

NCE/19/1900002 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade 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 (UL)

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 e Biofísica

1.3. Study programme:

Biomedical Engineering and Biophysics

1.4. Grau:

Mestre

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Ciência e Engenharia Biomédica

1.5. Main scientific area of the study programme:

Biomedical Science and 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):

524

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:

729

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:

441

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:

60

1.10. Condições específicas de ingresso.

Os titulares do grau de licenciado ou equivalente legal nas áreas das Ciências da Engenharia, Engenharias, Física, Química ou afins, bem como todos os que são abrangidos pelas disposições das alíneas b), c) e d) do Artigo 15º do Regulamento de Estudos de Pós -Graduação da Universidade de Lisboa (Despacho n.º 7024/2017).

A admissão e seriação será efetuada de acordo com as normas definidas no Regulamento do ciclo de estudos conducente ao grau de Mestre da FCUL (Despacho n.º 10781/2016, de 31 de agosto, alterado pelo Despacho n.º 7742/2017, de 1 de setembro).

1.10. Specific entry requirements.

Holders of a degree or legal equivalent in the fields of Engineering Sciences, Engineering, Physics, Chemistry or the like, as well as all those covered by the provisions of Article 15 (b), (c) and (d) of the Regulation of Postgraduate Studies of the University of Lisbon (Order 7024/2017).

Admission and seriation will be carried out, in general, according to the rules defined in the 2nd cycle admission regulation of FCUL (Despacho n.º 10781/2016, de 31 de agosto, alterado pelo Despacho n.º 7742/2017, de 1 de setembro).

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

<sem resposta>

1.11.1. If other, specify:

<no answer>

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL)

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Faculty of Sciences of the University of Lisbon (FCUL)

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

[1.13._d_6604_2018.pdf](#)

1.14. Observações:

Este novo ciclo de estudos resulta da cisão do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica e Biofísica (MIEBB), com número de processo A3ES ACEF/1314/17807 e número de registo DGES R/A-Ef 1930/2011, actualmente a ser ministrado na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Além da cisão em 1º e 2º ciclos, este novo ciclo de estudos apresenta um plano e conteúdos curriculares actualizados, acompanhando os desafios sociais presentes e futuros, as inovações científicas e tecnológicas e as tendências de mercado actuais. As actualizações curriculares tiveram ainda por base o contributo de alunos e ex-alunos do curso, relativamente a necessidades sentidas e melhorias a implementar.

São disponibilizadas 4 opções (24 ECTS) que, juntamente com a Dissertação/Estágio, permitem aos alunos direccionar as suas escolhas de acordo com os seus interesses profissionais e/ou científicos, adquirindo competências acrescidas e aprofundando certas vertentes de especialização (designadamente Sinais e Imagens em Medicina; Biofísica e Simulação em Medicina; Medicina Regenerativa, Protésica e Robótica; Engenharia Clínica; Terapias de Radiação; e Dispositivos Médicos e Saúde Digital) embora não oficializadas no plano curricular disponível. O grupo opcional inclui um leque variado de unidades curriculares de várias áreas científicas, especificadas no Mapa III – Grupo opcional 1º ano; poderá ainda incluir outras UC's, a fixar anualmente pela FCUL, sob proposta do Departamento responsável.

Em adição, este 2º ciclo de estudos tem também como ambição a obtenção da certificação europeia EIT Health <https://www.eithealth.eu>. Neste sentido, foi já aprovado por esta instituição um ano de estudo e validação do projeto internacional "MSc Digital transformation to shape I&E for future wellness (SHAPE)", liderado pelo KTH, Suécia, onde o Mestrado em Engenharia Biomédica e Biofísica está considerado.

1.14. Observations:

This new cycle of studies results from the split of the Integrated Master's in Biomedical and Biophysical Engineering (MIEBB), with case number A3ES ACEF/1314/17807 and registration number DGES R/A-Ef 1930/2011, currently being taught at the Faculty of Science of University of Lisbon. In addition to the split into 1st and 2nd cycles, this new cycle of studies presents an updated curriculum, accompanying present and future societal challenges, scientific and technological innovations, and current market trends. Curriculum updates also took into account contributions from current and former students regarding needs felt and improvement suggestions.

Four options (24 ECTS) are available which, together with the Dissertation / Internship, allow students to direct their choices according to their professional and / or scientific interests, acquiring increased skills and deepening certain areas of expertise (namely Signals and Images in Medicine; Simulation in Biophysics and Medicine; Regenerative,

Prosthetic and Robotic Medicine; Clinical Engineering; Radiation Therapies; and Medical Devices and Digital Health) although not formally identified as such in the curriculum. The optional group includes a wide range of curricular units from various scientific areas, specified in Map III - Optional Group 1st year; It may also include other UCs, to be fixed annually by FCUL, if endorsed by the Physics Department.

In addition, this 2nd cycle of studies also aims to obtain European EIT Health certification <https://www.eithealth.eu>. In this sense, it has already been approved by this institution a year of study and validation of the international project "MSc Digital Transformation to Shape I&E for Future Wellness (SHAPE)", led by KTH, Sweden, where the Master in Biomedical and Biophysical Engineering is considered.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Reitor da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade de Lisboa

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

[2.1.2._DespReit n.º 182-2019_Cr_Mest_Eng.ª Biomédica e Biofísica.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

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

[2.1.2._ExtratoAta_CC_7_2019_NovosCiclosEstudos_FCUL.pdf](#)

Mapa I - Conselho de Presidentes de Departamento da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho de Presidentes de Departamento da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

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

[2.1.2._ExtratoAta_CPD_2_2019_NovosCiclosEstudos_FCUL.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

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

[2.1.2._Deliberacao-CPed_Mestrado_Eng_Biomedica_Biofísica-FCUL.pdf](#)

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O Mestrado em Eng^a Biomédica e Biofísica (MEBB) tem como objetivo formar profissionais numa área científica e tecnológica multidisciplinar, complexa e em rápida evolução, a Engenharia Biomédica. O MEBB faculta formação avançada nas áreas da saúde e da física, incluindo: o estudo do organismo humano e a modelação dos processos de saúde e doença; o estudo dos princípios e tecnologias utilizadas na promoção da saúde e bem-estar, diagnóstico, terapia e reabilitação; a I&D biomédica e a análise de dados complexos; o desenvolvimento de dispositivos médicos; e o empreendedorismo.

O MEBB faculta ainda a possibilidade de realização de um estágio em ambiente de I&D, hospitalar ou empresarial, capacitando os estudantes para integrar o mercado de trabalho nas áreas da I&D biomédica, em empresas da área da saúde e das tecnologias de informação ou criar a sua empresa, em Portugal ou fora, respondendo às necessidades de uma sociedade em transição demográfica.

3.1. The study programme's generic objectives:

The Master in Biomedical Engineering and Biophysics (MEBB) aims to train professionals in a complex and rapidly evolving multidisciplinary scientific and technological area, Biomedical Engineering. MEBB provides advanced training in health and physics, including: studying the human organism and modeling health and disease processes; the study

of the principles and technologies used in health and well-being promotion, diagnosis, therapy and rehabilitation; biomedical R&D and complex data analysis; the development of medical devices; and entrepreneurship.

MEBB also offers the possibility of conducting an internship in a hospital or business R&D environment, enabling students to integrate the labor market in biomedical R&D, health and information technology companies or create their own startup. in Portugal or abroad, meeting the needs of a society in demographic transition.

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

Durante o MEBB os estudantes irão desenvolver competências gerais de Criatividade, Pensamento Crítico, Comunicação e Cooperação alicerçadas nos princípios da Responsabilidade e da Ética.

Em termos de conhecimentos, aptidões e competências científicas e técnicas os estudantes irão:

- a) Conhecer e compreender o organismo humano e os processos de saúde e doença;*
- b) Modelar sistemas biológicos e artificiais complexos;*
- c) Analisar dados complexos recorrendo a ferramentas estatísticas e de aprendizagem automática (Ciência de Dados);*
- d) Conhecer os princípios e as tecnologias utilizadas na prática clínica e em investigação para a promoção da saúde e bem-estar, diagnóstico, terapia e reabilitação;*
- e) Conceber e construir protótipos de soluções digitais de saúde e dispositivos médicos;*
- f) Realizar investigação em contexto científico, clínico ou empresarial em Portugal ou no Estrangeiro e*
- g) Compreender o processo de levar um dispositivo médico para o mercado.*

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

During the MEBB students will develop general skills of Creativity, Critical Thinking, Communication and Cooperation based on the principles of Responsibility and Ethics.

In terms of knowledge, skills, scientific and technical skills students will:

- a) Know and understand the human organism and the processes of health and disease;*
- b) Model complex biological and artificial systems;*
- c) Analyze complex data using statistical and automatic learning tools (Data Science);*
- d) Know the principles and technologies used in clinical practice and research to promote health and well-being, diagnosis, therapy and rehabilitation;*
- e) Design and build prototypes of digital healthcare solutions and medical devices;*
- f) Carry out research in a scientific, clinical or business context in Portugal or abroad and*
- g) Understand the process of bringing a medical device to market.*

3.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa, face à missão institucional e, designadamente, ao projeto educativo, científico e cultural da instituição:

A missão da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) é expandir os limites do conhecimento científico e tecnológico, transferir esse conhecimento para a sociedade e promover a educação dos seus estudantes através da prática da investigação e desenvolvimento de uma cultura de aprendizagem permanente, valorizando o pensamento crítico e a autonomia intelectual. Para cumprir esta missão, em termos de oferta pedagógica, Ciências oferece formação numa grande diversidade de áreas nos domínios das ciências matemáticas, das ciências e tecnologias físicas, das ciências e tecnologias químicas, das ciências da vida, das ciências da Terra, da ciência e engenharia informática, das ciências da energia e do ambiente, e da história e filosofia das ciências e da tecnologia. A FCUL oferece 14 Licenciaturas (1 em conjunto com outras escolas da ULisboa), 3 Mestrados Integrados (em fase de extinção), 40 Mestrados (8 em conjunto com outras escolas da ULisboa e 2 em associação com outras instituições de ensino superior), 24 Doutoramentos (3 são em conjunto com outras escolas da ULisboa e 7 em associação com outras instituições de ensino superior) e formação não conferente de grau (Minors, Cursos de Pós-graduação, Cursos Livres e outros).

Esta diversidade, bem como a grande dimensão da FCUL (cerca de 450 docentes e investigadores e de 5500 alunos), gera um ambiente estimulante para os que aqui trabalham que propicia interações entre pessoas de domínios científicos diferentes, abrindo novos caminhos e novas visões. No caso de mestrados e doutoramentos, a formação baseia-se essencialmente em atividades de investigação científica e tecnológica. Investigar significa não apenas procurar e encontrar respostas mas também formular novas perguntas. É através deste ciclo infinito de pergunta-resposta-pergunta que permanentemente reconstruímos o nosso mundo e melhoramos a nossa qualidade de vida e o nosso bem-estar.

Este novo ciclo de estudos encontra-se inserido na estratégia e missão da FCUL, em particular através do apoio do Departamento de Física (DF). Este conta com 2 unidades de I&D dedicadas à Engenharia Biomédica e Biofísica, o Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica (IBEB) e o Instituto de Biosistemas e Ciências Integrativas (BIOISI). O DF tem assim, uma grande experiência neste domínio, tanto a nível de investigação como de ensino, tendo oferecido no passado um Mestrado em Biofísica que funcionou desde 1992 até 2006 e, atualmente, um Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica e Biofísica (MIEBB) desde 2007. Em conjunto com os seus investigadores, docentes e alunos, o DF tem estado envolvido em várias colaborações com centros de investigação, hospitais e empresas na área da saúde em Portugal e no Estrangeiro, potenciando a formação de várias empresas. Deste modo, o DF tem contribuído para a criação e transferência de conhecimento científico e tecnológico nas áreas do novo ciclo de estudos, cumprindo os designios da FCUL.

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

The mission of the Faculty of Sciences of the University of Lisbon (FCUL) is to expand the limits of scientific and technological knowledge, transfer this knowledge to society and promote the education of its students through the practice of research and development of a culture of permanent learning, valuing thought, criticism and intellectual autonomy. To fulfill this mission, in terms of pedagogical provision, FCUL offers training in a wide range of areas in the fields of mathematical sciences, physical sciences and technologies, chemical sciences and technologies, life sciences, earth sciences, science and technology, computer engineering, energy and environmental sciences, and the history and philosophy of science and technology. FCUL offers 14 Bachelor Degrees (1 in conjunction with other ULisboa schools), 3 Integrated Masters (in extinction), 40 Masters (8 in conjunction with other ULisboa schools and 2 in association with other higher education institutions), 24 PhDs (3 in conjunction with other ULisboa schools and 7 in association with other higher education institutions) and non-degree-awarding training (Minors, Postgraduate Courses, Free Courses and others).

This diversity, as well as the large size of FCUL (about 450 teachers and researchers and 5,500 students), creates a stimulating environment for those who work there, which provides interactions between people from different scientific domains, opening new paths and new visions. In the case of masters and doctorates, the training is essentially based on scientific and technological research activities. Investigating means not only looking for and finding answers but also asking new questions. It is through this endless cycle of question-answer-question that we permanently rebuild our world and improve our quality of life and well-being.

This new study cycle is part of FCUL's strategy and mission, in particular through the support of the Department of Physics (DF). It has 2 R&D units dedicated to Biomedical Engineering and Biophysics, the Institute of Biophysics and Biomedical Engineering (IBEB) and the Institute of Biosystems and Integrative Sciences (BIOISI). The DF thus has a great deal of experience in this field, both at research and teaching level, having in the past offered a Master in Biophysics which worked from 1992 to 2006 and currently an Integrated Master in Biomedical Engineering and Biophysics (MIEBB) from 2007 onwards. Together with its researchers, faculty and students, DF has been involved in several collaborations with research centers, hospitals and health companies in Portugal and abroad, promoting the formation of several companies. In this way, the DF has contributed to the creation and transfer of scientific and technological knowledge in the areas of the new cycle of studies, fulfilling FCUL's goals.

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 - Não aplicável

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

Não aplicável

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

Non-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
Ciência e Engenharia Biomédica/Biomedical Science and Engineering	CEB	78	0	(0-24 ECTS opcionais/optional)
Engenharias e Tecnologias Físicas/Physical Engineering and Technologies	ETFIS	0	0	(0-24 ECTS opcionais/optional)
Ciências Físicas/Physics	CFIS	0	0	(0-12 ECTS)

Ciências Matemáticas/Mathematical Sciences	CMAT	6	0	opcionais/optional (0-12 ECTS opcionais/optional)
Ciência e Engenharia Informática/Science and Computer Engineering	CEI	6	0	(0-24 ECTS opcionais/optional)
Ciências da Vida/Life Sciences	CVIDA	0	0	(0-12 ECTS opcionais/optional)
Ciências Empresariais, da Gestão e da Organização/Business Administration, Management and Organization Sciences	CEGO	0	6	(6-18 ECTS opcionais/optional)
Outra disciplina de 2º ciclo da FC ou da ULisboa, mediante acordo da Coordenação do Curso/another course of the University of Lisbon	OUT	0	0	(0-12 ECTS opcionais/optional)
(8 Items)		90	6	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - Não aplicável - 1º ano/1º semestre - 1st year/1st semester

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

Não aplicável

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

Non-applicable

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano/1º semestre - 1st year/1st semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecanismos da Doença/Mechanisms of Disease	CEB	Semestral/Semester	168	T:28; TP:28	6	
Dispositivos Médicos I/Medical Devices I	CEB	Semestral/Semestre	168	T:21; PL:21	6	
Bioestatística/Biostatistics	CMAT	Semestral/Semestre	168	T:42; TP:28	6	
Bioeletricidade e Eletrofisiologia/Bioelectricity and Electrophysiology	CEB	Semestral/Semestre	168	T:28; TP:28	6	
Opção/Optional	-	Semestral/Semestre	168	-	6	Optativa/Optional
(5 Items)						

Mapa III - Não aplicável - 1º ano/2º semestre - 1st year/2nd semester

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

Não aplicável

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

Non-applicable

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º ano/2º semestre - 1st year/2nd semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Aprendizagem Automática/Machine Learning	CEI	Semestral/Semester	168	T:28; TP:21	6	
Dispositivos Médicos II/Medical Devices II	CEB	Semestral/Semester	168	T:28; PL:28	6	

Modelação e Simulação em Medicina/Modeling and Simulation in Medicine	CEB	Semestral/Semester	168	T:28; PL:21	6	
Opção/Optional	CEGO	Semestral/Semester	168	-	6	Optativa/Optional
Opção/Optional	-	Semestral/Semester	168	-	6	Optativa/Optional

(5 Items)

Mapa III - Não aplicável - 2º ano - 2nd year

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

Não aplicável

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

Non-applicable

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º 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)
Opção/Optional	-	Semestral/Semestre	168	-	6	Optativa/Optional
Opção/Optional	-	Semestral/Semestre	168	-	6	Optativa/Optional
Dissertação/Estágio em Engenharia Biomédica e Biofísica/Dissertation/Internship in Biomedical Engineering and Biophysics	CEB	Anual/Annual	1344	OT:42	48	

(3 Items)

Mapa III - Opcionais - 1º e 2º semestres/1st and 2nd semesters

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

Opcionais

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

Optionals

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º e 2º semestres/1st and 2nd semesters

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)
Neurociências e Neuromodelação/Neurosciences and Neuromodelling	CEB	Semestral/Semester	168	T:28; TP:28	6	Optativa/Optional
Dosimetria e Protecção Radiológica/Dosimetry and Radiological Protection	CEB	Semestral/Semester	168	T:28; PL:28	6	Optativa/Optional
Diagnóstico e Terapia com Radiações e Protões/Diagnosis and Therapy with Radiation and Protons	CEB	Semestral/Semester	168	T:42	6	Optativa/Optional
Nanotecnologia, Robótica, Protésica e Medicina Regenerativa/Nanotechnologies, Robotics, Prosthetics and Regenerative Medicine	CEB	Semestral/Semester	168	T:56	6	Optativa/Optional
Projeto de Saúde Digital/Digital Health Project	CEB	Semestral/Semester	168	PL:56	6	Optativa/Optional
Projeto de Instrumentação Médica/Medical Instrumentation Project	CEB	Semestral/Semester	168	PL:56	6	Optativa/Optional
Genética Humana/Human Genetics	CVIDA	Semestral/Semester	168	T:28; PL:42	6	Optativa/Optional
Biologia e Tecnologia de Células Estaminais/Stem Cell Biology and Technology	CVIDA	Semestral/Semester	168	T:28; PL:42	6	Optativa/Optional

Projeto Empresarial/Business Project	CEGO	Semestral/Semester	168	TP:63	6	Optativa/Optional
Economia da Saúde e Acesso ao Mercado/Health Economics and Market Access	CEGO	Semestral/Semester	168	TP:56	6	Optativa/Optional
Inovação e Empreendedorismo/Innovation and Entrepreneurship	CEGO	Semestral/Semester	168	TP:28	6	Optativa/Optional
Análise de Dados em Saúde/Healthcare Data Analytics	CMAT	Semestral/Semestre	168	TP:42	6	Optativa/Optional
Sistemas Dinâmicos/Dynamical Systems	CFIS	Semestral/Semester	168	T:28; TP: 28	6	Optativa/Optional
Biofísica Computacional/Computational Biophysics	CFIS	Semestral/Semester	168	T:28; PL:28	6	Optativa/Optional
Modelação e Simulação em Engenharia/Modeling and Simulation in Engineering	ETFIS	Semestral/Semester	168	T:28; PL:28	6	Optativa/Optional
Engenharia de Controlo/Control Engineering	ETFIS	Semestral/Semester	168	T:28; PL:28	6	Optativa/Optional
Laboratório Avançado de Processamento de Sinal e Imagem/Advanced Signal and Image Processing Laboratory	ETFIS	Semestral/Semester	168	T:14; PL:21	6	Optativa/Optional
Processamento Laser de (Bio)Materiais/(Bio)Materials Laser Processing	ETFIS	Semestral/Semester	168	T:28; PL:28	6	Optativa/Optional
Sensores e Sistemas Óticos/Sensors and Optical Systems	ETFIS	Semestral/Semester	168	T:28; PL:28	6	Optativa/Optional
Eletrónica Aplicada/Applied Electronics	ETFIS	Semestral/Semester	168	T:28; PL:28	6	Optativa/Optional
Bioinformática/Bioinformatics	CEI	Semestral/Semester	168	T:28; TP:21	6	Optativa/Optional
Robôs Móveis/Mobile Robots	CEI	Semestral/Semester	168	T:28; TP:21	6	Optativa/Optional
Técnicas de Interação Avançadas/Advanced Interaction Techniques	CEI	Semestral/Semester	168	T:28; TP:21	6	Optativa/Optional
Tecnologias de Processamento de Dados/Data Processing Technologies	CEI	Semestral/Semester	168	T:28; TP:21	6	Optativa/Optional
Vida Artificial/Artificial Life	CEI	Semestral/Semester	168	T:28; TP:21	6	Optativa/Optional
Visualização de Dados/Data Visualization	CEI	Semestral/Semester	168	T:28; TP:21	6	Optativa/Optional

(26 Items)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Mecanismos da Doença

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecanismos da Doença

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanisms of Disease

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEB

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; 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):

Luís Monteiro Rodrigues T:14;TP:14

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

Hugo Alexandre Teixeira Duarte Ferreira T:14;TP:14

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

A – Compreender os principais determinantes sociais e epidemiológicos da doença no actual contexto de uma sociedade cada vez mais global; a importância da “disease burden” nos sistemas de saúde

B - Compreender o papel da genética e do ambiente na modificação da expressão patológica, da susceptibilidade e da ocorrência de doença.

