easily accessible tools to monitor physiological signals allows personalized, technology-based intervention and prevention.

6 Employers are pleased with graduates' level of knowledge, especially praising their versatility and work ability.

7 There is residual unemployment in graduates.

8 Possibility of attracting students from other universities.

12.4. Constrangimentos:

1 O acesso à Faculdade, por meio de transportes públicos, a partir de algumas regiões de residência dos estudantes, e em determinados horários, nem sempre é fácil.

2 A residência universitária não consegue dar resposta face à procura.

3 As instalações da Faculdade, apesar de suficientes, demonstram alguma degradação, decorrente do tempo de uso. Sendo desejáveis intervenções de manutenção.

4 A possibilidade de vir a perder alguns alunos para outras IES, uma vez que a divisão do MIEB em dois ciclos poderá, certamente, levar a um aumento da sua mobilidade.

12.4. Threats:

1 Access to the Faculty by public transport from some regions of student residence at certain times is not always easy.

2 The university residence cannot meet the demand.

3 Faculty facilities, although enough, show some degradation due to time of use. Maintenance interventions are desirable.

4 The possibility of losing some students to other Universities, as the division of MIEB into two cycles could certainly lead to increased mobility.

12.5. Conclusões:

Como conclusões gerais do presente relatório, são salientados os seguintes aspetos:

O principal objetivo deste ciclo de estudos é o de fornecer uma formação especializada que garanta as competências necessárias para o exercício da profissão de Engenheiro Biomédico. Pretende-se ainda que estes mestres sejam inovadores, criativos, versáteis e empreendedores. Finalmente, espera-se que tenham a capacidade de integrar equipas pluridisciplinares, dominando a linguagem própria dos engenheiros, mas também a dos profissionais de saúde, de forma a que consigam estabelecer a ponte entre eles.

Para cumprir estes objetivos, a formação destes estudantes terá de ser sólida, abrangente e pluridisciplinar. Por este facto, incluiu-se no plano de estudos: 1) UC obrigatórias de diferentes áreas específicas da EB; 2) a possibilidade dos estudantes escolherem algumas outras UC, de áreas científicas próximas da EB; e 3) UC de outras áreas científicas que lhes permitam alargar os conhecimentos noutras direções, promovendo a versatilidade e a adaptabilidade, necessárias para enfrentar novos desafios profissionais.

Uma vez que o MIEB tem granjeado de uma forte aceitação por parte de estudantes e empregadores, as propostas de separação em LEB e MEB têm por objetivo manter essa excelência, e tornar o novo conjunto mais dinâmico e modular.

Indo ao encontro destes objetivos elencam-se as principais diferenças do MEB, relativamente aos dois últimos anos do MIEB:

- É introduzida uma UC de Técnicas Matemáticas em Engenharia Biomédica, visando fornecer técnicas matemáticas especialmente importantes para esta área.

- São criadas UC de Processamento de Sinal Biomédico, Aprendizagem Automática em Engenharia Biomédica, Fotónica Biomédica e Aplicações Biomédicas de Nanoestruturas

- A UC de Gestão de Empresas é transferida para este 2.º ciclo.

- As UC de Métodos de Imagem Médica, Tópicos de Engenharia Biomédica, Eletrofisiologia e Sistemas de Informação Médica passam a ser lecionadas no LEB, sofrendo pequenas alterações.

O ciclo de estudos proposto continua a seguir o "Perfil Curricular FCT", mantendo a UC de empreendedorismo e dando liberdade aos estudantes de escolherem 6 ECTS de qualquer área científica que vá ao encontro dos seus interesses pessoais.

12.5. Conclusions:

As general conclusions of this report, the following points are highlighted:

The main objective of this cycle of studies is to provide specialized training that guarantees the necessary skills for the profession of Biomedical Engineer. These masters are also intended to be innovative, creative, versatile and enterprising. Finally, they are expected to have the ability to integrate multidisciplinary teams, mastering the language of engineers but also of health professionals so that they can bridge the gap between them.

To meet these objectives, the training of these students will need to be solid, comprehensive and multidisciplinary. For this reason, it has been included in the study plan: 1) compulsory UC with different specific areas of EB; 2) the possibility for students to choose some other UC, from scientific areas close to EB; and 3) UC from other scientific areas that allow them to broaden their knowledge in other directions, promoting the versatility and adaptability needed to meet new professional challenges.

Since MIEB has gained strong acceptance from students and employers, the separation proposals in LEB and MEB aim to maintain that excellence and make the new set more dynamic and modular.

Meeting these objectives the main differences between the MEB and the last two years of MIEB are:

- *A Mathematical Techniques UC in Biomedical Engineering is introduced to provide mathematical techniques especially important for this area.*
- *Biomedical Signal Processing, Automated Learning in Biomedical Engineering, Biomedical Photonics and Biomedical Applications of Nanostructures are created.*
- *The Business Management UC is transferred to this 2nd cycle.*
- *Medical Imaging Methods, Biomedical Engineering, Electrophysiology and Medical Information Systems UC are now taught at LEB, with minor changes.*

The proposed course of study continues to follow the "FCT Curricular Profile", maintaining the entrepreneurship UC and giving students freedom to choose 6 ECTS from any scientific area that meets their personal interests.