C - Aprender os mecanismos de disfunção associados às principais patologias dos diversos órgãos e sistemas.

D - Relacionar os conceitos apreendidos com a Engenharia Biomédica e o seu papel na prevenção, diagnóstico, terapêutica da doença e ainda na reabilitação.

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

A - Understand the main social and epidemiological determinants of the disease in the current context of an increasingly global society; the importance of disease burden in health systems

B - Understand the role of genetics and the environment in modifying pathological expression, susceptibility and disease occurrence.

C - Learn the mechanisms of dysfunction associated with the main pathologies of the various organs and systems.

D - Relate the concepts learned with Biomedical Engineering and their role in prevention, diagnosis, therapy of the disease and rehabilitation.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - A doença como resposta mal adaptativa*
- 2 - A genética e o ambiente*
- 3 - Doença oncológica*
- 4 - Doenças do sangue e Doença infecciosa*
- 6 – Doenças cardíacas*
- 7 - Doença vasculares*
- 8 - Doença respiratória*
- 9 - Doença gastrointestinal*
- 10 - Doença hepática*
- 11 - Doença renal e disfunção hidro-electrolítica*
- 12 - Doença endócrina*
- 13 - Doença metabólica*
- 14 – Patologia osteo-mio-articular*
- 15 – Doenças neurológicas e demência*

4.4.5. Syllabus:

- 1 - The disease as a maladaptive response*
- 2 - Genetics and the environment*
- 3 - Cancer disease*
- 4 - Blood Diseases and Infectious Disease*
- 6 - Heart Diseases*
- 7 - Vascular disease*
- 8 - Respiratory Disease*
- 9 - Gastrointestinal Disease*
- 10 - Liver disease*
- 11 - Kidney disease and hydroelectrolytic dysfunction*
- 12 - Endocrine Disease*
- 13 - Metabolic Disease*
- 14 - OsteoMio-articular Pathology*
- 15 - Neurological Diseases and Dementia*

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

Nesta unidade programática pretende-se que os alunos aprendam sobre os mecanismos gerais da doença. Por conseguinte, o conteúdo programático inclui as temáticas correspondentes.

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

This syllabus is intended for students to learn about the general mechanisms of the disease. Therefore, the syllabus includes the corresponding themes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA
Expositivas

TEÓRICO-PRÁTICA
Discussão de casos clínicos

AVALIAÇÃO
Exame escrito (50%)
Casos clínicos (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL
Expository

THEORETICAL-PRACTICAL
Discussion of clinical cases

EVALUATION
Written exam (50%)
Clinical cases (50%)

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

Nesta unidade programática pretende-se que os alunos aprendam sobre os conceitos de mecanismos da doença e como relacioná-los com a engenharia biomédica.

Por conseguinte, ao longo do semestre os alunos realizarão exercícios para consolidação dos conceitos ministrados nas aulas.

Estes exercícios versarão sobre a discussão e análise crítica de casos clínicos do ponto de vista da fisiologia e biofísica bem como do ponto de vista da utilização de ferramentas de engenharia biomédica.

Os exercícios poderão incluir uma aplicação mais prática de conhecimentos adquiridos previamente no curso, recorrendo por exemplo à utilização de ferramentas de software e/ou hardware para modelação de sistemas fisiológicos na doença e avaliação/classificação do estado de saúde/doença.

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

This syllabus is intended for students to learn about the concepts of disease mechanisms and how to relate them to biomedical engineering.

Therefore, throughout the semester students will perform exercises to consolidate the concepts taught in the lectures.

These exercises will deal with the discussion and critical analysis of clinical cases from the point of view of physiology and biophysics as well as from the point of view of using biomedical engineering tools.

The exercises may include a more practical application of knowledge acquired previously in the course, for example using software and hardware tools for modeling physiological systems in disease and assessing/classifying health/disease status.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Pathophysiology of Disease An Introduction to Clinical Medicine", Stephen J. McPhee e William F. Ganong (Eds), Lange Medical Books|McGraw-Hill.

Clinical Medicine", Parveen Kumar and Michael Clark (Eds), Saunders|Elsevier.

"Fisiopatologia - Fundamentos e Aplicações (2ª Ed.)", Anabela Mota Pinto (Ed), Lidel.

Outros Elementos de Estudo: Medscape, <http://emedicine.medscape.com>

Mapa IV - Dispositivos Médicos I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dispositivos Médicos I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Medical Devices I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEB

4.4.1.3. Duração:*Semestral/One Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:21; PL:21***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Pedro Almeida T:21; PL:21***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A - Identificar e descrever os princípios de funcionamento de equipamentos médicos e as suas principais utilizações.**B – Adquirir conhecimento aprofundado sobre o funcionamento e aplicações dos principais equipamentos médicos em utilização nos nossos dias.**C - Complementar os tópicos abordados na unidade curricular Física Médica e Engenharia Biomédica.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A - Identify and describe the operating principles of medical equipment and their main uses.**B - Acquire in-depth knowledge of the operation and application of major medical equipment in use today.**C - Complement the topics covered in the course Medical Physics and Biomedical Engineering.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Sistemas de Imagem. Tomografia de Impedância Eléctrica. Imagem por Infravermelhos.**2 - Aplicações da realidade virtual à medicina.**3 - Sensores Biomédicos. Eléctricos, Ópticos, Químicos, Bioanalíticos**4 - Instrumentação e Equipamentos. Pacemakers, Desfibriladores, Neuroestimuladores, Ventiladores externos, Anestesia, Electrocirurgia, Cateteres, Sistemas de alimentação parentérica, LASERS.***4.4.5. Syllabus:***1. Imaging Systems. Electrical Impedance Tomography Infrared Imaging.**2 - Applications of virtual reality to medicine.**3 - Biomedical Sensors. Electric, Optical, Chemicals, Bioanalytical**4 - Instrumentation and Equipment. Pacemakers, Defibrillators, Neurostimulators, External Ventilators, Anesthesia, Electrosurgery, Catheters, Parenteral Feeding Systems, LASERS.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os tópicos abordados permitem ao aluno complementar a sua formação em equipamentos médicos com a que é ministrada na unidade de Física Médica e Engenharia Biomédica, em particular ao nível dos sistemas de imagem.**A abordagem de temas como sensores biomédicos e equipamentos de suporte de vida completam a formação que cobre os mais importantes equipamentos médicos da actualidade.*

Tópicos ainda em investigação são abordados na UC opcional Diagnóstico e Terapia com Radiação e Protões.

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

The topics covered allow the student to complement their training in medical equipment with that taught in the unit of Medical Physics and Biomedical Engineering, particularly at the level of imaging systems.

Addressing topics such as biomedical sensors and life support equipment complete the training that covers today's most important medical equipment.

Topics still under investigation are covered in the optional UC Diagnosis and Therapy with Radiation and Protons.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Expositiva, baseado em bibliografia aconselhada e utilizando recursos Powerpoint e Moodle. Será fomentada a interação com os alunos e a sua participação nas aulas.

PRÁCTICA LABORATORIAL

Conceptualização de um dispositivo médico à escolha dos alunos (grupos de 3), tendo em vista a resolução de uma questão prática e o processo de "Design Thinking". Será feito um acompanhamento personalizado de cada grupo e encontrados interlocutores adequados fora da FCUL sempre que necessário (em hospitais, empresas, etc). Este exercício prático engloba-se num trabalho de índole mais geral, a continuar na UC Dispositivos Médicos II.

AValiação

1. Testes de avaliação (50% da nota final).

2. Exame final (50% da nota final) dispensando do exame quem tiver aproveitamento em ambos os testes (Nota maior ou igual a 9,5 valores).

A aprovação na disciplina só será obtida se ocorrer simultaneamente na componente teórica e teórico-prática (50% T e 50% Prática).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL

Expositive, based on recommended bibliography and using Powerpoint and Moodle resources. Interaction with students and their participation in classes will be encouraged.

LABORATORY PRACTICE

Conceptualization of a medical device of the students' choice (groups of 3), in order to solve a practical question and the process of "Design Thinking". A personalized follow-up of each group will be made and appropriate interlocutors will be found outside FCUL whenever necessary (in hospitals, companies, etc.). This practical exercise is part of a more general work to be continued at UC Medical Devices II.

EVALUATION

1. Assessment tests (50% of the final grade).

2. Final exam (50% of the final grade) exempting from the exam those who have passed both tests (Grade greater than or equal to 9.5).

Approval in the course will only be obtained if it occurs simultaneously in the theoretical and theoretical-practical component (50% T and 50% Practical).

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

Os temas abordados na parte teórica da unidade são aprofundados na parte prática exigindo aos alunos que desenvolvam um trabalho sobre um equipamento médico. Os conhecimentos adquiridos tanto nesta unidade como nas que a precedem são assim colocados à prova.

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

The topics covered in the theoretical part of the unit are deepened in the practical part requiring students to develop work on medical equipment. The knowledge gained both in this unit and in the preceding unit is thus put to the test.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Medical Devices and Systems 3rd Edition Edited by J. Bronzino 2006 - Taylor & Francis CRC Press ISBN 0-8493-2122-0

The Medical Device and R&D Handbook -Theodore R. Kuclick 2006 - Taylor & Francis CRC Press ISBN 0-8493-2717-2

Elementos adicionais:

Cópias da exposições realizadas nas aulas teóricas (a posteriori).

Bibliografia para realização de um projecto teórico-prático.

Página WEB do curso.

Horário semanal para alunos, para esclarecimento de dúvidas relativamente a matéria que esteja a ser ou tenha sido dada, em qualquer das vertentes da disciplina

Mapa IV - Bioestatística**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Bioestatística***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Biostatistics***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CMAT***4.4.1.3. Duração:***Semestral/One Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:42; TP:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Marília Antunes T:21; TP:14***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Patrícia de Zea Bermudez T:21; TP:14***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A - Apresentar, de forma simples e acessível, metodologias estatísticas aplicadas à Engenharia Biomédica e Biofísica.**B - Aprofundar tópicos abordados em cursos anteriores como inferência estatística e modelos de regressão.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A - Present, in a simple and accessible way, statistical methodologies applied to Biomedical Engineering and Biophysics.**B - Deepen topics covered in previous courses such as statistical inference and regression models.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Introdução ao R - conceitos fundamentais.**2. Inferência Paramétrica para Populações Gaussianas e Grandes Amostras; Estimção pontual e intervalar; Testes de hipóteses.**3. Estatística Não-Paramétrica; Testes não-paramétricos vs. testes paramétricos: diferenças, vantagens e desvantagens; Testes para uma amostra; Testes para duas amostras; Testes para mais do que duas amostras; Coeficientes de correlação.**4. Correlação e Modelo de Regressão Linear Simples.**5. Modelo de Regressão Linear Múltipla; Equação do modelo linear múltiplo; Estimção e interpretação dos parâmetros do modelo; método de selecção de covariáveis; colinearidade; interacção; contrastes de variáveis dummy; métodos de diagnósticos (teste de hipóteses e análise de resíduos); predição.**6. Modelo Linear Generalizado; Aspectos gerais; Modelo de regressão logística.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to R - fundamental concepts.*

2. *Parametric Inference for Gaussian Populations and Large Samples; Point and interval estimation; Hypothesis tests.*

3. *Nonparametric Statistics; Nonparametric Tests vs. parametric tests: differences, advantages and disadvantages; Tests for a sample; Tests for two samples; Tests for more than two samples; Correlation coefficients.*

4. *Correlation and Simple Linear Regression Model.*

5. *Multiple Linear Regression Model; Multiple linear model equation; Estimation and interpretation of model parameters; covariate selection method; collinearity; interaction; dummy variable contrasts; diagnostic methods (hypothesis testing and residue analysis); prediction.*

6. *Generalized Linear Model; General aspects; Logistic regression model.*

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

O programa está de acordo com o carácter introdutório desta disciplina e com o propósito de dar algumas ferramentas de inferência paramétrica e não paramétrica e estimar e interpretar modelos de regressão linear e de regressão logística.

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

The program is consistent with the introductory character of this course and for the purpose of giving some parametric and nonparametric inference tools and estimating and interpreting linear regression and logistic regression models.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Exposição da matéria com recurso a projeção de slides e realização de alguns exercícios.

TEÓRICO-PRÁTICA

Resolução de exercícios em R.

AVALIAÇÃO

Exame final

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL

Presentation of the subject using slide projection and some exercises.

THEORETICAL-PRACTICAL

Resolution of exercises in R.

EVALUATION

Final exam

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

A metodologia seguida - exposição dos procedimentos complementada com a apresentação de exemplos e implementação exercícios práticos - visa dar a formação teórica e prática, que são os objectivos desta unidade curricular.

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

The methodology followed - exposition of the procedures complemented with the presentation of examples and implementation of practical exercises - aims to provide the theoretical and practical training, which are the objectives of this course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Daniel, W W. (2005). Biostatistics A Foundation For Analysis In The Health Sciences, 8th edition. John Wiley & Sons

Zar, J H. (1999). Biostatistical Analysis. Prentice Hall.

Weisberg, S. (2005). Applied Linear Regression. Wiley Series in Probability and Statistics

Fisher, L. D. and van Belle, G. (1993). Biostatistics, a Methodology for the Health Sciences. Wiley, New York.

Daniel, W.W. (1989). Applied nonparametric statistics, PWS-Kent.

Daniel, W W. (2005). Biostatistics A Foundation For Analysis In The Health Sciences, 8th edition. John Wiley & Sons.

Dobson, A. and Barnett, A. (2008). An Introduction to Generalized Linear Models, 3rd Edition, Chapman & Hall.

Faraway, J. Practical Regression and Anova using R (<http://cran.r-project.org/doc/contrib/Faraway-PRA.pdf>).

Dados e scripts disponíveis em <http://www.maths.bath.ac.uk/~jif23/LMR>

Fox, J and Weisberg, S (2019). An R Companion to Applied Regression, 3rd Edition. Sage Publications

Mapa IV - Bioeletricidade e Eletrofisiologia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Bioeletricidade e Eletrofisiologia***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Bioelectricity and Electrophysiology***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CEB***4.4.1.3. Duração:***Semestral/One Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; 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):***Pedro Cavaleiro Miranda T:28; TP:28***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A - Compreender os mecanismos de geração de potenciais de ação nos neurónios e a sua propagação.**B - Conhecer as formas de modelar matematicamente o potencial de membrana em neurónios.**C - Compreender os mecanismos eletrofisiológicos essenciais que explicam a geração de correntes elétricas no corpo humano.**D – Compreender conceitos de eletromagnetismo essenciais para explicar fenómenos bioelétricos.**E - Capacidade de resolver problemas de bioeletricidade, de forma analítica ou recorrendo a simulações numéricas.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A – Understanding the mechanisms of action potential generation and propagation**B – Knowing how to model mathematically the membrane potential of neurons**C – Understanding the electrophysiological mechanisms the generate currents in the human body**D – Understanding electromagnetism concepts needed to explain bioelectric phenomena**E – Ability to solve bioelectricity problems, either analytically or using numerical methods***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1 - Revisão dos circuitos RC.**2 - Potenciais bioelétricos. Canais iónicos. Potenciais de ação. Propagação dos potenciais de ação. Estimulação elétrica.**3 - Fontes e condutores volúmicos. Modelos de fontes. Análise de fontes e condutores volúmicos.*

4 - *Electroencefalografia.*

5 - *Resolução de problemas relativos a todos os temas abordados nas aulas teóricas.*

6 - *Implementação dum código que permite simular a resposta de um neurónio a um estímulo elétrico e de estudar as características dessa resposta.*

4.4.5. Syllabus:

1 - *Revision of RC circuits.*

2 - *Bioelectric potentials. Ion channels. Action potentials. Propagation of action potentials. Electrical stimulation.*

3 - *Sources and volume conductors. Source models. Analysis of sources and volume conductors.*

4 - *Electroencephalography.*

5 - *Problem solving related to all topics covered in lectures.*

6 - *Numerical simulation of the response of a neuron to an electrical stimulus and the study the characteristics of that response.*

7 - *Implementation of a code that allows to simulate the response of a neuron to an electrical stimulus and to study the characteristics of that response.*

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

Os conteúdos apresentados nas aulas teóricas estão fortemente relacionados com os objetivos definidos para a unidade curricular.

As aulas teóricas seguem referências bibliográficas bem estabelecidas na comunidade científica.

Garante-se que os alunos ficam preparados para se integrarem na investigação feita na área.

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

The contents presented in the lectures are strongly related to the objectives set for the course.

The lectures follow bibliographical references that are well-established in the scientific community.

Students will be ready to carry out research in this area.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Método "positivo-participativo" com o incentivo à participação dos alunos.

TEÓRICO-PRÁTICA

Resolução de fichas de problemas sobre as temáticas abordadas nas aulas teóricas.

AVALIAÇÃO

1º momento: trabalho de grupo feito durante o semestre na qual se propõe aos estudantes que implementem computacionalmente a resolução de um problema discutido nas aulas teóricas e escrevam um relatório.

2º momento: exame individual feito no fim do semestre.

O peso do relatório escrito na avaliação final é de 45%, enquanto o exame final tem um peso de 55% na nota final. A nota mínima em cada momento de avaliação é 9.5 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL

Lectures where students are encouraged to participate

THEORY-PRACTICE

Solving problem on the topics covered in lectures.

ASSESSMENT

434/5000

1st moment: group work done during the semester in which students implement computationally the resolution of a problem discussed in lectures and write a report.

2nd moment: individual exam at the end of the semester.

The weight of the written report in the final evaluation is 45%, while the final exam has a weight of 55%. The minimum grade in each evaluation moment is 9.5/20.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O método "expositivo-participativo" é adequado à apresentação dos conteúdos nas aulas teóricas, conteúdos esses cuja adequação aos objetivos propostos já foi efetuada.

As aulas teórico-práticas servem para aprofundar os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas, servindo também para fomentar o espírito analítico dos estudantes na resolução de problemas relacionados com as temáticas abordadas.

A elaboração do trabalho computacional de grupo prende-se com o objetivo de familiarizar os alunos com simulações numéricas.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Lectures are a suitable method to present the contents, which are adequate to the proposed objectives.

The theoretical-practical classes serve to deepen the knowledge acquired in the theoretical classes, and to foster the analytical spirit of students in solving problems related to the topics addressed.

The elaboration of the computational project is aimed at familiarizing the students with numerical simulations

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bioelectricity, a quantitative approach, R Plonsey, R C Barr, 3rd ed., 2007, Springer.

Bioelectromagnetism, J Malmivuo, R Plonsey, 1995, OUP. Disponível em <http://www.bem.fi/>

Electromagnetic fields and waves, P Lorrain, D R Corson, F Lorrain, 3rd ed., 1988.

Electromagnetic fields and energy, H Haus, J Melcher, 1989, Prentice Hall. Disponível em http://web.mit.edu/6.013_book/www

Mapa IV - Aprendizagem Automática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Aprendizagem Automática

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Machine Learning

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
CEI

4.4.1.3. Duração:
Semestral/One Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168

4.4.1.5. Horas de contacto:
T:28; TP:21

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Sara Alexandra Cordeiro Madeira T:28; TP:21

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A unidade curricular oferece formação nos fundamentos da aprendizagem automática.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The course offers training in the fundamentals of machine learning.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Fundamentos de aprendizagem automática;*
2. *Aprendizagem de conceitos;*
3. *Modelos em árvore: árvores de decisão;*
4. *Modelos com regras: listas de regras, conjuntos de regras;*
5. *Modelos lineares: regressão linear, percepção e backpropagation, introdução às support vector machines;*
6. *Modelos baseados em distância: classificação com k-nearest neighbours, agrupamento com K-means;*
7. *Modelos probabilísticos: naive Bayes;*
8. *Tópicos adicionais: criação e selecção de atributos; aprendizagem em dados desbalanceados; ensembles; etc*

4.4.5. Syllabus:

1. *Fundamentals of machine learning;*
2. *Concept learning;*
3. *Tree models: decision trees;*
4. *Models with rules: rule lists, rule sets;*
5. *Linear models: linear regression, perception and backpropagation, introduction to support vector machines;*
6. *Distance-based models: classification with k-nearest neighbors, grouping with K-means;*
7. *Probabilistic models: naive Bayes;*
8. *Additional topics: creation and selection of attributes; learning from unbalanced data; ensembles; etc*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*Os conteúdos apresentados nas aulas teóricas estão fortemente relacionados com os objetivos definidos para a unidade curricular.**As aulas teóricas seguem referências bibliográficas bem estabelecidas na comunidade científica e complementam-nas com o recurso a artigos científicos de referência.**Garante-se que os alunos ficam preparados para se integrarem na investigação feita na área.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The contents presented in the lectures are strongly related to the objectives set for the course.**The lectures follow well-established bibliographical references in the scientific community and complement them with the use of reference scientific articles.**It is ensured that students are prepared to integrate into research done in the area.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):****TEÓRICA***Aulas de exposição da matéria.***TEÓRICO-PRÁTICA***Aulas de resolução de exercícios e/ou laboratoriais.***AVALIAÇÃO***Avaliação contínua - projecto(s) + exame.***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):****THEORETICAL***Classes of exposure of the subject.***THEORETICAL-PRACTICAL***Exercise and / or laboratory resolution classes.***EVALUATION***Continuous assessment - project (s) + exam.***4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

As opções feitas ao nível da leccionação e avaliação adequam-se a unidades curriculares do 2º ciclo, privilegiando a iniciativa dos alunos, quer nas aulas quer nos projectos. As aulas teóricas apresentam os conceitos principais, sendo complementadas por aulas-teórico práticas e/ou prático-laboratoriais.

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

The choices made at the level of teaching and assessment are suitable for 2nd cycle curricular units, favoring the initiative of students, both in class and in projects. The theoretical classes present the main concepts, being complemented by practical and/or practical laboratory classes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. P. Flach, "Machine Learning", CUP, 2012
2. C. Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer, 2006
3. T. Hastie et al., "The Elements of Statistical Learning", Springer, 2009

Mapa IV - Dispositivos Médicos II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dispositivos Médicos II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Medical Devices II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEB

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One 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 Miguel de Pinto Lobo e Matela 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):

A - Identificar e descrever os principais aspectos relacionados com a criação (projeto), avaliação e regulamentação de dispositivos médicos recorrendo, em particular a padrões internacionais.

B - Identificar os principais atores de regulação do mercado de dispositivos médicos.

C – Obter uma noção crítica sobre os modos de protecção da propriedade intelectual no contexto do dispositivo médico.

D - Identificar aspectos críticos relacionados com a fiabilidade de dispositivos médicos e sua aplicação em contexto clínico.

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

A - Identify and describe the main aspects related to the design, evaluation and regulation of medical devices using international standards.

B - Identify the main players in the regulation of the medical devices market.

C - Obtain a critical understanding of the modes of intellectual property protection in the context of medical devices.

D - Identify critical aspects related to the reliability of medical devices and its application in clinical context.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 - Fiabilidade de Dispositivos Médicos.

2 - Regulamentação e padrões.

3 - Princípios da especificação e desenho de um dispositivo médico.

4 - Tópicos sobre teste e análise de dispositivos médicos.

5 - Controlo dos processos de produção e de manutenção de dispositivos médicos.

6 - Protecção da Propriedade Intelectual.

4.4.5. Syllabus:

1 - Reliability of Medical devices.

2 - Regulation and standards.

3 - Principles of specification and design of medical devices.

4 - Topics on testing and analysis of medical devices.

5 - Control of the production and maintenance processes of medical devices.

6 - Protection of Intellectual Property

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

A descrição dos principais reguladores de equipamentos médicos e da sua ação permitem obter formação sobre como interagir com o meio quando surge a necessidade de licenciar um equipamento.

As noções de fiabilidade e proteção industrial de um equipamento permitem ao aluno ter um todo coerente que lhe dá a possibilidade de criar e iniciar o processo de colocação no mercado de uma das ideias que possa vir a ter no decorrer do curso.

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

The description of the main regulators of medical equipment and their action allows for training on how to interact with the environment when the need to license equipment arises.

The notions of reliability and industrial protection of a piece of equipment allow the student to have a coherent whole that allows him to create and start the process of marketing one of the ideas he may come up with during the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Sessões expositivas com slides

PRÁTICA LABORATORIAL

Acompanhamento dos projetos. Visitas a instalações clínicas, instalações de indústria na área da saúde, laboratórios de investigação com tecnologia de ponta no domínio da engenharia biomédica e biofísica, e empresas start-up no domínio das ciências da vida.

AVALIAÇÃO

Avaliação Periódica: Dois testes a realizar durante o semestre (cada corresponde a 15% da nota final). Apresentação relatório final sobre o processo de certificação e inserção no mercado de um equipamento médico (70% da nota final). O aluno deverá obter avaliação positiva simultaneamente na média dos dois testes e no relatório para obter aprovação.

Avaliação Final: dois testes durante o semestre ou um exame a realizar no fim do semestre, com nota mínima de 10 valores, que substitui os dois testes. Um trabalho de grupo realizado por grupos de 3 alunos. A apresentação deste relatório terá uma componente escrita e oral (50%-50%), esta última com 15 minutos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL*Expositive lectures with slide projection***LABORATORY***Project monitoring. Visits to clinical facilities, healthcare industry facilities, state-of-the-art research laboratories in the field of biomedical and biophysical engineering, and start-up companies in the life sciences field.***ASSESSMENT***Two tests during the semester or an exam to be held at the end of the semester, with a minimum grade of 10, which replaces both tests. A group project to be done by groups of 3 students. The presentation of this report will have a written and oral component (50% -50%), the latter with 15 minutes.***4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os temas abordados na parte teórica da unidade são aprofundados na parte prática exigindo aos alunos que desenvolvam um trabalho sobre a protecção intelectual e a certificação de um equipamento médico com vista à sua colocação no mercado, de modo a integrar os conhecimentos adquiridos até ao momento no processo formativo.***4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:***The topics covered in the theoretical part of the unit are deepened in the practical part requiring students to work on intellectual protection and certification of medical equipment with a view to placing it on the market, in order to integrate the knowledge acquired during course.***4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:***Reliable Design of Medical Devices 3rd Edition Richard Fries 2017 Taylor & Francis CRC Press ISBN 0- 9781138075191**Elementos adicionais:**Cópias das exposições realizadas nas aulas teóricas (a posteriori).**Bibliografia para realização de um projecto teórico-prático.**Página WEB do curso.**Horário semanal para alunos, para esclarecimento de dúvidas relativamente a matéria que esteja a ser ou tenha sido dada, em qualquer das vertentes da disciplina***Mapa IV - Modelação e Simulação em Medicina****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Modelação e Simulação em Medicina***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Modeling and Simulation in Medicine***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CEB***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:21***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Raquel Cruz da Conceição T:28; PL:21*

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

<sem resposta>

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

A - Dar aos alunos um conhecimento de nível introdutório às metodologias disponíveis para modelar e simular sistemas biológicos e a sua aplicação em Medicina.

B - Identificar a utilidade da modelação e simulação de fenómenos fisiológicos. Identificar os principais tipos de modelos possíveis, suas vantagens e limitações.

C - Distinguir da aplicabilidade de modelos determinísticos e estocásticos.

D - Utilizar métodos simples de identificação de parâmetros de modelos.

E – Aplicação de modelos de aprendizagem automática

F - Conhecer as regras básicas de funcionamento e utilização de códigos de simulação de Monte Carlo e operacionalizar os conceitos em exemplos práticos utilizando MATLAB.

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

A - This course aims to give students an introductory level knowledge about the methodologies available to modelling and simulating biological systems and their application in medicine.

B – Identifying the usefulness of modeling and simulation of physiological phenomena. Identifying the main types of possible models, their advantages and limitations.

C – Distinguishing between the applicability of deterministic and stochastic models.

D – Using simple methods of identification of model parameters.

E- Application of machine learning models

F – Know the basic rules of operation and use of codes of Monte Carlo simulation. Operationalize these concepts using practical examples and MATLAB.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 - Complexidade fisiológica e necessidade da utilização de modelos. Modelos e o processo de modelação. O que é um modelo? Porquê utilizar modelos? Como modelar? O processo de criação de modelos. Formulação de modelos e Validação.

2 - As bases da modelação de dados. Porquê e quando modelar os dados. Alternativas à modelação dos dados. Modelação de uma única variável que ocorre espontaneamente. Modelação de uma única variável sujeita a perturbações. Modelação de duas variáveis correlacionadas. Modelação de sinais de controlo.

3 - Resposta impulsional e desconvolução. Modelos estáticos. Modelos lineares. Modelos distribuídos. Modelos não-lineares. Modelos para processos que variam no tempo. Modelos estocásticos. Identificação de modelos. Estimação de parâmetros. Identificabilidade de modelos.

4 - Erros. O problema directo. Validação dos métodos de modelação. Boas práticas e boa modelação. Exemplos.

5 – Modelação de modelos fisiológicos com algoritmos de aprendizagem automática.

4.4.5. Syllabus:

1. Physiological complexity and necessity of using different models. Models and the modeling process. What is a model? Why use models? How to model? The process of creating models. Formulation of models. Validation.

2. The foundations of data modeling. Why and when to model data. Modeling of a single variable that occurs spontaneously. Modeling of a single variable subject to small changes. Modeling of two correlated variables. Modeling control signals.

3. Impulse response and deconvolution. Static models. Linear models. Distributed models. Nonlinear models. Models for processes that vary over time. Stochastic models. Identification of models. Parameter estimation. Model identification.

4. Errors. The direct problem. Modeling validation Good practices and modeling. Examples.

5. Machine learning modelling of physiological models. Examples with decision trees, support vector machines and perceptron.

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

Os conteúdos programáticos definidos permitirão aos alunos adquirir um conhecimento fundamentado sobre metodologias de modelação e simulação, bem como uma experiência de programação em modelação de sistemas que certamente será importante nas suas carreiras profissionais.

Os conteúdos programáticos abordados, permitirão também uma melhor compreensão de unidades curriculares posteriores como fisiologia humana ou nanotecnologias, robótica, prótesica e medicina regenerativa.

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

Defined syllabus will allow students to gain grounded knowledge of modeling and simulation methodologies, as well as a programming experience in system modeling that will surely be important in their professional careers.

The syllabus covered will also allow a better understanding of later curricular units such as human physiology or nanotechnology, robotics, prosthetics and regenerative medicine.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Sessões expositivas com exemplos de modelos seleccionados de processos fisiológicos e medicina.

PRÁCTICA LABORATORIAL

Exploração, pelos alunos, de um modelo fisiológico, com a ajuda do professor, através de uma pesquisa adequada da bibliografia. Este modelo é então codificado em MATLAB e testado de acordo com a hipótese adiantadas pelos alunos.

AVALIAÇÃO

1. Dois testes de avaliação a realizar durante o semestre (70% da nota final). Os alunos com nota mínima de 10 valores em cada um dos testes podem dispensar da realização de exame.

2. Avaliação do programa de simulação desenvolvido em Matlab, respectiva apresentação e relatório (30% da nota final).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL

In the theoretical part of the unit, the lecturer exposes and demonstrates selected topics on the principles of physiological and medical modeling.

LABORATORY

The students select a physiological model with the help of the lecturer, through an adequate bibliography search. This model is then implemented in MATLAB and put to work according to hypothesis defined by the students taking into account lectures held and the course bibliography.

ASSESSMENT

1. Two evaluation tests during the semester (70% of the final course mark). Students do not need to take a final examination unless they are graded 10/20 or less in each one of the tests.

2. Evaluation of the simulation program built during the practical part of the unit, plus presentation of the program and its report (30% of the final mark).

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

Para além do tradicional ensino teórico expositivo e de interação pessoal nas aulas teórico-práticas, procura-se nesta disciplina incentivar a pesquisa e estudo pessoal dos alunos através da implementação de um modelo fisiológico, tendo como base artigos científicos.

Uma parte substancial da avaliação é realizada tendo por base este trabalho. Procura-se desta forma incentivar a investigação pessoal sobre os temas desenvolvidos nas aulas.

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

Beyond the classical theoretical classes and personal interaction in the theoretical-practical classes, this course aims to foster research and study by implementation of a physiological model, based on journal papers.

A substantial part of the assessment is based on the development of this project. The lecturer will encourage individual research on the themes covered in the classroom.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Claudio Cobelli and Ewart Carson, "Introduction to Modeling in Physiology and Medicine" Academic Press Series in Biomedical Engineering, 2007, ISBN:9780121602406

Monte Carlo Methods, Malvin H. Kalos e Paula A. Whitlock, John Wiley & Sons, 2008, ISBN: 978-3-527-40760-6.

Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data, Peter Flach, Cambridge University Press, 2013, ISBN: 978-1107096394

Cópias dos diapositivos apresentados nas aulas/Slides presented in the classroom.

Mapa IV - Dissertação/Estágio em Engenharia Biomédica e Biofísica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Dissertação/Estágio em Engenharia Biomédica e Biofísica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Dissertation/Internship in Biomedical Engineering and Biophysics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEB

4.4.1.3. Duração:

Anual/Annual

4.4.1.4. Horas de trabalho:

1344

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:42

4.4.1.6. ECTS:

48

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 Alexandre Teixeira Duarte Ferreira OT:42

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

Vários docentes envolvidos (orientadores).

Several teachers involved (supervisors)

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

A - Desenvolvimento de um trabalho científico ou estágio de qualidade, em ambiente de laboratório de investigação ou empresarial, compatível com a área científica principal do mestrado, e que represente um corolário da formação do aluno durante o mestrado.

B – Elaboração de documentos científicos, de engenharia e/ou relatórios de investigação, bem como prática de apresentação e defesa oral de ideias e resultados.

C – Preparar o aluno para os desafios futuros, com autonomia e responsabilidade, em ambiente de projeto científico ou inserido numa empresa.

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

A - Development of a quality scientific work or internship, in a research or business laboratory environment, compatible with the master's main scientific area, and which represents a corollary of the student's training during the master's degree.

B - Preparation of scientific documents, engineering and/or research reports, as well as practice of presentation and oral defense of ideas and results.

C - Prepare the student for future challenges, with autonomy and responsibility, in a environment of a scientific project or inserted in a company.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O conteúdo programático dependerá do tópico científico principal do projeto escolhido pelo aluno. Não há programa pré-definido.

4.4.5. Syllabus:

The syllabus will depend on the main scientific topic of the project chosen by the student. There is no predefined program.

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

Pretende-se que os alunos adquiram capacidade de trabalho autónomo, de aprendizagem de conhecimentos técnicos e científicos específicos do tópico de investigação, de pesquisar a literatura e o mercado sobre o estado actual da técnica e ainda de apresentar e comunicar criticamente o seu relatório e dissertação. Para tal, é dada grande liberdade ao aluno para escolher as suas fontes de informação e métodos de aprendizagem e trabalho, apoiados por orientações transmitidas pelos docentes e orientadores dos projetos de investigação.

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

It is intended that students acquire autonomous working skills, learning technical and scientific knowledge specific to the research topic, research the literature and the market on the current state of the art and also to present and critically communicate their report and dissertation. To this end, the student is given great freedom to choose his or her sources of information and learning and working methods, supported by guidance from teachers and research project advisors.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

1º momento: um relatório intermédio, e sua apresentação oral, a ocorrer no final do 1º Semestre. Avaliação da definição, preparação e planeamento do trabalho a desenvolver para a dissertação/estágio de Mestrado em Engenharia Biomédica e Biofísica, com um peso total de 10% da nota final. A avaliação é realizada pelo Coordenador e por membros da equipa de Coordenação e da Comissão Científica do Ciclo de Estudos

2º momento: Elaboração de uma dissertação ou relatório de estágio, de acordo com as regras institucionais, e sua defesa em provas públicas perante um júri constituído nos termos no Regulamento de Estudos de pós-graduação da FCUL. Corresponde a 90% da nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

1st moment: an intermediate report, and its oral presentation, to take place at the end of the 1st Semester. Evaluation of the definition, preparation and planning of the work to be developed for the Master dissertation in Biomedical Engineering and Biophysics, with a total weight of 10% of the final grade. The evaluation is carried out by the Coordinator and members of the Coordination team and the Scientific Committee of the Study Cycle.

2nd moment: Preparation of a dissertation or internship report, according to the institutional rules, and its defense in public exams before a jury established under the FCUL Postgraduate Studies Regulation. It corresponds to 90% of the final grade.

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

Está em causa o trabalho individual do estudante, em interação frequente com um orientador (e porventura, nalguns casos, com um co-orientador), e que incluirá esforço na componente teórica, em actividades de projecto, de modelação e simulação, análise e processamento de dados, e porventura, na maior parte dos casos, de um trabalho laboratorial para constituição de protótipos e/ou provas de conceito, no domínio da engenharia biomédica e biofísica.

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

This concerns the individual work of the student, in frequent interaction with a supervisor (and perhaps in some cases with a co-supervisor), which will include effort in the theoretical component, in design, modeling and simulation activities, data processing and analysis and perhaps in most cases, a laboratory work for prototyping and/or proof of concept in the field of biomedical and biophysical engineering.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Variada, depende do tema, e será indicada pelo orientador.

Mapa IV - Neurociências e Neuromodelação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Neurociências e Neuromodelação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Neurosciences and Neuromodelling

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEB

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Alexandre Andrade T:28; TP:28

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

<sem resposta>

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

Aprendizagem dos princípios básicos das neurociências, incluindo anatomia, fisiologia, cognição, mecanismo patológicos, métodos de aquisição e tratamento de sinais neuronais.

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

Learning of the basic principles of neurosciences, including anatomy, physiology, cognition, pathological mechanisms, methods for the acquisition and processing of neural signals.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Apresentação. Anatomia do sistema nervoso, nomenclatura, vocabulário.

Ferramentas informáticas das neurociências. Nervos cranianos, vasculatura.

O neurónio, sinalização neuronal, neurotransmissores, plasticidade.

Principais sub-sistemas do sistema nervoso: visão, audição, sistema somatossensorial, nociceção.

Funções complexas: associação, linguagem, emoções, memória.

Patologia do sistema nervoso.

Controlo voluntário do movimento.

Neuropsicologia.

Modelos do funcionamento neuronal. Redes neuronais artificiais, simulação computacional da atividade neuronal. Métodos computacionais de análise de sinais e imagens cerebrais.

Aplicação de modalidades imagiológicas às neurociências: ressonância magnética, PET, eletroencefalografia.

4.4.5. Syllabus:

Presentation. Anatomy, nomenclature, and vocabulary related to the nervous system.

Computing tools for neurosciences. Cranial nerves, vasculature.

The neuron, neuronal signaling, neurotransmitters, plasticity.

Main subsystems of the nervous system: vision, hearing, somatosensory system, nociception.

Complex functions: association, language, emotions, memory.

Pathology of the nervous system.

Voluntary control of movement.

Neuropsychology.

Models of neuronal functioning. Artificial neural networks, computer simulation of neuronal activity. Computational methods of brain signal and image analysis.

Application of imaging modalities to neurosciences: magnetic resonance imaging, PET, electroencephalography.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos são aqueles cuja aprendizagem é apresentada como o objetivo desta unidade curricular.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus matches the topics laid out in the "Goals" section.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA
Expositivas

TEÓRICO-PRÁTICA
Discussão de casos clínicos, atividades práticas, seminários dados por especialistas. Discussão dos projetos.

AVALIAÇÃO
Testes intercalares (50%) e projeto em grupo (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL
Lectures

THEORY-PRACTICE
Discussion of clinical cases, practical activities, seminars.

ASSESSMENT
Written tests (50%), team project (50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A aprendizagem de um sistema tão complexo como o sistema nervoso humano exige um equilíbrio entre aulas expositivas e atividades complementares de forma a evitar uma saturação de informação e proporcionar aos alunos uma perspetiva das diferentes facetas das neurociências. O recurso a seminários dados por elementos externos permite complementar a formação dos alunos e transmitir-lhes uma ideia da enorme diversidade das Neurociências.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
To achieve the stated goals, and due to the complexity of the human nervous system, a balance between lectures and other activities has to be reached, to avoid an overload of information and give the students a grasp of the diverse aspects of Neurosciences. Seminars from experts will allow to complement student training.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Neuroscience 3rd Edition – Purves, Augustine, Fitzpatrick, Hall, LaMantia, McNamara & Williams; Sinauer (2004)*
- *Neurociências – Ana Cristina Rego, Carlos B. Duarte, Catarina R. Oliveira; Lidel (2017)*

Mapa IV - Dosimetria e Proteção Radiológica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Dosimetria e Proteção Radiológica

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Dosimetry and Radiological Protection

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
CEB

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:*Opção***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luis Filipe Dos Santos Garcia Peralta 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):***Pretende-se dar um panorâmica actual do estado da dosimetria e da protecção radiológica. Pretende-se que os alunos ganhem competências teóricas e práticas ao nível da dosimetria pessoal e de área e que entrem em contacto com alguns dos equipamentos usados neste campo.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***It is intended to give an overview of the current state of dosimetry and radiation protection. It is intended that students gain theoretical and practical skills to the level of personal dosimetry and area and get into contact with some of the equipment used in this field.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Deposição de energia na matéria por radiações ionizantes.*
2. *Introdução à simulação Monte Carlo. Transporte da radiação ionizante.*
3. *Grandezas fundamentais em dosimetria.*
4. *Teoria da cavidade.*
5. *Métodos dosimétricos.*
6. *Dosimetria e radioprotecção.*
7. *Protecção radiológica e limites de exposição.*
8. *Efeitos químicos e biológicos da radiação.*
9. *Legislação.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Energy deposition in matter by ionizing radiation.*
2. *Introduction to Monte Carlo simulation. Transport of ionizing radiation.*
3. *Fundamental quantities in dosimetry.*
4. *Theory of the cavity.*
5. *Dosimetric methods*
6. *Dosimetry and radiation protection.*
7. *Radiation protection and exposure limits.*
8. *Chemical and biological effects of radiation.*
9. *Legislation.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*Esta disciplina abarca um vasto leque de matérias que vão da interacção e deposição de energia da radiação na matéria, à radioprotecção humana e efeitos biológicos da radiação. No que diz respeito à dosimetria são abordados os seus conceitos fundamentais e a relação existente entre as diversas grandezas. É discutida a teoria da cavidade, essencial para a compreensão do funcionamento dos dosímetros considerados "pequenos". Os diversos métodos dosimétricos são discutidos, tendo os alunos a oportunidade de entrar em contacto com vários deles nas aulas práticas de laboratório. O método de simulação Monte Carlo, reconhecidamente considerado uma ferramenta essencial para a dosimetria moderna é estudado e aplicado em diversas situações práticas. Durante as aulas práticas os alunos têm a oportunidade de trabalhar com diversos equipamentos utilizados na prática clínica e em situações de protecção radiológica.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***This course covers a wide range of subjects ranging from the interaction and deposition of radiation energy in matter, to the radiation protection of humans and biological effects of radiation. With regard to dosimetry the course deals with fundamental concepts and the relationship between the various quantities. We discuss the theory of cavity, which*

is essential for understanding the functioning of dosimeters considered "small." Different dosimetric methods are discussed, and students have the opportunity to get in touch with several of them in the classroom laboratory practice. The Monte Carlo simulation method, considered to be an essential tool for modern dosimetry is studied and applied in many practical situations. During practical classes students have the opportunity to work with various equipments used in clinical practice and in situations of radiological protection.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas. Resolução de exercícios através da plataforma Moodle. Aulas de laboratório de computação. Aulas de laboratório experimental. Resolução de exercícios. Relatórios das actividades laboratoriais (40%). Resolução de exercícios (20%). Exame final (40%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes. Exercise resolution at Moodle. Computation laboratory. Experimental laboratory. Exercises. Reports of laboratory activities (40%). Solving exercises (20%). Final exam (40%).

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

Este curso integra uma forte componente laboratorial de dosimetria onde são abordados diversos aspectos desenvolvidos nas aulas teóricas. São também desenvolvidos trabalhos de simulação Monte Carlo, uma técnica fundamental na dosimetria moderna. Os alunos entram em contacto com os diversos métodos de medida de dose e realização trabalhos práticos de projecto de barreiras de protecção contra radiações. Durante o curso os alunos são solicitados para a resolução de diversos problemas práticos e teóricos, sendo activamente exploradas as novas funcionalidades de aprendizagem através de e-learning usando a plataforma Moodle.

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

This course includes a strong experimental dosimetry component which addresses various aspects developed in the lectures. Simulation work with Monte Carlo, a fundamental technique in modern dosimetry is also developed. Students come into contact with several methods for measuring dose and the practical implementation of proposed radiation protection barriers. During the course the students are asked to solve many practical and theoretical problems and the new features of e-learning using Moodle are explored.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J. R. Greening, Fundamentals of Radiation Dosimetry, 2a ed. Taylor and Francis, 1985. J. E. Turner, Atoms, Radiation, and Radiation Protection, 2a ed. John Wiley 1995. Radiation Oncology: A handbook for Teachers and Students, E.B. Podgorsak Technical Editor, IAEA, Viena 2005. J. Martin, Physics for Radiation Protection (2006). Frank H. Attix, Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, John Wiley, 1986. H.E. Johns and J.R. Cunningham, The Physics of Radiology, 4a ed. Charles C. Thomas, 1983.

Mapa IV - Diagnóstico e Terapia com Radiações e Protões

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Diagnóstico e Terapia com Radiações e Protões

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Diagnosis and Therapy with Radiation and Protons

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEB

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:42

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção

4.4.1.7. Observations:*Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Nuno Miguel de Pinto Lobo e Matela T:42***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A - Esta Unidade curricular tem como objectivo dar aos alunos um conhecimento geral sobre o desenvolvimento de novas tecnologias de diagnóstico e de terapêutica que utilizam radiação ionizante e não ionizante. Serão focados exemplos de desenvolvimentos recentes com potencial importante de aplicação à saúde humana.**B - Todos os temas serão introduzidos de modo a promover uma avaliação crítica das vantagens e desvantagens da sua aplicação, fomentando o debate com os alunos.**C - Pretende-se que os alunos tenham contacto com os avanços científicos mais recentes neste domínio. Sempre que possível serão convidados especialistas em áreas emergentes da tecnologia.**D - A parte prática deste curso tem como objectivo familiarizar os alunos com o processo de procura e análise (se bem que simplificada) de patentes sobre novas tecnologias, complementando unidades curriculares anteriores a esta.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A - This course aims to give students a general knowledge about the development of new technologies for diagnosis and therapy using ionizing and non-ionizing radiation. Examples of recent developments with significant potential for application to human health will be addressed.**B - All topics will be introduced to promote a critical evaluation its advantages and disadvantages, stimulating the participation of students.**C - Students are expected to be exposed to the latest scientific advances in this field. Recognized specialists in some of these emerging areas will be invited to present their research to students.**D - The practical part of this course aims to familiarize students with the process of search and analysis (albeit simplified) of patents on new technologies. By doing this we intend to complement curriculum units which the students should have already completed.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Esta unidade curricular sofrerá alterações curriculares todos os anos, de modo a que se mantenha actual e em linha com os desenvolvimentos tecnológicos mais recentes. No primeiro ano lectivo em que estiver em funcionamento serão focadas os seguintes tópicos:*

- 1. Novas Tecnologias em Tomografia com Raios-X*
- 2. Sistemas híbridos Ressonância Magnética/PET*
- 3. Radiomics*
- 4. Avanços recentes em Radioterapia convencional*
- 5. Instrumentação de radioterapia de protões*
- 6. Determinação do alcance do protões em radioterapia com protões*
- 7. Sistemas de monitorização em terapia com protões*
- 8. Modelos cinéticos em diagnóstico com PET*
- 9. Sistemas de imagem utilizando ondas de Radar de Banda Ultra Larga.*
- 10. Bases de dados de patentes*

4.4.5. Syllabus:*This course curriculum will change every year, so that it remains current and in line with the latest technological developments in the field of medical technology. Next year we will be focusing on the following topics:*

- 1. New Technologies in X-Ray CT scans.*
- 2. Hybrid MRI/PET technologies.*
- 3. Radiomics*
- 4. Recent developments in convention radiotherapy*
- 5. Proton therapy instrumentation*
- 6. Proton range in proton therapy*
- 7. Monitoring systems in proton therapy*
- 8. Kinetic models in PET diagnosis*
- 9. Imaging systems using Ultra Wide Band radar waves.*
- 10. Patents databases*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*Os conteúdos programáticos da unidade são diversificados e focam temas de ponta. São por isso susceptíveis de gerar debate e de confrontar os alunos com as incertezas próprias do desenvolvimento tecnológico em Engenharia Biomédica. A possibilidade de falar com especialistas de algumas áreas poderá permitir aos alunos colocar questões*

de detalhe e obter informação muito actual. Para além disso, a pesquisa em patentes permitirá perceber o que se passa no meio envolvente e antever algumas das tendências tecnológicas para os anos seguintes.

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

The syllabus of the unit is diverse and addresses state-of-the-art topics. These topics are therefore likely to generate debate confronting students with the uncertainties of that are typical to technological development in Biomedical Engineering. The possibility of talking to experts in some fields of this technologies may allow students to ask detailed questions and get up-to-date information. In addition, research on patents will allow the students to understand what is happening in the world and to make an appraisal about the technological trends in biomedical engineering for the following years.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

O ensino será feito mediante a apresentação de aulas temáticas, versando temas relativos a novas tecnologias de Engenharia Biomédica. Sempre que possível, recorreremos a especialistas dos temas em questão para proferir seminários.

AVALIAÇÃO

A avaliação da Unidade Curricular consistirá: Resolução de problemas sobre os tópicos expostos ou apresentação de resumos dos seminários com carácter semanal, utilizando a plataforma Moodle (50%). Avaliação do trabalho escrito sobre patentes e sua apresentação oral (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL

The teaching will be done by presenting thematic classes on subjects relating to new technologies in Biomedical Engineering. Whenever possible, we will invite experts on these subjects to present thematic seminars to students.

ASSESSMENT

The students will be evaluated by: Answering weekly questions about the topics discussed in class or presenting summaries of the seminars using Moodle (50%). A written work (paper) on patents and its oral presentation (50%).

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

O método de ensino é expositivo e utiliza interação com os alunos nas aulas teóricas. Durante esta interação, os alunos serão solicitados a emitir a sua opinião sobre as tecnologias descritas. Adicionalmente, os alunos deverão pesquisar bibliografia adequada tanto para melhor compreender a parte teórica como para realizar eficazmente a parte teórico-prática da unidade.

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

The teaching method explains the basic principles of the technologies being discussed and the interaction with students during lectures. This interaction will allow students to give their critical appraisal on the the technologies described. Additionally, students should search adequate bibliography in order to better understand the theoretical topics and to effectively carry out the theoretical and practical part of the unit.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A bibliografia consiste em artigos científicos de revisão sobre os temas abordados.

Mapa IV - Nanotecnologia, Robótica, Protésica e Medicina Regenerativa

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Nanotecnologia, Robótica, Protésica e Medicina Regenerativa

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Nanotechnologies, Robotics, Prosthetics and Regenerative Medicine

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEB

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Opção***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Hugo Alexandre Teixeira Duarte Ferreira T: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):**

Nesta unidade curricular (UC) pretende-se que os alunos aprendam de uma forma introdutória, transversal e interligada sobre áreas de fronteira da Engenharia Biomédica: Nanotecnologia, Robótica, Protésica e Medicina Regenerativa. Deste modo, os alunos estarão capacitados para, por um lado, prosseguirem estudos e projetos mais especializados dentro das várias áreas, como, por outro, para potenciarem o pensamento criativo e lateral, estabelecendo mais facilmente relações cruzadas e sinérgicas entre estas áreas e com outras da Engenharia Biomédica. Em particular, os tópicos abordados nesta UC poderão ser explorados de ponto de vista mais prático e experimental em UC's opcionais de projeto e nas dissertações.

Nesta UC curricular será ainda promovida a apresentação e discussão crítica destas temáticas, fazendo a ponte entre ciência, técnica, clínica, e as realidades empresariais e sócio-económica.

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

This curricular unit (UC) is intended for students to learn in an introductory, transversal and interconnected way about frontier areas of Biomedical Engineering: Nanotechnology, Robotics, Prosthetics and Regenerative Medicine. In this way, students will be able to pursue, on the one hand, more specialized studies and projects within the various areas, such as, on the other, to enhance creative and lateral thinking, establishing more easily cross-synergistic relationships between these areas and with others of Biomedical Engineering. In particular, the topics covered in this UC can be explored from a more practical and experimental point of view in optional project UCs and dissertations.

This curricular UC will also promote the presentation and critical discussion of these themes, bridging the gap between science, technology, clinical need, and business and socio-economic realities.

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Nanotecnologia*

- Física à nanoescala
- Técnicas/instrumentos de fabricação: abordagens bottom-up e top-down
- Técnicas/instrumentos de medição: SEM, TEM, AFM
- Elementos químicos e biomoléculas como nanomateriais
- Nanopartículas e cápsulas, dendrímeros e lipossomas, nanofios, nanotubos, grafeno, Qdots
- Nanosensores e atuadores, Microfluídica e Lab-on-a-Chip
- Toxicology

Robótica

- Robôs assistenciais e de companhia
- Domótica e Robôs na farmácia e no hospital
- Cirurgia robótica
- Reabilitação robótica
- Nanorobótica

Protésica

- Biónica e Biomimética
- Biomateriais
- Protéses músculo-esqueléticas e Exosqueletos
- Órgãos Artificiais: pele, coração, pulmão, rim, fígado, pâncreas
- Substitutos Sensoriais
- Cibernética e Interfaces Cérebro-Computador

Medicina Regenerativa

- Mecanismos de regeneração tecidual
- Fontes Celulares, Células Estaminais e Programação Celular
- Scaffolds
- Engenharia de Tecidos, Órgãos e Sistemas

- *Printing 3D e Electrospinning*
- *Aplicações clínicas*

4.4.5. Syllabus:

Nanotechnology

- *Nanoscale Physics*
- *Manufacturing techniques and instruments: bottom-up and top-down approaches*
- *Techniques and measuring instruments: SEM, TEM, AFM.*
- *Chemical elements and biomolecules as nanomaterials*
- *Nanoparticles and capsules, dendrimers and liposomes, nanowires, nanotubes, graphene, Qdots*
- *Nanosensors and Actuators, Microfluidics and Lab-on-a-Chip*
- *Toxicology*

Robotics

- *Assistance and company robots*
- *Home Automation and Robots at the Pharmacy and Hospital*
- *Robotic Surgery*
- *Robotic Rehabilitation*
- *Nanorobotics*

Prosthetics

- *Bionics and Biomimetics*
- *Biomaterials*
- *Musculoskeletal Prostheses and Exoskeletons*
- *Artificial Organs: skin, heart, lung, kidney, liver, pancreas*
- *Sensory Substitutes*
- *Cybernetics and Brain-Computer Interfaces*

Regenerative Medicine

- *Tissue regeneration mechanisms*
- *Cell Sources, Stem Cells and Cell Programming*
- *Scaffolds*
- *Tissue, Organs and Systems Engineering*
- *3D Printing and Electrospinning*
- *Clinical Applications*

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

A transversalidade e abrangência dos conteúdos programáticos permitem aos alunos terem, numa única UC, uma visão introdutória geral sobre as áreas de fronteira a Engenharia Biomédica e sobre as relações e sinergias entre estas várias áreas, cumprindo-se assim os objectivos da UC.

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

The transversality and comprehensiveness of the syllabus allows students to have, in a single UC, a general introductory view of the frontier areas of Biomedical Engineering and the relationships and synergies between these various areas, thus fulfilling the objectives of the UC.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICAS

Aulas expositivas e de discussão-participativas

AVALIAÇÃO

Exame escrito (40% da nota final)

Apresentação de exercício sobre Nanofísica (15% da nota final)

Apresentação e discussão sobre tecnologia e negócio de uma empresa das áreas (40% da nota final)

Participação nas aulas (15% da nota final)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL

Lectures and participatory discussions

ASSESSMENT

Written exam (40% of the final grade)

Nanophysics Exercise Presentation (15% of final grade)

Presentation and discussion about technology and business of a company of the areas (40% of the final grade)

Class participation (15% of the final grade)

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

As aulas expositivas e de discussão com participação activa dos alunos permite consolidar explorar em maior detalhe os conceitos, ideias, ciência, tecnologias e aplicações abordados nas várias áreas. Em adição, os métodos de

avaliação permitem consolidar conhecimentos e desenvolver nos alunos o espírito criativo e crítico. Desta forma, estas metodologias de ensino apoiam o cumprimento dos objectivos de aprendizagem da UC.

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

The lectures and discussion classes with active participation of students allow consolidate to explore in more detail the concepts, ideas, science, technologies and applications covered in the various areas. In addition, assessment methods allow students to consolidate knowledge and develop creative and critical thinking in students. Thus, these teaching methodologies support the achievement of UC learning objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

The Handbook of Nanomedicine, Kemal K. Jain, Humana Press, 2017, 3rd Edition

Biomedical Engineering Fundamentals (The Biomedical Engineering Handbook, Fourth Edition), Joseph D. Bronzino, Donald R. Peterson (Eds), CRC Press, 2015

Medical Robotics, Achim Schwenkarm, Floris Ernst, Springer, 2015, 1st Edition

Molecular, Cellular, and Tissue Engineering (The Biomedical Engineering Handbook, Fourth Edition), Joseph D. Bronzino, Donald R. Peterson (Eds), CRC Press, 2015, 4th Edition

Fundamentals of Tissue Engineering and Regenerative Medicine, Ulrich Meyer, Thomas Meyer, Jörg Handschel and Hans Peter Wiesmann (Eds), Springer, 2009

Introduction to Biomaterials: Basic Theory with Engineering Applications, C. Mauli Agrawal, Joo L. Ong, Mark R. Appleford, Gopinath Mani, Cambridge Texts in Biomedical Engineering, 2014, 1st Edition

Slides, artigos, artigos científicos e websites facultados pelo docente sobre as temáticas.

Mapa IV - Projeto de Saúde Digital

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto de Saúde Digital

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Digital Health Project

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEB

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

PL: 56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Hugo Alexandre Teixeira Duarte Ferreira PL:28

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

Gina Maria Costa Caetano PL:28

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

O Projeto de Saúde Digital tem os seguintes objectivos principais:

- A - Facultar um ambiente de aprendizagem experimental ("hands-on") ou de "aprender-fazendo" ("learn-by-doing")*
- B - Desenvolver um protótipo de software relacionado com áreas de Saúde (e Bem-Estar) Digital*
- C - Desenvolver competências sociais de responsabilização, trabalho em equipa e liderança;*
- D - Potenciar a criatividade e valorizar o capital científico e tecnológico dos alunos no âmbito da Engenharia Biomédica e Biofísica*

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

The Digital Health Project has the following main objectives:

- A - Providing a hands-on or learn-by-doing environment*
- B - Develop a prototype of software related to Digital Health (and Wellness)*
- C - Develop social skills of accountability, teamwork and leadership;*
- D - Enhance creativity and enhance students' scientific and technological capital in Biomedical Engineering and Biophysics*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Em contexto de aula laboratorial serão abordadas os conceitos e ferramentas de concepção e desenvolvimento de protótipos de soluções de saúde (e bem-estar) digital, incluindo:

- Princípios de design de interação e design emocional*
- Regulação em e-health e saúde digital*
- Segurança e Protecção de Dados (GDPR e HIPAA), Consentimento Informado e Ética*
- Ambientes de desenvolvimento integrado Android, iOS, Unity, outros*
- Ambientes e soluções de armazenamento e computação na nuvem: AWS, Azure, Google, Blue Mix*
- Algoritmia de processamento e classificação de texto, sinal e imagem (ex. reconhecimento de voz/imagem)*
- Plataformas de suporte hardware: smartphones/tablets, wearables e electrónica de consumo/gaming (ex. Kinect)*
- Plataformas de computação fisiológica (ex. Bitalino) e interfaces pessoa-máquina, incluindo interfaces cérebro-computador*
- Realidades virtual, aumentada e mista*

Serão ainda abordadas aplicações em telemedicina, web, mobile health, bem-estar e outras não-clínicas.

4.4.5. Syllabus:

In the context of laboratory classes, concepts and tools for designing and developing prototypes of digital health (and wellness) solutions will be addressed, including:

- Principles of interaction design and emotional design*
- Regulation on e-health and digital health*
- Security and Data Protection (GDPR and HIPAA), Informed Consent and Ethics*
- Android, iOS, Unity, others integrated development environments*
- Storage and cloud computing environments and solutions: AWS, Azure, Google, Blue Mix*
- Text, signal and image processing and classification algorithm (eg voice/image recognition)*
- Hardware support platforms: smartphones / tablets, wearables and consumer electronics/gaming (eg Kinect)*
- Physiological computing platforms (eg Bitalino) and person-machine interfaces, including brain-computer interfaces.*
- Virtual, Augmented, and Mixed Realities*

Telemedicine, web, mobile health, wellness and other non-clinical applications will also be addressed.

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

Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos aprendam sobre saúde (e bem-estar) digital de uma forma prática. Por conseguinte, o conteúdo programático inclui as temáticas relacionadas, sobre as quais os alunos desenvolverão um protótipo de software.

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

This course unit is intended for students to learn about digital health (and well-being) in a practical way. Therefore, the syllabus includes related themes, on which students will develop a software prototype.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de laboratório

Dedicadas à conceptualização e desenvolvimento de um protótipo de software de saúde (e bem-estar) digital

Avaliação

Protótipo e sua apresentação 80% + Participação nas Aulas e Trabalho em Equipa 20%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Laboratory classes

Dedicated to conceptualizing and developing a prototype digital health (and wellness) software

Evaluation

Prototype and its presentation 80% + Class Participation and Teamwork 20%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos aprendam de forma prática sobre, e desenvolvam competências em, saúde (e bem-estar) digital. Em particular pretende-se que alunos desenvolvam competências técnicas e de soft-skills relacionadas com criatividade, pensamento crítico, capacidade de trabalho autónomo e em equipa. Assim sendo, os objetivos e o trabalho em aulas de laboratório encontram-se interligados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
This course unit is intended for students to learn in practice about and develop skills in digital health (and well-being). In particular, students are expected to develop technical and soft-skills related to creativity, critical thinking, autonomous and teamwork skills. Thus, the objectives and work in laboratory classes are interlinked.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Biodesign: the process of Innovating Medical Technologies*, Paul G. Yock, Stefanos Zenios, Josh Makower, Todd J. Brinton, Day N. Kumar, F. T. Jay Watkins (Eds), Cambridge University Press, 2015, 2nd Edition
- *Emotional Design in Human-Robot Interaction: Theory, Methods and Applications*, Hande Ayanogly and Emília Duarte (Eds), Springer, 2019
- *Regulation in e-Health*, Hugo Ferreira, 2019, personal edition
- *Brain-Computer Interfaces: Applying our Minds to Human-Computer Interaction (Human-Computer Interaction Series)*, Desney S. Tan and Anton Nijholt, Springer, 2010
- Recursos on-line vários e outra pesquisa bibliográfica conforme os projetos dos alunos

Mapa IV - Projeto de Instrumentação Médica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto de Instrumentação Médica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Medical Instrumentation Project

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEB

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One Semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

PL: 56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Nuno Miguel de Pinto Lobo e Matela PL:28

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

Gina Maria Costa Caetano PL:28

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

O Projeto em Instrumentação Médica tem os seguintes objetivos principais:

A - Facultar um ambiente de aprendizagem motivada pela resolução de problemas numa abordagem de "aprender-fazendo" ("learn-by-doing") e do "faça-você-mesmo" ("do-it-yourself"), fazendo recursos às novas tendências de engenharia e desenvolvimento de produto;

B - Desenvolver um protótipo software/hardware relacionado com áreas inovadoras em Engenharia Biomédica

*C - Desenvolver competências sociais de responsabilização, trabalho em equipa e liderança;
D - Potenciar a criatividade e valorizar o capital científico e tecnológico dos alunos no âmbito da Engenharia Biomédica e Biofísica*

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

The Medical Instrumentation Project has the following main objectives:

- A - Providing a problem-solving learning environment in a "learn-by-doing" and "do-it-yourself" approach by making resources of new trends in engineering and product development;*
- B - Develop a software/hardware prototype related to innovative areas in Biomedical Engineering*
- C - Develop social skills of accountability, teamwork and leadership;*
- D - Enhance creativity and enhance students' scientific and technological capital in the field of Biomedical Engineering and Biophysics*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Em contexto de aula laboratorial serão abordadas as novas (ou revisitadas) tendências em engenharia e no desenvolvimento de protótipos/produtos, incluindo:

- DIY: Do-It-Yourself*
- 4R: Reduce-Reuse-Recycle-Reinvent*
- Bootstrapping*
- Biomimética*
- Open source (software/hardware, ex Arduino)*
- Novos (ou revisitados) métodos de fabrico (ex: printing 3D/Computer Numerical Control)*
- Electrónica de consumo (ex: associada a gaming/entertainment)*
- Princípios de design funcional e estético e de ergonomia*

Adicionalmente serão abordadas inovações em áreas específicas de engenharia biomédica: robótica médica, wearables e interfaces pessoa-máquina.

4.4.5. Syllabus:

In the context of laboratory classes, new (or revisited) trends in engineering and prototype/product development will be addressed, including:

- DIY: Do-It-Yourself*
- 4R: Reduce-Reuse-Recycle-Reinvent*
- Bootstrapping*
- Biomimetics*
- Open source (software/hardware, eg Arduino)*
- New (or revisited) manufacturing methods (eg 3D printing / Computer Numerical Control)*
- Consumer Electronics (eg, associated with gaming / entertainment)*
- Principles of functional and aesthetic design and ergonomics*

In addition, innovations will be addressed in specific areas of biomedical engineering: medical robotics, wearables and person-machine interfaces.

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

Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos aprendam sobre inovação em engenharia biomédica e desenvolvimento de protótipos instrumentais relacionados com áreas específicas. Por conseguinte, o conteúdo programático inclui as temáticas correspondentes.

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

This course is intended for students to learn about innovation in biomedical engineering and development of instrumental prototypes related to specific areas. Therefore, the syllabus includes the corresponding themes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de laboratório

Dedicadas à conceptualização e desenvolvimento de um protótipo instrumental

Avaliação

Protótipo e sua apresentação 80% + Participação nas Aulas e Trabalho em Equipa 20%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Laboratory classes

Dedicated to the design and development of an instrumental prototype

Evaluation

Prototype and its presentation 80% + Class Participation and Teamwork 20%

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

Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos aprendam sobre as novas (ou revisitadas) tendências da engenharia na concepção e desenvolvimento de protótipos/produtos e ainda sobre áreas avançadas de engenharia

biomédica nas quais os alunos poderão trabalhar no desenvolvimento do seu protótipo. Assim sendo, os objectivos e aulas de laboratório encontram-se interligados.

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

This course unit is intended for students to learn about new (or revised) engineering trends in prototype/product design and development, as well as advanced areas of biomedical engineering where students can work on developing their prototype. Thus, the objectives and laboratory classes are interconnected.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Making Things See: 3D vision with Kinect, Processing, Arduino, and MakerBot*, Greg Borenstein, Maker Media Inc, 2012
- *Making Things Talk, 2nd Edition: Using Sensors, Networks, and Arduino to see, hear, and feel your world*, Tom Igoe, Maker Media, Inc, 2011
- *Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications*, Saeed B. Niku (Ed), John Wiley & Sons, 2010
- *Intermediate Robot Building (Technology in Action)*, David Cook, Springer-Verlag, 2010
- *Biodesign: the process of Innovating Medical Technologies*, Paul G. Yock, Stefanos Zenios, Josh Makower, Todd J. Brinton, Day N. Kumar, F. T. Jay Watkins (Eds), Cambridge University Press, 2015, 2nd Edition
- *Applied Human Factors in Medical Device Design*, Mary B. Privitera, Academic Press, 2019
- *Outros elementos de estudo pesquisados pelos alunos conforme as necessidades específicas de projetos*

Mapa IV - Genética Humana

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Genética Humana

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Human Genetics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CVIDA

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:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Carolino José Nunes Monteiro T:28; PL:42

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

<sem resposta>

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

No final deste curso os estudantes devem estar habilitados a:

- *Discutir a aplicação da Genética Humana no diagnóstico, investigação, aconselhamento e terapia da doença genética;*
- *Identificar as múltiplas aplicações da citogenética, incluindo a molecular;*
- *Explicar os princípios de análise de linkage e de linkage disequilibrium;*
- *Discutir os princípios do Projeto do Genoma Humano;*
- *Utilizar a Internet na análise do genoma e compreender como podem ser usados os dados gerados pelo Projecto do*

Genoma Humano e da era pós-genómica;

- *Discutir como surgem as mutações, epimutações, os seus efeitos no fenótipo, e as metodologias disponíveis para deteção;*
- *Discutir como a genética pode ser aplicada na identificação individual e análise de parentesco;*
- *Explicar as técnicas usadas para a caracterização e análise de características complexas, com exemplos;*
- *Discutir o futuro potencial da genética humana e os seus dilemas éticos.*

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

At the end of this course students should be able to:

- *Discuss the application of Human Genetics in the diagnosis, research, counseling and therapy of genetic disease;*
- *Identify the multiple applications of cytogenetics, including molecular;*
- *Explain the principles of linkage analysis and linkage disequilibrium;*
- *Discuss the principles of the Human Genome Project;*
- *Use the Internet for genome analysis and understand how data generated by the Human Genome Project and the post-genomic era can be used;*
- *Discuss how mutations, epimutations, their effects on the phenotype, and available methodologies for detection arise;*
- *Discuss how genetics can be applied in individual identification and parentage analysis;*
- *Explain the techniques used for the characterization and analysis of complex characteristics, with examples;*
- *Discuss the future potential of human genetics and its ethical dilemmas.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Téorico

Parte I: Introdução

- *Célula*
- *Hereditariedade*

Parte II: Genoma humano

- *Variabilidade genética humana e genética das populações*
- *Análise genética, Big Data e medicina legal*
- *Sequências, estrutura e anomalias cromossómicas.*

Parte III: Patologia

- *Bases genéticas e moleculares de doenças hereditárias*
- *Aconselhamento genético*
- *Doenças genéticas complexas e patologia dos cromossomas sexuais*
- *Imprinting genómico*
- *Instabilidade dos STRs*
- *Cancro e Longevidade.*

Parte IV: Perspectivas futuras

- *Farmacogenómica, terapia génica, células estaminais e clonagem terapêutica*

Laboratorial:

Deteção de fenótipos a PTC e associação ao genótipo TAS2R38; Isolamento de DNA do epitélio bucal; Polymerase Chain Reaction (PCR); Restriction Fragment Length Analysis (RFLA); análise, purificação e quantificação de produtos da PCR; sequenciação de DNA; eletroforese de hemoglobinas; eletroforese de DNA genómico; diagnóstico da drepanocitose; citogenética; bioinformática.

4.4.5. Syllabus:

Theoretical

Part I: Introduction

- *cell*
- *Heredity*

Part II: Human Genome

- *Human genetic and population genetic variability*
- *Genetic Analysis, Big Data and Forensic Medicine*
- *Chromosomal sequences, structure and anomalies.*

Part III: Pathology

- *Genetic and molecular basis of hereditary diseases*
- *Genetic Counseling*
- *Complex genetic diseases and sex chromosome pathology*
- *Genomic Imprinting*
- *STR instability*
- *Cancer and Longevity.*

Part IV: Future Perspectives

- *Pharmacogenomics, gene therapy, stem cells and therapeutic cloning*

Laboratory:

PTC phenotype detection and association with TAS2R38 genotype; DNA isolation of the oral epithelium; Polymerase Chain Reaction (PCR); Restriction Fragment Length Analysis (RFLA); PCR product analysis, purification and quantification; DNA sequencing; hemoglobin electrophoresis; genomic DNA electrophoresis; diagnosis of drepanocytosis; cytogenetics; bioinformatics.

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

A unidade curricular de Genética Humana apresenta um conjunto de conteúdos programáticos imprescindíveis para todos os que, na atualidade, pretendem desenvolver trabalho de investigação, diagnóstico e ensino nas áreas das ciências da vida com ênfase para as ciências da saúde, e especialmente no âmbito de uma vertente científica na qual estão em permanente desenvolvimento aplicações de enorme utilidade. Assim, foram criteriosamente elencados conteúdos de modo a ser possível a consecução dos objetivos previamente definidos.

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

The Human Genetics course unit presents a set of essential syllabus for all who currently want to develop research, diagnosis and teaching work in the areas of life sciences with emphasis on health sciences, and especially within a scientific area in which very useful applications are under constant development. Thus, contents were carefully listed so as to be possible to achieve the previously defined objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas expositivas.

Aulas laboratoriais experimentais.

Componentes da avaliação final (%)

Exame teórico intercalar 20

Exame teórico final 45

Avaliação laboratorial 20

Apresentação oral de tema 15

Componentes da avaliação laboratorial (%)

Exame laboratorial intercalar 20

Exame laboratorial final 50

Participação 15

Pontualidade 15

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical lectures.

Experimental laboratory classes.

Final assessment components (%)

Interim Theoretical Exam 20

Final Theoretical Exam 45

Laboratory Evaluation 20

Oral presentation of theme 15

Laboratory evaluation components (%)

Interim laboratory exam 20

Final laboratory exam 50

Participation 15

Punctuality 15

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

Foram definidas metodologias de ensino de modo a alcançar vários domínios de desenvolvimento cognitivo e, também, concomitantemente, a inserção da vertente ética, para serem alcançados os objetivos gerais e específicos definidos para a unidade curricular. Para tal, e de acordo com o nível das aptidões a desenvolver, com os objetivos a atingir e com os conteúdos a ministrar, foram definidas estratégias de ensino consideradas as mais adequadas para cada um dos momentos, de modo a haver a harmonia do desenvolvimento com coesão de conhecimentos respeitando a variabilidade dos elementos-alvo.

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

Teaching methodologies were defined in order to reach various domains of cognitive development and also, concomitantly, the insertion of the ethical aspect, to achieve the general and specific objectives defined for the course. To this end, and according to the level of skills to be developed, the objectives to be achieved and the contents to be taught, teaching strategies were defined that were considered the most appropriate for each moment, so as to have the harmony of development with knowledge cohesion while respecting the variability of the target elements.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Strachan T. Genetics and Genomics in Medicine, Garland Science, New York, 2015

- Thompson & Thompson, Genetics in Medicine, 8th ed, paperback, 2015

- *Marcus Pembrey, Genetics and Epigenetics of Human Disease, Progress Educational Trust, London, UK, 2012*
- *Publicações selecionadas para tópicos específicos*

Mapa IV - Biologia e Tecnologia de Células Estaminais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biologia e Tecnologia de Células Estaminais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Stem Cell Biology and Technology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CVIDA

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One 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:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Maria Gabriela Gomes de Figueiredo Rodrigues T:28; PL:42

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

<sem resposta>

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

Nesta disciplina abordar-se-ão várias temáticas e tecnologias relacionadas com a utilização de células estaminais. É esperado que os alunos adquiram conhecimentos avançados sobre os vários tipos de células estaminais assim como sobre a sua potencial aplicação biomédica.

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

This course will cover various topics and technologies related to the use of stem cells. Students are expected to gain advanced knowledge of the various stem cell types as well as their potential biomedical application.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Definição de "célula estaminal" e diferentes tipos de células estaminais (embrionárias, adultas, iPS). Epigenética; clonagem, iPS, regeneração. Biotecnologia e engenharia de tecidos com células estaminais e aplicações biomédicas. Bioética.

4.4.5. Syllabus:

"Stem cell" definition and different stem cell types (embryonic, adult, iPS). Epigenetics; cloning, iPS, regeneration. Biotechnology and stem cell tissue engineering and biomedical applications. Bioethics.

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

Os conteúdos programáticos desta disciplina destinam-se à aquisição de conhecimentos básicos em Biologia de células estaminais, assim como alguns conceitos sobre aspectos mais aplicados, abordando também algumas vertentes biotecnológicas da utilização destas células. Nesse sentido, nesta disciplina pretende-se transmitir conhecimentos gerais sobre os conceitos de toti-, pluri- e multipotência e abordar os mecanismos genéticos, celulares e decorrentes do desenvolvimento embrionário que estão por trás dessas características. A epigenética, a clonagem, e

a descrição da utilidade de vários tipos de células estaminais embrionárias e adultas são objecto de análise detalhada e crítica. A aquisição destes conhecimentos surge como natural e capacita-os a ir trabalhar em laboratórios nacionais e internacionais nesta área do saber.

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

The syllabus of this course is intended to acquire basic knowledge in stem cell biology, as well as some concepts on more applied aspects, also addressing some biotechnological aspects of the use of these cells. In this sense, this course aims to convey general knowledge about the concepts of totipotency, pluripotency and multipotency and address the genetic, cellular and embryonic development mechanisms that underlie these characteristics. Epigenetics, cloning, and description of the utility of various types of embryonic and adult stem cells are the subject of detailed and critical analysis. The acquisition of this knowledge comes naturally and enables them to go to work in national and international laboratories in this area of knowledge.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino desta disciplina será feito com base em aulas teóricas (com projecção de apresentações), em que se pretende transmitir conhecimentos e fomentar a discussão de vários temas à luz dos conhecimentos adquiridos em disciplinas anteriores e da actualidade das notícias relativas a células estaminais. Também se pretende que os alunos aprendam as bases técnicas da cultura celular em geral e da biologia de células estaminais em particular (monocamada de células, corpos embriões, . . .). A avaliação desta disciplina efectua-se através de exame teórico individual (30 %), apresentação de seminário (30 %) e relatório prático (40 %), sendo ambos estes últimos componentes elaborados em grupo. Para aprovação na disciplina, os alunos têm que frequentar um mínimo de 2/3 das aulas PLs

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching of this course will be based on theoretical classes (with projection of presentations), which aims to impart knowledge and encourage discussion of various topics in light of the knowledge acquired in previous disciplines and the news of stem cell news. Students are also expected to learn the technical underpinnings of cell culture in general and stem cell biology in particular (cell monolayer, embryoid bodies, ...). The evaluation of this subject is made through individual theoretical exam (30%), seminar presentation (30%) and practical report (40%), both of which are group elaborated. To pass the course, students must attend a minimum of 2/3 of PLs classes.

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

A metodologia de ensino desta disciplina baseia-se em aulas teóricas e práticas, sendo que as aulas práticas são realizadas em grupo de 3-4 alunos. A disciplina é dada em bloco (3 semanas), o que favorece a aquisição dos conhecimentos aprofundados, como se espera de um mestrado desta natureza, sem haver dispersão por mais disciplinas concomitantes. As aulas práticas são muito personalizadas, muitas delas decorrendo na Unidade de cultura de células, sendo que os alunos trabalham com células estaminais embrionárias de rato e realizam experiências que dependem apenas do desempenho deles. Aprendem a gerir o tempo e a atenção que dedicam às experiências, e a enfrentar e resolver os problemas reais do dia-a-dia do trabalho no laboratório. A aprendizagem que resulta daí é muito enriquecedora e terminam este bloco com muita experiência de trabalho prático nesta área. O facto de trabalharem em grupo ensina-os a gerir uma equipa e a respeitar os colegas. As aulas teóricas são dadas por uma variedade de professores, nacionais e estrangeiros, e permitem trazer um aporte variado e actual das temáticas com que se trabalha nesta área. Por fim, o facto dos alunos terem que apresentar um seminário no fim da disciplina confere-lhes capacidades de organizar e sintetizar os conhecimentos para expor oralmente um tema específico frente aos colegas e aos professores.

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

The teaching methodology of this course is based on theoretical and practical classes, and the practical classes are held in a group of 3-4 students. The course is given in block (3 weeks), which favors the acquisition of in-depth knowledge, as expected from a master's degree of this nature, without further dispersion by concurrent subjects. The hands-on classes are very personalized, many of which take place at the Cell Culture Unit, where students work with mouse embryonic stem cells and conduct experiments that depend solely on their performance. They learn to manage the time and attention they devote to experiments, and to tackle and solve the real day-to-day problems of laboratory work. The learning that results from this is very enriching and they finish this block with a lot of practical work experience in this area. Working in groups teaches them how to manage a team and respect their colleagues. The lectures are given by a variety of teachers, both domestic and foreign, and allow you to bring a varied and current contribution of the themes that work in this area. Finally, the fact that students have to present a seminar at the end of the course gives them the ability to organize and synthesize their knowledge to orally expose a specific theme to their peers and teachers.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Essential of stem cell biology. Robert Langer et al (2006), Elsevier Academic Press. Stem Cell Anthology. Carlson, B.M. (editor) (2010). Elsevier Academic Press. Culture of Animal Cells – A Manual of Basic Techniques, Feshney I. (2000), 4th edition, Wiley-Liss.

São fornecidos aos alunos muitos artigos actuais sobre a matéria, assim como links para sites de internet, pequenos filmes e notícias de jornal da actualidade.:

Mapa IV - Projeto Empresarial**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Projeto Empresarial***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Business Project***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CEGO***4.4.1.3. Duração:***Semestral/Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:63***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opção***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Jorge Augusto Mendes de Maia Alves TP:63***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 - Desenvolver e apresentar, por escrito e de forma oral, e discutir o plano de negócios de um modo adequado em termos factuais, contextuais e de comunicação, especialmente no que diz respeito a potenciais investidores. Este plano de negócios será desenvolvido como um trabalho em equipa;

B - Os alunos terão a experiência de criar uma ideia de negócio, e de desenvolver todo o processo de elaboração de um novo plano de negócios, incluindo as competências necessárias para a preparação de uma apresentação pública do plano de negócios;

C - Com a elaboração do plano de negócios, os alunos desenvolverão capacidades de compreensão e aplicação nas várias áreas funcionais da empresa, como a análise de mercado, operações e tecnologia, organização, propriedade e controlo, contabilidade financeira e avaliação económico-financeira.

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

A - Develop and present, in writing and orally, and discuss the business plan in a factual, contextual and communicative manner, especially with respect to potential investors. This business plan will be developed as a teamwork;

B - Students will have the experience of creating a business idea and developing the whole process of developing a new business plan, including the skills needed to prepare a public presentation of the business plan.

C - With the elaboration of the business plan, students will develop understanding and application skills in various functional areas of the company, such as market analysis, operations and technology, organization, ownership and control, financial accounting and economic and financial assessment.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Metodologia e objetivos*
- 2. Análise do Mercado*
- 3. Gestão da cadeia de valor*
- 4. Propriedade intelectual*

- 5. *Direcção e Organização*
- 6. *Informação Financeira*

4.4.5. Syllabus:

1. *Methodology and objectives*
2. *Market Analysis*
3. *Value Chain Management*
4. *Intellectual Property*
5. *Direction and Organization*
6. *Financial Information*

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

Os conteúdos programáticos foram selecionados tendo em atenção os objetivos a atingir e a proveniência dos alunos envolvidos na disciplina, em particular, o facto desta disciplina juntar alunos com formação em áreas científicas com alunos com formação de base na área de gestão. Neste contexto, procurou-se fornecer aos alunos de ambas as proveniências um conjunto de ferramentas que lhes permitam atingir, em conjunto, o objetivo final de desenvolver um plano de negócio de base tecnológica.

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

The syllabus was established taking into account the objectives to be achieved and the origin of the students involved in the course, in particular, the fact that this course brings together students with a background in science with students with a background in management. In this context, the aim was to provide students from both backgrounds with a set of tools that would enable them to achieve together the ultimate goal of developing a technology-based business plan.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas têm essencialmente um carácter teórico prático. A avaliação de conhecimentos é baseada nos seguintes elementos para cada grupo:

- 3 apresentações (a equipa docente e o grupo comentador devem receber o ficheiro com os acetatos das apresentações, com uma semana de antecedência) – 15%;
- 3 comentários críticos às três apresentações dos colegas – 25%;
- 1 relatório síntese em com a dimensão máxima de 40 páginas mais ficheiro em Excel – 50%;
- 1 mini-teste individual (a realizar na última aula) 10%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes are essentially practical in theory. The knowledge assessment is based on the following elements for each group:

- 3 presentations (the teaching team and the commenting group should receive the presentation acetate file one week in advance) - 15%;
- 3 critical comments on the three presentations of colleagues - 25%;
- 1 synthesis report with a maximum size of 40 pages plus Excel file - 50%;
- 1 individual quiz (to be held in the last class) 10%.

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

A Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa utiliza sistematicamente quatro tipos diferentes de aulas: i) Teóricas (T): aulas essencialmente expositivas por parte do docente, nas quais os conceitos e métodos são explicados e exemplificados aos alunos; ii) Teórico-Práticas (TP): aulas de exercícios cuidadosamente selecionados de modo a consolidar a aquisição dos conceitos e/ou trabalho computacional, nas quais os alunos trabalham individualmente com apoio dos docentes. Embora a participação nas aulas teóricas seja encorajada, nas aulas teórico-práticas os alunos, divididos em turmas mais pequenas, têm um papel mais ativo, colaborando na resolução dos problemas e/ou trabalho computacional, colocando questões e tentando clarificar as suas dúvidas; iii) Práticas (PL): aulas de laboratório nas quais os alunos realizam atividades experimentais consideradas formativas (individualmente ou em grupo) com o apoio dos docentes; iv) Orientação Tutorial (OT): sessões de esclarecimento de dúvidas para um ou mais alunos. Nesta disciplina é utilizada uma tipologia de horas de contacto de 2X1.5TP por semana por se considerar que esta é a tipologia mais conveniente para atingir os objetivos da unidade curricular tendo em atenção os seus conteúdos.

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

The Faculty of Sciences of the University of Lisbon systematically uses four different types of classes: i) Teóricas (T): essentially expository lectures by professors, in which the concepts and methods are explained and exemplified; ii) Teórico-Práticas (TP): during these sessions students work individually, with teaching staff support, solving selected exercises in order to consolidate the relevant concepts, frequently including computational work. Although student participation is encouraged during theoretical (T) classes, TP's have a much smaller number of students per class, allowing them to have a much more active role while solving problems, asking questions and trying to clarify their doubts; iii) Práticas (PL): laboratory classes in which students carry out (individually or in groups) formative experimental activities, with teaching staff support; iv) Tutoriais (OT): sessions used for more personalized student support. This course uses 2X1.5TP contact hours per week because this is considered to be the best type of class to achieve the course objectives for the selected syllabus.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Artigos Sahlman, W. (1997) "How to Write a Great Business Plan", Harvard Business Review, Jul.- Ago., pp. 98-108.
Zider, B. (1998) "How Venture Capital Works", Harvard Business Review, Nov.-Dez., pp. 131-139. Outros artigos e papers a fornecer nas aulas Livros Brealey, Myers e Allen (2006, 8ª Ed.) "Principles of Corporate Finance", McGraw-Hill. Duarte C e Esperança, J. (2012) Empreendedorismo e Planeamento Financeiro, Edições Sílabo Esperança, J. e F. Matias (2009, 2ª Ed.) "Finanças Empresariais", Texto Editora. Osterwalter A, Pigneur Y, (2009), "Business Model Generation", Self Published Sarkar, S. (2007) "Empreendedorismo e Inovação", Escolar Editora. Smith, J. e R. Smith (2004, 2ª Ed.) "Entrepreneurial Finance", Wiley. Timmons, J, Spinelli, S (2008, 7th edition), "New Venture Creation – Entrepreneurship for the 21st Century", McGraw-Hill International

Mapa IV - Economia da Saúde e Acesso ao Mercado**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Economia da Saúde e Acesso ao Mercado

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Health Economics and Market Access

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEGO

4.4.1.3. Duração:

Semestral/Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Raquel João Espinha Fonseca TP:28

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

Hugo Alexandre Teixeira Duarte Ferreira TP:28

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

A – Compreender as especificidades do sector da saúde

B – Aplicar conceitos da teoria económica ao contexto particular da procura e da oferta de cuidados de saúde

C – Utilizar técnicas de avaliação económica e de eficiência para aferir a qualidade do serviço prestado pelo sector da saúde

D – Conhecer o caminho e passos a tomar no acesso ao mercado com um dispositivo médico

E – Conhecer os sistemas de saúde português, europeus e norte-americanos

F – Conhecer os diferentes modelos de reembolso em saúde e compreender o papel da actividade seguradora no contexto da saúde

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

A - Understand the specificities of the health sector

- B - Apply concepts of economic theory to the particular context of health care demand and supply*
- C - Use economic and efficiency assessment techniques to gauge the quality of service provided by the health sector*
- D - Know the path and steps to take in market access with a medical device*
- E - Know the Portuguese, European and North American healthcare systems*
- F - Know the different health reimbursement models and understand the role of insurance activity in the health context*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 – Papel e importância do sector da saúde na economia*
- 2 – A procura de cuidados de saúde*
- 3 – Informação imperfeita e relação de agência*
- 4 – Produção de cuidados de saúde*
- 5 – Avaliação económica em saúde*
- 6 - Acesso ao mercado - caminho para a comercialização de um dispositivo médico: evidência clínica, avaliação de tecnologia em saúde e pagadores.*
- 7- O enquadramento P.I.C.O.S. e interligação com a criação da proposta de valor e o modelo de negócio*
- 8 – Os sistemas de saúde portugueses, europeus e norte-americanos*
- 9 – Modelos de reembolso em saúde e seguros de saúde e tendências futuras*
- 10 – O caso particular de soluções de inteligência artificial para a saúde*

4.4.5. Syllabus:

- 1 - Role and importance of the health sector in the economy*
- 2 - The demand for health care*
- 3 - Imperfect information and agency relationship*
- 4 - Health Care Production*
- 5 - Health Economic Assessment*
- 6 - Market access - path to commercialize a medical device: clinical evidence, health technology assessment and payers.*
- 7- The P.I.C.O.S. and interconnection with the creation of the value proposition and the business model*
- 8 - Portuguese, European and North American Health Systems*
- 9 - Health and health insurance reimbursement models and future trends*
- 10 - The particular case of artificial intelligence solutions for health*

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

Os diversos temas incluídos na linha programática permitem ir capacitando o aluno de uma visão globalizante da economia da saúde e acesso ao mercado. O foco em diversos assuntos permite ir criando uma noção interligada dos vários conceitos, reforçando as capacidades específicas ao serviço das aplicações neste campo.

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

The various themes included in the programmatic line allow the student to be able to develop a global vision of health economics and market access. Focusing on various subjects allows us to create an interconnected notion of the various concepts, reinforcing the service-specific capabilities of applications in this field.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICO-PRÁTICA

Expositivas com resolução de exercícios e casos práticos

AVALIAÇÃO

Exame

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL-PRACTICE

Exercise-solving expositions and case studies

EVALUATION

Exam

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

A apreensão de conceitos abstractos da Economia da Saúde e Acesso ao Mercado só pode ser amplamente alcançada através de uma exposição com rigor e detalhe. Por outro lado, a utilização de casos práticos são fundamentais para alicerçar e interligar os diferentes conceitos introduzidos.

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

The apprehension of abstract concepts of Health Economics and Market Access can only be broadly achieved through an exposition with rigor and detail. On the other hand, the use of practical cases is fundamental to support and interconnect the different concepts introduced.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1 - Barros PP. *Economia da saúde: conceitos e comportamentos*. 3ª edição atualizada, reimpressão Coimbra: Edições Almedina, 2018.
 - 2 - Folland S, Goodman AC, Stano M. *The economics of health and health care*. 8th ed. New York: Routledge, 2017.
 - 3 - Krugman P, Wells R. *Economics*. 5th ed. New York: Worth Publishers, 2017.
 - 4- Edlin R, McCabe C, Hulme C, Hall P, Wright. *Cost Effectiveness Modelling for Health Technology Assessment: A Practical Course*. 1st ed. Adis, 2015.
 - 5- Elton J, O’Riordan A. *Healthcare disrupted: Next generation business models and strategies*. John Wiley & Sons; 2016.
 - 6- Johnson JA, Stoskopf C, Shi L. *Comparative Health Systems: A Global Perspective*. 2nd ed. Jones & Bartlett Learning, 2018
- Material fornecido pelos docentes

Mapa IV - Inovação e Empreendedorismo**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Inovação e Empreendedorismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Innovation and Entrepreneurship

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEGO

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:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Helena Margarida Vieira TP:28

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

<sem resposta>

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

Fornecer o conhecimento e conceitos sobre os princípios e metodologias da inovação e as bases do empreendedorismo como forma de geração de valor económico do saber académico aplicado ao sector Biomédico.

A - Consciencializar os estudantes para a necessidade da transferência de conhecimento e inovação da Universidade para o mercado

B - Promover a execução de projectos de aplicação biomédica orientados para o mercado na Universidade de Lisboa

C - Criar valor acrescentado para a investigação dos PI envolvidos e das instituições envolvidas nos projectos em desenvolvimento

D - Criar uma cultura empreendedora e crítica, explorando as suas capacidades e competências criativas e de inovação, bem como estimular inteligência emocional na gestão de falhas pessoais e profissionais

E - Educar os estudantes nas várias vertentes da pesquisa de mercado e empreendedorismo tecnológico, proporcionando competências de gestão e técnicas

F - Proporcionar ferramentas úteis e valiosas na criação de negócios

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

Provide knowledge and concepts on the principles and methodologies of innovation and the foundations of entrepreneurship as a way to generate economic value of academic knowledge applied to the biomedical sector.

A - To make students aware of the need for knowledge transfer and innovation from the University to the market.

B - Promote the execution of market oriented biomedical application projects at the University of Lisbon

C - Create added value from the research and institutions involved in projects under development

D - Create an entrepreneurial and critical culture, exploiting their creative and innovative skills and competences, as well as stimulating emotional intelligence in managing personal and professional failures.

E - Educate students in various aspects of market research and technological entrepreneurship, providing management skills and techniques.

F - Provide useful and valuable business creation tools

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Apresentação da disciplina.

2. Preconceitos e tabus. Conceitos e definições base de empreendedorismo. Soft skills

3. Inovação e o processo de desenvolvimento de novos produtos.

4. Alex Osterwalder e o Business Model Canvas – o Método. O Cliente, o Utilizador e o Influenciador. A Competição.

5. BM canvas: A Proposta de valor.

6. BM Canvas: Os Canais e Relações. Comunicação com o cliente. Principais métodos. Marketing Mix e os 8Ps.

7. Análise de Mercado. Análise da Indústria. Análise SWOT.

8. Seminário por Empreendedor de Ciências de Sucesso/ HBS case study.

9.1ª Apresentação das propostas de valor das K2BTeams.

10. Visão e Missão. BM Canvas: Actividades e Recursos Chave. Parcerias.

11. BM Canvas: Custos e receitas. Plano financeiro básico. Fontes de capital. O Plano de negócios – decisão final.

12.2ª apresentação K2B: Estratégia from bench-to-market das K2BTeams

13. Pitching. A arte de “convencer”. Pitch individual

14. Pitch final das K2BTEAMS (5 min). Encerramento da disciplina.

4.4.5. Syllabus:

1. Presentation of the discipline.

2. Prejudices and taboos. Basic concepts and definitions of entrepreneurship. Soft skills

3. Innovation and the process of developing new products.

4. Alex Osterwalder and the Business Model Canvas - the Method. The Customer, the User and the Influencer. The competition.

5. BM canvas: The Value Proposition.

6. BM Canvas: The Channels and Relations. Communication with the customer. Main methods. Marketing Mix and the 8Ps.

7. Market Analysis. Industry Analysis. SWOT analysis.

8. Seminar by Success Science Entrepreneur / HBS case study.

9.1 Presentation of K2BTeams value propositions.

10. Vision and Mission. BM Canvas: Activities and Key Resources. Partnerships

11. BM Canvas: Costs and Revenues. Basic financial plan. Sources of capital. The Business Plan - Final Decision.

12th K2B Presentation: K2BTeams from Bench-to-Market Strategy

13. Pitching. The art of “convincing”. Individual pitch

14. Final set of K2BTEAMS (5 min). Closing of the discipline.

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

Sendo o principal objectivo desta UC a aquisição de conhecimentos e ferramentas de empreendedorismo e inovação em contexto biomédico e real, os conteúdos programáticos estão desenhados para serem apreendidos em torno da aplicação (learning by doing) dos mesmos ao projecto K2B de base biomédica desenvolvido em paralelo com outras UCs do curso.

Para atingir os objectivos:

A – São fornecidos vários exemplos da vida real de sucesso e insucesso de empreendedorismo e transferência de conhecimento

B & C – São desenvolvidos os projectos K2B na perspectiva da inovação e comercialização para o mercado global

D – São criados vários momentos de debate, análise de casos de estudo e exemplos de empreendedorismo e negócios

E & F - são fornecidas e experimentadas várias ferramentas e métodos de gestão e desenvolvimento de negócios utilizando o BMC

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

As the main objective of this course is the acquisition of knowledge and tools of entrepreneurship and innovation in a real and biomedical context, the syllabus is designed to be learned around their application to the biomedical K2B project developed in parallel with other course UCs.

To achieve the objectives:

A - Several real-life examples of successful and unsuccessful entrepreneurship and knowledge transfer are provided.

B & C - K2B projects are developed from the perspective of innovation and commercialization for the global market.

D - Several moments of debate, case study analysis and examples of entrepreneurship and business are created.

E&F - Various business management and development tools and methods using BMC are provided and tested.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A principal metodologia a utilizar nesta disciplina é a learning by doing. Será também utilizada a metodologia de casos de estudo reais (Harvard Business School).

Iirão ser criados grupos de 4-5 alunos que serão a K2BTeams (Knowledge to (2) Business teams). O objectivo deste projecto é o de focar a atenção em ideias e tecnologias com aplicação biomédica que estão ainda a ser desenvolvidas dentro da universidade e avaliar o seu potencial de mercado.

Os alunos serão avaliados continuamente ao longo do semestre. Estes resultados serão mensuráveis sob a forma de trabalhos orais e escritos, debates e intervenções nas aulas.

Os alunos terão que executar:

- Curva de valor do projecto K2B
- 3 apresentações orais do projecto K2B e respectivos BMC
- Uma apresentação individual de um Pitch
- Análise de debate de um caso de Estudo
- Validação de mercado e entrega de comprovativos da mesma

Aprovação com classificação $\geq 9,5$ (0-20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The main methodology to be used in this course is learning by doing. Real case study methodology (Harvard Business School) will also be used.

Groups of 4-5 students will be created to be K2BTeams (Knowledge to (2) Business teams). The aim of this project is to focus attention on ideas and technologies with biomedical application that are still being developed within the university and to assess their market potential.

Students will be assessed continuously throughout the semester. These results will be measurable in the form of oral and written assignments, discussions and classroom interventions.

Students will have to perform:

- K2B project value curve
- 3 oral presentations of the K2B project and its BMC
- An Individual Performance of a Pitch
- Discussion Analysis of a Case Study
- Market validation and proof of delivery

Approval rated ≥ 9.5 (0-20).

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

A metodologia seleccionada (learning by doing) é a mais indicada para a aprendizagem dos conceitos deste curso, uma vez que os mesmos são intrinsecamente apreendidos via experimentação e vivência directa. Os alunos aprendem por aplicação real e directa, do processo de empreendedorismo e ferramentas de inovação para o mercado, num projecto de aplicação biomédica, a ser desenvolvido durante a formação e em conjunto com outras UCs. Esta aprendizagem demonstra que as ferramentas ensinadas aumentam a probabilidade de sucesso de lançamento das inovações no mercado e permite a sua melhor assimilação.

As diversas apresentações orais exigidas permitem fortalecer as soft skills necessárias no mercado de trabalho actual assim como melhorar as suas competências de comunicação e criatividade. A gestão emocional do stress e da dinâmica dos grupos é também essencial para desenvolver competências de gestão de projecto, trabalho em equipa e inteligência emocional.

Os conceitos que integram este curso serão também apreendidos através da sua aplicação a casos empresariais reais, sob a forma de debate de casos de estudo. Os alunos preparam o caso com antecedência e na aula é simulado um debate real com diferentes perspectivas. Esta metodologia permite o conhecimento integrado dos princípios e métodos ensinados, ao mesmo tempo que proporciona a oportunidade de desenvolver in loco as competências necessárias para a Inovação e Empreendedorismo.

Adicionalmente os alunos desenvolvem as capacidades de análise crítica e relacional, cumprindo assim os objectivos da unidade curricular.

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

The selected methodology (learning by doing) is the most suitable for learning the concepts of this course, since they are intrinsically learned through experimentation and direct experience. Students learn by real and direct application of the entrepreneurship process and market innovation tools in a biomedical application project to be developed during training and in conjunction with other UCs. This learning demonstrates that the tools taught increase the likelihood of successful launch of innovations in the market and allow their better assimilation.

The various oral presentations required allow you to strengthen the soft skills needed in today's job market as well as improve your communication skills and creativity. Emotional management of stress and group dynamics is also essential for developing project management, teamwork and emotional intelligence skills.

The concepts that make up this course will also be grasped through their application to real business cases in the form of case study debate. Students prepare the case in advance and in class is simulated a real debate with different

perspectives. This methodology enables integrated knowledge of the principles and methods taught while providing the opportunity to develop the skills needed for Innovation and Entrepreneurship on the spot.

In addition students develop the skills of critical and relational analysis, thus fulfilling the objectives of the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Business Model Generation. Alexander Osterwalder & Yves Pigneur. 2009. Self Published. ISBN:978 2 8399 0580 0.

Value Proposition Design. Osterwalder, A., et al. 2014. Self Publishing.

The four steps to Epiphany, Steve Blank. 2013. Self Published. ISBN: 0 989 200 507.

The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses, Eric Ries. 2011. Crown Business, USA. ISBN 978-0-307-88789-4.

Mapa IV - Sistemas Dinâmicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sistemas Dinâmicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Dynamical Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CFIS

4.4.1.3. Duração:

Semestre/Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes T:28

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

Patrícia Ferreira Neves Faísca TP:28

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

Dar uma visão geral dos principais resultados e aplicações da teoria, com ênfase na exploração numérica de exemplos usando o software Mathematica.

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

Give an overview of the main results and applications of the theory, with emphasis on numerical exploration of examples using Mathematica software.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Teoria qualitativa das equações diferenciais no plano – classificação dos pontos de equilíbrio, ciclos limite, retratos de fase, bifurcações locais, sistemas conservativos.

Sistemas em dimensão superior e caos – os sistemas de Lorenz, Rossler e Chua, sistemas Hamiltonianos com dois

graus de liberdade, forçamento periódico, bifurcações globais, mapas de Poincaré e sistemas dinâmicos discretos.

Tópicos especiais – fractais e multifractais, controle e sincronização de caos, dinâmica complexa, redes neuronais, equações com atraso.

4.4.5. Syllabus:

Qualitative theory of differential equations in the plane - classification of equilibrium points, limit cycles, phase portraits, local bifurcations, conservative systems.

Larger systems and chaos - Lorenz, Rossler and Chua systems, two degree of freedom Hamiltonian systems, periodic forcing, global bifurcations, Poincaré maps and discrete dynamic systems.

Special topics - fractals and multifractals, chaos control and synchronization, complex dynamics, neuronal networks, delayed equations.

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

Os conteúdos programáticos são aqueles cuja aprendizagem é apresentada como o objetivo desta unidade curricular.

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

The syllabus matches the topics laid out in the "Goals" section.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA
Expositivas

TEÓRICO-PRÁTICA
Resolução e discussão de problemas e exemplos de aplicações.

AVALIAÇÃO
Projecto (50%) e exame escrito (50%). O exame pode ser substituído pela resolução de problemas propostos ao longo do curso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL
Lectures

THEORY-PRACTICE
Discussion of exercises and examples of applications.

ASSESSMENT
Project (50%) and final written examination (50%). Assigned homework may replace final exam.

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

A metodologia de ensino assenta na exposição e discussão dos conceitos e técnicas sobre os quais incide o Programa, e em aulas teórico-práticas em que essas técnicas são aplicadas em exemplos concretos.

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

The course is organized as a series of lectures devoted to the presentation and discussion of the main concepts and techniques, and a parallel series of problem classes to work out the more challenging aspects of problem lists.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

S. Lynch, Dynamical Systems with Applications using Mathematica, 2nd Edition, Birkhauser, 2017

S. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos. With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering, Addison-Wesley, 1994

J. Meiss, Differential Dynamical Systems, SIAM, 2007.

Mapa IV - Biofísica Computacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biofísica Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Biophysics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*CFIS***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:***Opção***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Nuno Araújo 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):**

Adquirir conhecimentos básicos em modelação e conhecer as técnicas computacionais mais relevantes em Biofísica, suas aplicações e limitações. No final, os alunos deverão ser capazes de identificar qual a técnica mais adequada para resolver um determinado problema.

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

To equip students with basic knowledge on modeling and familiarize them with the most relevant computational techniques in Biophysics, their applications and limitations. At the end, students should be able to identify what is the proper technique to handle a given problem.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Biofísica Computacional, métodos estocásticos, técnicas de Monte Carlo, integração numérica de equações diferenciais.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to Computational Biophysics, stochastic methods, Monte Carlo techniques, numerical integration of differential equations.

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

A unidade curricular inclui uma componente teórica onde os alunos são inicialmente motivados para a Biofísica Computacional com exemplos de três tipos de problemas que requerem o uso de técnicas computacionais: problemas descritos por equações sem solução analítica, problemas descritos por várias equações acopladas e problemas para os quais até hoje não se conseguiu escrever uma equação. Partindo desses exemplos, são introduzidas as técnicas de Monte Carlo, integração numérica de equações diferenciais e dinâmica molecular. Dada a importância crescente da dinâmica de fluidos em Física, o último capítulo é dedicado a técnicas de simulação de fluidos, com especial foco em volumes finitos e Lattice Boltzmann. As aulas teóricas são complementadas com uma componente prática onde são implementadas as diferentes técnicas discutidas na aula teórica.

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

In the lectures, the students are motivated to Computational Biophysics with three sets of examples of apparently simple problems that cannot be solved analytically: problems described by equations without an analytic solution; problems described by several coupled equations; and problems for which no equations have been written so far. With those examples in mind, several techniques are introduced: Monte Carlo, integration of differential equations, and molecular dynamics. Given the increasing relevance of fluid dynamics, the last chapter is devoted to fluid dynamic simulations, with special focus on finite volume methods and Lattice Boltzmann. In the exercise classes, most techniques are implemented to solve specific problems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**METODOLOGIA DE ENSINO**

Exposição das diferentes técnicas na aula teórica e implementação das mesmas nas aulas práticas. A participação dos alunos nas aulas teóricas é fortemente encorajada, através da discussão das vantagens e limitações de cada uma das técnicas.

AVALIAÇÃO

60% exame final, 40% relatório dos trabalhos desenvolvidos nas aulas práticas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**METHODOLOGY**

Exposition of the main techniques in the lectures and their hands-on implementation in the exercise classes. Class participation in the lectures is strongly encouraged through the discussion of the advantages and limitations of each technique.

ASSESSMENT

60% final exam, 40% reports of the exercises.

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

Nas aulas teóricas, as diferentes técnicas são apresentadas partindo sempre de um problema que não pode ser resolvido com as técnicas estudadas anteriormente. De uma forma construtiva, as vantagens e limitações das principais técnicas numéricas são discutidas. Esta estratégia ajuda a desenvolver nos alunos o pensamento crítico e desenvolver as competências necessárias para decidir a técnica apropriada para resolver um determinado problema. As aulas teóricas são complementadas com exercícios semanais nas aulas práticas onde as diferentes técnicas são implementadas de raiz. Os exercícios servem para desenvolver competências de programação e familiarizar os alunos para os principais desafios à implementação de modelos numéricos. A sequência de exercícios está organizada por crescente complexidade numérica e conceitual.

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

In the main lectures, the introduction of each technique is always motivated by a problem that cannot be tackled with the techniques studied previously. In a constructive way, the advantages and limitations of the main numerical techniques are discussed. This strategy helps students developing critical thinking and equip them with the necessary skills to decide the appropriate technique to solve a given problem in the future. The lectures are complemented by weekly exercise classes where the main techniques are implemented from scratch. These exercises are designed not only to develop programming skills but also to familiarize students with the main challenges in the implementation of numerical models. The sequence of exercises is organized by increasing numerical and conceptual complexity.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- J. M. Thijssen. Computational Physics. Cambridge University Press, United Kingdom, 1999.*
D. C. Rapaport. The art of molecular dynamics simulations. Cambridge University Press, United Kingdom, 2004.
D. Frenkel and B. Smit. Understanding molecular simulations. Academic Press, United States, 2002.
D. P. Landau and K. Binder. A guide to Monte Carlo simulations in Statistical Physics. Cambridge University Press, United Kingdom, 2013.
S. Succi. The Lattice Boltzmann Equation: For Fluid Dynamics and Beyond. Oxford University Press, United Kingdom, 2001.
D. E. Knuth. The art of computer programming (volumes 1-4a). Addison Wesley, Boston, 2011.

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

Modelação e Simulação em Engenharia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Modeling and Simulation in Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ETFIS

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One 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:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

António Joaquim Rosa Amorim Barbosa 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):

A – Permitir a utilização prática do método dos elementos finitos, para o estudo de tensões, deformações e quebras de simetria (buckling) em sólidos (FEM e FEA).

B – Ser capaz de simular os fluxos térmicos e radiativos em sistemas físicos por aplicação dos métodos computacionais avançados.

C – Saber calcular as quantidades e os diferentes campos associados com a dinâmica de fluidos computacional tanto para sistemas com fluidos em cavidades internas como para os objetos em deslocamento num fluido externo.

D – Conhecer e aplicar os métodos de simulação de elementos finitos a sistemas elétricos e magnéticos em regime estacionário ou dinâmico para frequências baixas e intermédias. Saber especificar os sistemas de fonte do campo elétrico e magnético e analisar os campos obtidos.

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

A – To allow the practical use of the finite element method for the study of stresses, deformations and symmetry breaks (buckling) in solids (FEM and FEA).

B – To be able to simulate thermal and radiative fluxes in physical systems using advanced computational methods.

C - Know how to calculate the quantities and different fields associated with computational fluid dynamics for both internal cavity fluid systems and for moving objects in an external fluid.

D - Know and apply finite element simulation methods to electrical and magnetic systems in the steady or dynamic regimes for low and intermediate frequencies. Understand how to specify the sources of the electric and magnetic fields and analyze the resulting fields.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Descrição geral dos conceitos. Método de elementos finitos.

- Simulações de deformações em corpos rígidos: Propriedades dos materiais; Malha e sua otimização; Definição das condições fronteiras; Forçamentos; Técnicas de análise dos resultados.

- Exemplos de simulação em engenharia física e em engenharia biomédica para sistemas mecânicos, opto-mecânicos e biomecânicos.

- Processos irreversíveis para sistemas térmicos. Aplicação aos fluxos de energia por radiação.

- Estudo da simulação de dinâmica de fluidos: Definição do volume computacional, malha inicial e condições fronteira. Análise dos campos resultantes, linhas de fluxo e trajetórias de partículas.

- Simulação de sistemas electrostáticos e magneto-estáticos: volumes e materiais, condições fronteiras, distribuição de cargas/correntes e análise dos resultados.

- Simulação em sistemas eletrodinâmicos da força eletromotriz.

Componente Prática com utilização sistemática das ferramentas de simulação SolidWorks e EMWorks.

4.4.5. Syllabus:

- General description of the finite element method.

- *Simulations of deformations in rigid bodies: Properties of materials; Mesh and its optimization; Definition of boundary conditions; Forces; Result analysis techniques.*
- *Examples of physical and biomedical engineering, including simulation for mechanical, opto-mechanical and biomechanical systems.*
- *Irreversible processes in thermodynamics. Application to energy flow by radiation.*
- *Study of fluid dynamics simulation: Definition of computational volume, initial mesh and boundary conditions. Analysis of the resulting fields, flow lines and particle paths.*
- *Simulation of electrostatic and magnetostatic systems: volumes and materials, boundary conditions, load / current distribution and analysis of results.*
- *Simulation in electrodynamic systems of the electromotive force.*

Practical component with systematic use of SolidWorks and EMWorks simulation tools

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

A metodologia utilizada permitirá aos estudantes abordar os temas desenvolvidos na disciplina de uma forma integrada com vista a habilitar cada um dos alunos a tornar-se autónomo em estudos futuros.

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

The methodology used allows students to approach the subjects developed in the course in an integrated way enabling each student to become autonomous in their future studies.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: Exposição formal dos conceitos e utilização em ambiente computacional

PRÁTICA LABORATORIAL: Desenvolvimento de casos práticos concretos associados à instrumentação científica e sistemas biomédicos

AVALIAÇÃO: Exposição oral e relatório escrito de trabalhos individuais acompanhados em múltiplas fases:

- *fase A: Carta de intenções incluindo delimitação do trabalho.*
- *fase B: Revisão preliminar de projeto.*
- *fase C: Revisão final do projeto que inclui: simulações detalhadas.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: Formal exposition of concepts and usage in computational environment.

LABORATORY: Development of concrete case studies associated with scientific instrumentation and biomedical systems

EVALUATION:

Oral presentation and written report of individual work accompanied in multiple phases:

- *phase A: Letter of intent including work delimitation.*
- *Phase B: Preliminary project review.*
- *Phase C: Final project review which includes detailed simulations.*

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

A metodologia utilizada permitirá aos estudantes abordar os temas desenvolvidos na disciplina de uma forma integrada com vista a habilitar cada um dos alunos a tornar-se autónomo em estudos futuros.

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

The methodology used allows students to approach the subjects developed in the course in an integrated way enabling each student to become autonomous in their future studies.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. Building Scientific Apparatus, 4- Ed. , J. H. Moore, et. al., Cambridge University Press, 2009*
- 2. Método dos Elementos Finitos, F. Teixeira-Dias, LIDEL, 2010*
- 3. Maxwell's Equations and the principles of electromagnetism, Richard Fitzpatrick, Infinity Science, 2008*
- 4. SolidWorks Simulation 2018 Black Book, by Gaurav Verma and Matt Weber*
- 5. EMS_UserGuide.pdf usually found at C:\Program Files\EMWorks\Help\EMS_UserGuide.pdf*

Mapa IV - Engenharia de Controlo**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Engenharia de Controlo***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Control Engineering***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***ETFIS***4.4.1.3. Duração:***Semestral/One 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:***Opção***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***José António Soares Augusto 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):***A – Os alunos aprendem que os sistemas tecnológicos dispõem de sofisticadas malhas de controlo de forma a satisfazer requisitos de projecto económicos e técnicos.**B – Os alunos estudam técnicas de análise e projecto de controladores em termos de arquitectura, desempenho e dos seus efeitos no processo. Estes sistemas são transversais a todas as áreas tecnológicas e o seu conhecimento é uma mais valia para a formação de Engenheiros e Cientistas.**C – Os alunos desenvolvem competências de modelação e simulação de sistemas reais com ferramentas apropriadas (Octave, Scilab), de análise e de projecto, quer usando as técnicas do "root locus" e da margem de fase, quer usando as técnicas mais modernas de colocação de pólos, de realimentação de variáveis de estado e de optimização de critérios de desempenho. Há um enfoque no projecto de controladores digitais.**D – São também estudados com brevidade, e com cariz algo informativo, o controlo de sistemas não lineares e o controlo adaptativo.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A – Students learn that technological systems have sophisticated control loops for satisfying technical and economical project requirements.**B – Students focus on techniques of analysis and design of controllers in terms of architecture, performance and their effects in the control process. These systems are transversal to all technological areas and their study is valuable for the education of Engineers and Scientists in all technological areas.**C – Students develop simulation and modeling skills, focusing in real systems, and getting used to programming tools (Octave, Scilab). They are trained in classical controller design techniques such as "root locus" and gain and phase margins, as well as in modern design techniques such as pole placement, state variable feedback and performance optimization. There is a strong focus on the design of Digital Controllers.**D – As a complement, a brief overview of more complex systems such as nonlinear and adaptive controllers is given.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Técnicas Matemáticas em Controlo*
2. *Sensores e Actuadores em Sistemas de Controlo. Diagramas de Blocos*
3. *Análise de Sistemas de Controlo*
4. *Sistemas de Controlo Discretos*
5. *Métricas de Desempenho no Projecto de Controladores. Implementação Electrónica de Controladores*
6. *Análise e Projecto de Sistemas de Controlo com o 'Root Locus'*
7. *Projecto de Controladores na Frequência. Controlo PID*
8. *Realimentação de Variáveis de Estado e Colocação de Pólos*
9. *Projecto de Controladores Digitais*
10. *Introdução ao Controlo Não Linear e ao Controlo Adaptativo.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Mathematical Techniques for Control*
2. *Sensors and Actuators in Control Systems. Block diagrams*
3. *Analysis of Control Systems*
4. *Discrete Control Systems*
5. *Performance Measures in Controller Design. Implementation of Electronic Controllers*
6. *Analysis and Design of Control Systems with the "Root Locus" Technique*
7. *Controller Design in the frequency Domain. PID Control.*
8. *State Variable Feedback and Pole Placement*
9. *Digital Controller Design*
10. *Introduction to Nonlinear Control and to Adaptive Control*

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

Os objectivos deste curso são a introdução dos alunos aos sistemas de controlo moderno e o ensino das técnicas relevantes de análise e de projecto, clássicas e modernas.

Nessa medida, o conteúdo programático proposto é de banda larga, focando variadas sub-áreas do controlo (linear, analógico, digital, adaptativo, não linear, multivariável) embora algumas delas sejam pouco aprofundadas em virtude da limitada carga horária.

A matemática e as técnicas de simulação e de modelação importantes para a área são revistas e aprofundadas.

Tenta-se equilibrar o peso relativo nas aulas das componentes teórica, de resolução de problemas e de trabalho laboratorial do curso de forma a dotar o aluno de capacidades e de conhecimentos nas diferentes vias de ataque aplicáveis à resolução de problemas práticos.

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

This course aims to present to the students modern Control Systems and to teach relevant techniques of design and analysis, both classic and modern.

The proposed study plan is wideband and presents several sub-areas of control systems (linear, analog, digital, adaptive, nonlinear, multivariable) although some of those are not deeply explored due to the limited available time.

The foundational mathematics and the modelling and simulation techniques relevant to control are presented.

The relative importance of theory, laboratory and practice of problem solving are balanced in the course with the aim of providing the student with a broad range of skills and knowledge which allows for several ways of tackling concrete control problems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: *Apresentação sistemática dos princípios teóricos do Controlo*

PRÁCTICA LABORATORIAL: *Trabalho individual e em grupo, apoiado pelo docente, focando a resolução de problemas através do uso dos princípios teóricos do Controlo.*

Desenvolvimento de modelos numéricos (em Scilab ou em Octave) de compensação e controlo de sistemas analógicos (amplificadores) e de sistemas digitais (usando microcontroladores de uso geral).

AVALIAÇÃO: *Exame individual escrito, séries de problemas entregues ao longo do semestre e da classificação do desempenho do aluno nas aulas de laboratório.*

Um projecto (opcional) poderá ainda contribuir para a nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: *Systematic presentation of Control Theory*

Laboratory practice: Individual and group work, supported by the instructor, focusing problem solving based on Control Theory principles. Development of numeric models of controllers and compensators, using Scilab or Octave, in the analog (using opamp circuits) and digital (using general microcontroller boards) domains.

EVALUATION: Individual exam, series of problems delivered along the semester, performance of the student in the laboratory sessions. Eventual development of a small-scale project.

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

Os alunos são aqui apresentados pela primeira vez à Ciência do Controlo. O trabalho nesta área desenvolve-se nas vertentes teórica e experimental, sendo a vertente experimental muito dependente, atualmente, da simulação numérica com linguagens de alto nível focadas na resolução matemática de problemas (Matlab, Octave, Scilab, Julia, entre outras).

Por esta razão, o trabalho experimental tem uma componente em simulação importante, sendo usada a plataforma Scilab no laboratório em virtude desta apresentar grande versatilidade, boa qualidade e de ser grátis.

No laboratório também são estudados sistemas físicos de controlo, em particular a compensação|estabilização de amplificadores e a implementação de controlo digital com microcontroladores de baixo custo.

No que respeita à teoria, são estudadas as técnicas clássicas de controlo e são também apresentadas técnicas modernas.

Desta maneira proporciona-se ao aluno uma base de conhecimentos sólida, suficiente para o aprofundamento futuro de sub-áreas do controlo que profissionalmente lhe possam vir a interessar, e que facilite também o entendimento da pujante e vasta literatura científica da área.

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

In this course the students are presented for the first time to Control Science. The workflow goes along both theory and experience: the experimental work develops both with the support of microcontrollers and with numerical simulation tools.

The simulation in the laboratory is supported with Scilab, which is free, open-source, versatile and good enough for our purposes. Other equivalent tools could also have been used (e.g. Matlab, Octave, Julia).

In the laboratory are also studied and controlled physical systems, mainly using digital control algorithms implemented in microcontrollers. The compensation/stabilization of analog amplifiers is also studied.

Both classical and modern control techniques are studied and used in the projects.

In the end, by having a solid and broad training in Control techniques the students are prepared to dive into control sub-areas which they faced with along their professional life, as well as for reading technical literature in the area.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- C. T. Chen, "Analog and Digital Control System Design", Saunders|HBJ, 1993.
- N. Nise, "Control Systems Engineering (3rd Ed.)", Wiley, 2002.
- K. Warwick, "An Introduction to Control Systems (2nd. Ed.)", World Scientific, 1996.
- K. Astrom and B. Wittenmark, "Computer Controlled Systems (3rd. Ed.)", Prentice-Hall, 1997.
- R. Jacquot, "Modern Digital Control Systems (2nd. Ed.)", Marcel Dekker, 1995.
- K. Astrom and B. Wittenmark, "Adaptive Control (2nd. Ed.)", Prentice-Hall, 1994.
- J. J Slotine, W. Li, "Applied Nonlinear Control", Prentice-Hall, 1991.

Mapa IV - Laboratório Avançado de Processamento de Sinal e Imagem

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Laboratório Avançado de Processamento de Sinal e Imagem

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Advanced Signal and Image Processing Laboratory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ETFIS

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:21

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Alexandre Andrade T:14; PL:21

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

<sem resposta>

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

O objetivo principal desta UC é o de fornecer aos alunos uma formação mais específica e avançada em processamento de sinais e imagens médicas, na sequência da formação básica recebida na cadeira "Processamento de Sinais e Imagens Biomédicas"

Os alunos deverão adquirir competências em técnicas de processamento de sinal e imagem recentes, com aplicação a dados biomédicos, e que permitam ir significativamente além dos procedimentos padrão habitualmente aplicados. Essas competências cobrirão o conhecimento teórico, a implementação informática e a aplicação.

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 more specific and advanced training in signal processing and medical imaging, following the basic training received in the curricular unit "Biomedical Signal and Image Processing". Students will acquire skills in recent techniques of signal and image processing, with application to biomedical data, and which go significantly beyond the standard procedures commonly applied. These skills will cover theoretical knowledge, computer implementation and application.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Cálculo espectral baseado em modelos Auto-Regressivos.

Métodos de tempo-frequência: transformada de wavelet.

Métodos adaptativos: transformada de Hilbert-Huang, decomposição em modos empíricos. Métodos univariados adicionais: modelos de Markov, matching pursuit.

Medidas de associação multivariadas: coerência, causalidade de Granger.

Métodos baseados na fase: extração da fase, sinal analítico. Coerência de wavelet, phase synchrony e phase-locking.

Segmentação de imagens: deteção de fronteiras, "region-growing".

Segmentação de imagens: análise textura, reconhecimento de padrões.

Transformada de Radon, Reconstrução de imagens em medicina nuclear e tomossíntese. Classificadores automáticos, machine learning, deep learning e suas aplicações ao processamento de imagem.

4.4.5. Syllabus:

Spectral analysis based on Auto-Regressive models.

Time-frequency methods: wavelet transform.

Adaptive methods: Hilbert-Huang transform, empirical mode decomposition. Additional univariate methods: Markov models, matching pursuit.

Multivariate association measures: coherence, Granger causality.

Phase based methods: phase extraction, analytical signal. Wavelet coherence, phase synchrony and phase-locking.

Image segmentation: border detection, region-growing.

Image segmentation: texture analysis, pattern recognition.

Radon Transform, Reconstruction of images in nuclear medicine and tomosynthesis. Automatic classifiers, machine learning, deep learning and their applications to image processing.

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

Os conteúdos programáticos cobrem uma grande variedade de tópicos mas contemplam também o aprofundamento teórico e a aplicação a problemas concretos. Isto está de acordo com os objetivos da cadeira: fornecer formação em técnicas avançadas, com forte componente de aplicação prática.

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

The contents cover a wide range of topics but also include in-depth theoretical study and application to practical problems. This is in line with the objectives of the course: to provide training in advanced techniques, with strong emphasis on practical application.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**TEÓRICA**

Aulas expositivas.

PRÁCTICA LABORATORIAL

Exemplos e exercícios baseados em Matlab.

AVALIAÇÃO

Mini-projectos individuais ao longo do semestre (50%) + projecto em grupo (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**THEORETICAL**

Lectures

LABORATORY

Matlab-based xamples and exercises.

ASSESSMENT

Individual mini-projects (50%) + team project.

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

A alternância de aulas teóricas e práticas garante o aprofundamento teórico e o desenvolvimento de competências de aplicação a problemas concretos.

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

Alternating between theoretical and lab classes ensures in-depth theoretical coverage of topics along the development of practical application skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Practical Biomedical Signal Analysis using Matlab", K.J. Blinowska & J. Zygierewicz, CRC Press (2012)

"Biosignal and Medical Image Processing", John L. Semmlow, CRC Press (2009) (2nd edition)

"Handbook of Medical Imaging Processing and Analysis", Isaac N. Bankman (ed.), Academic Press (2000)

"Biomedical Image Analysis", R.M. Rangayyan, CRC Press (2005)

Mapa IV - Processamento Laser de (Bio)Materiais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Processamento Laser de (Bio)Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

(Bio)Materials' Laser Processing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ETFIS

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One 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:

Opção**4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***João Miguel Pinto Coelho 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):***A – Conhecer as especificidades dos sistemas laser utilizados no tratamento de materiais e biomateriais.**B – Caracterizar do ponto de vista electromagnético (EM), os (bio)materiais no contexto da sua interação com a radiação.**C – Compreender os mecanismos físicos de interação entre a radiação EM e os (bio)materiais.**D – Identificar os sistemas utilizados nas diversas componentes relativas ao feixe, geometria, protecção e sistemas de controlo.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A – Know the specifics of laser systems used in the treatment of materials and biomaterials.**B – Characterize from the electromagnetic (EM) point of view the (bio)materials in the context of their interaction with radiation.**C – Understand the physical mechanisms of interaction between EM radiation and (bio)materials.**D – Identify the systems used in the various components regarding the beam, geometry, protection and control systems.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1 – Descrição EM dos (bio)materiais**1.1 – Meios dieléctricos**1.2 – Metais**1.3 – Meios não lineares**1.4 – Polarização**1.5 – Repositórios de informação sobre a propriedades ópticas de materiais**2 – Sistemas Laser**2.1 – Feixes**2.2 – Materiais e moduladores**2.3 – Impulsos**2.4 – Caracterização**2.5 – Segurança**3 – Processamento de (bio)materiais**3.1 – Medida das características EM de (bio)materiais**3.2 – Interação da radiação com a matéria**3.3 – Engenharia de sistemas laser**3.4 – Aplicações***4.4.5. Syllabus:***1 – EM Description of (bio)materials**1.1 – Dielectric media**1.2 – Metals**1.3 – Non-linear media**1.4 – Polarization**1.5 – Repositories of information on optical properties of materials**2 – Laser Systems**2.1 – Beams**2.2 – Materials and modulators**2.3 – Pulses**2.4 – Characterization**2.5 – Safety*

- 3 – (Bio)material processing
- 3.1 – Measurement of the EM characteristics of (bio)materials
- 3.2 – Interaction of radiation with matter
- 3.3 – Laser Systems Engineering
- 3.4 – Aplicações

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

Objectivo A, é necessário compreender os conceitos associados à tecnologia laser e os parâmetros envolvidos na propagação e interação com a matéria, sendo fundamentais para entender a configuração dos dispositivos e a manipulação da radiação laser.

Objectivo B, é necessário conhecer os processos físicos envolvidos na interação da radiação laser com a matéria, sendo os diferentes fenómenos caracterizados por modelos físicos distintos, relevantes na simulação da interacção.

O objectivo C, é necessário compreender as especificidades dos meios biológicos em termos de parâmetros físicos e de propagação, bem como as principais diferenças em relação aos materiais não biológicos.

O objectivo D, é necessário providenciar um entendimento alargado da tecnologia laser, incluindo as formas de manipulação do feixe, tendo os alunos de entender as interligações associadas, incluindo os perigos associados à radiação laser e o risco que advém da implementação das diferentes tecnologias associadas.

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

Objective A, it is necessary to understand the concepts associated with laser technology and the parameters involved in propagation and interaction with matter, as fundamentals to understand the device configuration and the manipulation of laser radiation.

Objective B, it is necessary to know the physical processes involved in the interaction of laser radiation with matter, as the different phenomena are characterized by distinct physical models relevant to the simulation of interaction.

Objective C, it is necessary to understand the specificities of biological media in terms of physical and propagation parameters, as well as the main differences with respect to non-biological materials.

Objective D, a broad understanding of laser technology, including the forms of beam manipulation, must be provided. Students must understand the associated interconnections, including the dangers associated with laser radiation and the risks involved when using such technologies.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Sessões expositivas em que serão seguidos os livros de Webb&Jones, Saleh, Niemz e Ossi.

Menos de 5 alunos: sessões tutoriais com acompanhamento individualizado; leituras prévias dos alunos dos capítulos referenciados e com apresentações curtas.

PRÁCTICA LABORATORIAL

Montagem, alinhamento e caracterização de sistemas lasers (por exemplo, laser didáctico de CO₂). Sua aplicação ao processamento de um (bio)material.

AVALIAÇÃO

Artigo de revisão do estado da arte relativo a um sistema de laser de processamento de (bio)materiais - 45%

Relatório da actividade laboratorial - 45%

Intervenção nas sessões teóricas - 10%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL

Lectures will follow the books of Webb & Jones, Saleh, Niemz and Ossi.

Less than 5 students: tutorial sessions with individualized accompaniment; previous readings by students of the referenced chapters and with short presentations.

LABORATORY

Assembly, alignment and characterization of laser systems (e.g. didactic CO₂ laser). Its application to the processing of a (bio) material.

ASSESSMENT

State of the art review article relating to a (bio)material processing laser system - 45%

Laboratory activity report - 45%

Intervention in theoretical sessions - 10%

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

Para atingir os objetivos estabelecidos, torna-se importante ter uma componente teórica que não só forneça aos alunos uma base forte de conhecimento da matéria (e atinjam os objetivos A a D) mas também que lhes dê experiência na pesquisa e análise da informação relevante sobre a matéria.

A evolução contínua neste processo será avaliada com base nas intervenções feitas pelos alunos, não só com apresentações curtas sobre a matéria mas também sobre a análise que os mesmos fazem das feitas pelos colegas.

No final da cadeira, o cumprimento dos objetivos será avaliado com base num artigo de revisão do estado da arte relativo a uma técnica específica de processamento de (bio)materiais por laser.

A prática laboratorial permitirá aos alunos aplicarem os conhecimentos adquiridos. A avaliação desta componente será feita através de um relatório, o qual deverá englobar o que foi feito (e como), e a respetiva análise de resultados no contexto dos objetivos iniciais.

Alguns alunos, se demonstrarem interesse, poderão ser iniciados às metodologias de simulação computacional da interação entre radiação EM e biomateriais (por exemplo, com base em Matlab ou Comsol)

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

To achieve the stated objectives, it is important to have a theoretical component that not only provides students with a strong base knowledge of the subject (and achieves the objectives A through D) but also give them experience in researching and analyzing relevant information about the subjects.

Continuous progress in this process will be assessed on the basis of the interventions made by the students, not only with short presentations on the subject but also on their analysis of those made by their peers.

At the end of the course, achievement of the objectives will be assessed on the basis of a state of the art review article on a specific laser (bio)material processing technique.

The laboratory practice will allow students to apply the acquired knowledge. The evaluation of this component will be done through a report, which should include what was done (and how), and the analysis of its results in the context of the initial objectives.

Some students, if interested, may be introduced to computer simulation methodologies of the interaction between EM radiation and biomaterials (e.g. based on Matlab or Comsol).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Handbook of Laser Technology and Applications, Colin E. Webb, Julian D. C. Jones, IoP – institute of Physics Publishing, London UK, 2004.

Saleh B.E.A., Teich M.C., Fundamentals of Photonics (Wiley, 2007)

Laser-Tissue Interactions: Fundamentals and Applications, 3rd Ed., Markolf H. Niemz, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.

Advances in the Application of Lasers in Materials Science, Paolo M. Ossi, Ed., Springer Nature Switzerland AG 2018.

Mapa IV - Sensores e Sistemas Óticos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sensores e Sistemas Óticos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Sensors and Optical Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ETFIS

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One 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:

Opção**4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Manuel Adler Sanchez de Abreu 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):**

- *Os sensores como interfaces entre sistemas reais e sistemas electrónicos, compreendendo os fenómenos físicos da transdução das grandezas e a sua transformação ao longo da cadeia de processamento de sinal.*
- *O caso concreto dos sensores ópticos, as suas aplicações e a sua integração nos mercados .*
- *Modelação e avaliação do comportamento de um sensor óptico integrado num sistema. Metricas de optimização, controlo e decisão. Competência para seleccionar e integrar um sensor óptico num sistema.*
- *Áreas de desenvolvimento dos sensores ópticos quer a nível da tecnologia de transdução quer do ponto de vista das aplicações e mercados.*

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

- *Sensors as interfaces between real systems and electronic circuits. Relation between external specifications (determined by the application) and sensor subsystems, known the characteristics of the latter system, regardless of the technology used.*
- *Modelling and performance evaluation on an integrated sensor system. Metrics for control, optimization and decision. Competence to select and integrate a sensor in a system.*
- *Knowledge of future trends on optical sensor developments, of market applications, industrial and employment.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Características gerais de sensores e sua classificação por famílias, de acordo com vários critérios.*
- *Os vários tipos de sensores ópticos relativamente à sua resposta espectral.*
- *Modelos funcionais dos sensores ópticos. Sistemas de especificações. Materiais sensoriais. Fenómenos de conversão. Ruído. Figuras de mérito.*
- *Aplicações de sensores ópticos na medição de variadas grandezas físicas.*
- *Sistemas de condicionamento de sinal, aquisição e controlo. Integração de sensores.*
- *Novos desenvolvimentos de sensores ópticos, nomeadamente em guias de onda, plasmónica, materiais não lineares.*

4.4.5. Syllabus:

- *General characteristics of sensors and their classification by families, according to various criteria.*
- *Several types of optical sensor technologies according to their spectral response.*
- *Systems specifications. Sensor materials. Conversion phenomena. Noise. Merit functions.*
- *Applications of optical sensors for the measurement of specific physical variables.*
- *Signal conditioning, signal acquisition and control.*
- *New developments on optical sensors, future applications and markets.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*Os alunos deverão adquirir conhecimentos de referência nos aspectos fundamentais dos sensores ópticos, em particular:*

- *Entender os processos físicos envolvidos e as principais características dos sensores ópticos*
- *Adquirir conhecimento dos vários tipos de sensores ópticos e das suas propriedades, assim como entender como estes são integrados nos sistemas de medida*
- *Adquirir conhecimento dos métodos de caracterização dos sensores ópticos e dos sistemas baseados em sensores destas tecnologias*
- *Ser capaz de avaliar a adequabilidade dos vários tipos de sensores ópticos como solução de um determinado problema.*
- *Conhecer as novas áreas de desenvolvimento e de aplicação dos sensores ópticos.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:*Students are expected to acquire reference knowledge on the fundamental aspects of optical sensors, namely:*

- *Appreciate the physics behind, and key properties of Optical sensors*
- *Acquire knowledge on the various types of sensors and their individual properties, and how they are integrated and used in sensing systems*
- *Understand the methods of characterisation of optical sensors and optical sensor based systems*
- *Be able to assess the suitability of different types of optical sensors for particular applications*
- *Trends and future developments on the field of optical sensors and applications.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: Apresentação de aspectos básicos e sistemática

LABORATÓRIO: Desenvolvimento de um protótipo ou de um sistema sensor específico. Demonstração de diversos tipos de sensores.

AVALIAÇÃO: A avaliação será feita através de prova escrita (30%) baseada na discussão de um artigo técnico que descreva um sensor óptico e um processo físico de transdução. A componente de laboratório é também avaliada relativamente ao nível do trabalho desenvolvido (30%), à qual está associada uma apresentação oral sobre o sensor que foi realizado pelos alunos (20%). No decorrer das aulas teóricas são feitos pequenos questionários com resposta escrita sobre temas associados à tecnologia dos sensores (20%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: Presentation of the basic aspects and systematics

LABORATORY: Development of a prototype or of a sensor based in optical technologies. Demonstration of several types of sensors.

EVALUATION: There will be a written test based on the discussion of a technical paper based on a new sensor technology (30%) The lab and the work produced by the students on sensor development shall be also evaluated in terms of the thoroughness and complexity of their study (30%). All the students have to do an oral presentation on their case study (20%). Short quizzes shall be presented to the students during the theoretical lectures, the results weight 20% of the total score.

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

O conceito de sensor e de sensor óptico deve ser fundamentado na base dos processos físicos que estão envolvidos no processo de transdução. Na sua formação base, o aluno deve ter capacidade de articular os vários conhecimentos adquiridos e os sistemas de sensores abordam este processo multidisciplinar, que vai desde a análise do processo ou grandeza a medir, a sua transdução a vários níveis e processamento em cadeia até atingir a interface do utilizador.

O conhecimento do funcionamento do sensor óptico e das várias figuras de mérito que o caracterizam permitirá ao aluno avaliar a sua adequabilidade a um determinado problema de medição de uma grandeza e saberá avaliar a sua eficácia no processo de medida, assim como avaliar o impacto das suas limitações.

Além da transmissão de informação nas aulas teóricas que permitem ao aluno adquirir capacidade sustentada na avaliação de um sensor como solução de um determinado problema ou instrumento, pretende-se sobretudo que o aluno tenha uma perspectiva real da aplicação dos sensores nas várias aplicações e mercados. Experiências simples e orientadas por casos práticos de aplicação de sensores permitirão ao aluno ter uma aprendizagem "hands-on", onde poderão avaliar as principais características e limitações de algumas tecnologias de sensores.

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

The concept of sensors in general, and of optical sensors in particular, must be founded on a thorough knowledge of the physical principles behind the processes of transduction. The student must be able to articulate the several layers of knowledge and disciplines acquired during their course, in order to understand the foundation of a sensor system and its application an instrument. This will bring him from the definition of the measuring principle, define the best sensor technology and evaluation of the several layers of processing the information until reaching the user level.

The specific knowledge of the several aspects of a optical sensor, its characteristics and limitations, will allow the student to evaluate solutions to specific problems within a measurement concept.

The theoretical lectures will lead to a better assessment of an optical sensor as a solution in a particular application as well as to evaluate its impact in several applications and markets.

In order to support also a practical knowledge on the application of optical sensors, the student shall perform a series of hands-on activities in the lab, where he will be able to assess some of the main characteristics and limitations of some sensor technologies.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Fraden J, Handbook of Modern Sensors - Physics, Designs, and Applications (3rd ed, Springer, 2004)
- Webster J G, The Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook (CRC, 1998)
- Pallaas-Areny, R, Webster J G, Sensors and signal conditioning (2nd ed Wiley 2001):
- Masoud Ghandehari; "Optical Phenomenology and Applications - Smart Sensors, Measurement and Instrumentation" ISBN 978-3-319-70714-3

Mapa IV - Eletrónica Aplicada

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletrónica Aplicada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Electronics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*ETFIS***4.4.1.3. Duração:***Semestral/One 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:***Opção***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Guiomar Gaspar de Andrade Evans 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):***Os objetivos principais desta unidade curricular são:*

- Apresentar aos alunos metodologias e ferramentas aplicáveis nas diferentes fases do projeto de circuitos integrados analógicos e digitais.*
- Estudar, a nível avançado, blocos electrónicos e algumas matérias importantes em sistemas electrónicos complexos, encontrados em áreas tais como as telecomunicações e sistemas áudio e vídeo.*

Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos adquiram competências no projeto, simulação e teste de circuitos e na sua integração em sistemas electrónicos complexos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The main objectives of this course are:*

- Present to students methodologies and tools applicable in the different phases of the design of analog and digital integrated circuits.*
- Study advanced electronic blocks and some important subjects in complex electronic systems found in areas such as telecommunications and audio and video systems.*

This course unit is intended for students to acquire skills in the design, simulation and testing of circuits and their integration in complex electronic systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Tecnologia de Circuitos Integrados*
- 2. Blocos Transistorizados para Circuitos Integrados Analógicos*
- 3. Circuitos Digitais Básicos com MOSFETs*
- 4. Filtros Comutados*
- 5. Reguladores e Fontes Lineares e Comutadas*
- 6. Malhas de Captura de Fase (PLL's) e Aplicações*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Integrated Circuit Technology*
- 2. Transistorized Blocks for Analog Integrated Circuits*
- 3. Basic Digital Circuits with MOSFETs*
- 4. Switched Filters*
- 5. Linear and Switched Regulators and Sources*
- 6. Phase Lock Loops (PLL's) and Applications*

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

Para atingir os objetivos estabelecidos, para além do estudo e projeto de circuitos constituintes dos sistemas eletrónicos estudados, que são focados em praticamente todos os itens apresentados, dá-se ênfase à otimização e à sua integração em sistemas mais complexos.

Esta metodologia prepara os alunos para a execução, teste e otimização de circuitos integrados e de sistemas eletrónicos complexos.

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

In order to achieve the established objectives, besides the study and design of the circuits that constitute the blocks of the studied electronic systems, which are focused on practically all presented items, emphasis is given to the optimization and its integration in more complex systems.

This methodology prepares students for the execution, testing and optimization of integrated circuits and complex electronic systems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

De natureza expositiva.

PRÁCTICA LABORATORIAL

Desenvolvimento de competências na análise, no projeto, na simulação e no teste de circuitos de aplicação dos conceitos apresentados nas aulas teóricas.

AVALIAÇÃO

Componente laboratorial (30%); exame final (70%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES:

Of an expositive nature.

LABORATORY

Development of skills in the analysis, design and testing of electronic circuits.

EVALUATION

Laboratory classes (30%); final exam (70%).

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

Na componente teórica são apresentados e discutidos os circuitos, a sua otimização e desempenho, assim como a sua integração em sistemas mais complexos.

As aulas de laboratório permitem o desenvolvimento da componente prática, sendo implementados e testados ou simulados alguns dos circuitos enquadrados na matéria discutida na componente teórica.

A metodologia utilizada permitirá aos estudantes abordar os temas desenvolvidos na disciplina de uma forma integrada com vista a habilitá-los a tornarem-se autónomos em estudos futuros.

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

In the theoretical component are presented and discussed the circuits, their optimization and performance, as well as their integration into more complex systems.

Laboratory classes allow the development of the practical component, being implemented and tested or simulated some of the circuits framed in the subject discussed in the theoretical component.

The methodology used will allow students to approach the subjects developed in the course in an integrated way in order to enable them to become autonomous in future studies.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Analysis and Design of Analog Integrated Circuits: Gray, Hurst, Lewis, Meyer 2001 Wiley;

Analog Integrated Circuit Design: Johns, Martin 1997 Wiley;

Microelectronic Circuits: Sedra, Smith 2004 Oxford University Press, 5th Ed;

Slides das aulas teóricas: Guiomar Evans.

Mapa IV - Bioinformática

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Bioinformática

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Bioinformatics**4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CEI***4.4.1.3. Duração:***Semestral/One Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; TP:21***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opção***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Cátia Luísa Santana Calisto Pesquita T:28; TP:21***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A - Adquirir uma visão panorâmica dos aspectos mais importantes da bioinformática, incidindo nos aspectos computacionais e algorítmicos da área.**B - Adquirir capacidade para compreender os problemas fundamentais da área e saber que ferramentas têm à sua disposição para os resolver, bem como as suas limitações**C – Saber articular diferentes áreas e ferramentas para desenhar e executar estudos científicos em bioinformática***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A - Acquire a panoramic view of the most important aspects of bioinformatics, focusing on the computational and algorithmic aspects of the area.**B - Acquire the ability to understand the fundamental problems of the area and know what tools are available to solve them, as well as their limitations.**C - Know how to articulate different areas and tools to design and execute scientific studies in bioinformatics.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Bases de dados para Bioinformática. Anotação funcional de genes. Análise de sequências de proteínas e matrizes de substituição. Métodos de comparação de sequência e BLAST. Métodos de alinhamentos múltiplos, e modelos ocultos de Markov para anotação de domínios. Previsão de função de sequências proteicas. Métodos computacionais de análise de estruturas proteicas (estrutura secundária e terciária). Classificação das estruturas. Modelação comparativa e métodos de previsão da estrutura de proteínas. Bioinformática do interactoma e das redes metabólicas. Análise de Dados de Expressão Gênica em microarrays e RNA-Seq. Introdução à quimoinformática. Ontologias e dados semânticos em bioinformática. Prospecção de textos biomédicos. Sistemas de workflow para bioinformática.***4.4.5. Syllabus:***Databases for Bioinformatics. Functional annotation of genes. Protein sequence analysis and substitution matrices. Sequence comparison methods and BLAST. Multiple alignment methods, and hidden Markov models for domain annotation. Prediction of protein sequence function. Computational methods of protein structure analysis (secondary and tertiary structure). Classification of structures. Comparative modeling and protein structure prediction methods. Bioinformatics of interactome and metabolic networks. Gene Expression Data Analysis in microarray and RNA-Seq. Introduction to computer science. Ontologies and semantic data in bioinformatics. Prospecting of biomedical texts. Workflow systems for bioinformatics.*

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

O programa aborda os principais tópicos da Bioinformática. Em cada tópico são apresentados os principais aspectos computacionais e os algoritmos empregues. São ainda demonstradas várias ferramentas e algoritmos através de tutoriais práticos, e discutidas as suas capacidades e limitações.

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

The program covers the main topics of Bioinformatics. In each topic are presented the main computational aspects and the algorithms employed. Several tools and algorithms are demonstrated through practical tutorials, and their capabilities and limitations are discussed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**TEÓRICA**

Expositiva e demonstrativa. A exposição é baseada na bibliografia aconselhada e utiliza recursos digitais. A demonstração recorre a ferramentas computacionais em bioinformática. A interação com os alunos é fomentada através de momentos de discussão ao longo de cada aula.

TEÓRICO-PRÁTICA

Método activo-participativo, através de tutoriais e projecto. São realizados tutoriais interactivos de várias ferramentas e métodos em bioinformática, utilizando dados reais. Os alunos realizam um projecto recorrendo a um conjunto de metodologias em bioinformática.

AVALIAÇÃO

1. Projecto (50% da nota final).

2. Exame final (50% da nota final).

A aprovação na disciplina só será obtida se ocorrer simultaneamente na componente teórica e teórico-prática (50% T e 50% Prática).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**THEORETICAL**

Expository and demonstrative. The exhibition is based on the recommended bibliography and uses digital resources. The demonstration uses computational tools in bioinformatics. Interaction with students is fostered through discussion moments throughout each class.

THEORETICAL-PRACTICAL

Active-participatory method, through tutorials and project. Interactive tutorials of various bioinformatics tools and methods are performed using real data. Students carry out a project using a set of methodologies in bioinformatics.

EVALUATION

1. Project (50% of the final grade).

2. Final exam (50% of the final grade).

Approval in the course will only be obtained if it occurs simultaneously in the theoretical and theoretical-practical component (50% T and 50% Practical).

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

As metodologias expositiva e demonstrativa empregues na teórica permitem aos alunos adquirir uma visão geral dos temas em bioinformática.

Estes temas são aprofundados nas aulas teórico-práticas, através de tutoriais com dados reais, que permitem aos alunos aprender que ferramentas têm à sua disposição para os resolver, bem como as suas limitações.

Finalmente, durante a execução do projecto, os alunos adquirem a capacidade de saber articular diferentes áreas e ferramentas para desenhar e executar estudos científicos em bioinformática

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

The expository and demonstrative methodologies employed in the theory allow students to acquire an overview of topics in bioinformatics.

These topics are deepened in hands-on tutorials through real-life tutorials that allow students to learn what tools are available to solve them as well as their limitations.

Finally, during the execution of the project, students acquire the ability to articulate different areas and tools for designing and conducting scientific studies in bioinformatics.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Lesk, Arthur. Introduction to bioinformatics. Oxford University Press, 2019. ISBN10 0198794142

Orengo CA, Jones DT, Thornton JM. 2003. Bioinformatics - Genes Proteins and Computers. BIOS. ISBN:1-85996-054-5

Elementos adicionais:*Slides**Tutoriais**Página WEB/Moodle da unidade curricular.***Mapa IV - Robôs Móveis****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Robôs Móveis***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Mobile Robots***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CEI***4.4.1.3. Duração:***Semestral/One Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; TP:21***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opção***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luís Miguel Parreira e Correia T:28; TP:21***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Pretende-se proporcionar ao aluno um alargamento da sua formação em informática à análise e programação de dispositivos corporizados com uma interação mecânica com o ambiente e com mobilidade nesse mesmo ambiente. Este tipo de interação tem especificidades significativas, e a aquisição desse tipo de conhecimento espera-se que possa enriquecer a visão do estudante sobre interação da informática com o mundo real.

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

It is intended to provide the student with an extension of their computer training analysis and embodied devices with a mechanical interaction with the environment and mobility in the same programming environment. This type of interaction has significant specificities, and the acquisition of such knowledge is expected to enhance the vision of student interaction on the computer with the real world.

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Historial da área; Componentes de um robô móvel; Morfologia**Mecanismos de locomoção nos diferentes meios; Armazenamento e consumo energético**Medição de grandezas físicas, passiva e activamente e respectivos tipos de sensores; processamento de dados sensoriais; integração sensorial**Actuação do robô em função dos estímulos sensoriais; estabilização do robô; controlo de decisão**Arquitecturas comportamentais de controlo de decisão; comparação com arquiteturas funcionais; arquiteturas híbridas; reflexos; padrões de acção fixa; programas motor; autonomia do robô**Tipos de simulação de robôs móveis; limitações e realismo das simulações; simulação para depuração de programas para robôs reais*

Representação e levantamento autónomo de mapas; ambientes estáticos e dinâmicos; planeamento de rotas Equipas de robôs; interferência; cooperação emergente; equipas de robôs e humanos.

4.4.5. Syllabus:

History of the field; components of a mobile robot; Morphology

Mechanisms of locomotion in different media; storage and energy consumption

Measuring physical, passive and active sensor types and their quantities; processing sensory data; sensory integration

Performance of the robot on the basis of sensory stimuli; stabilization of the robot; controlling decision

Behavioral control architectures decision; compared with functional architectures, hybrid architectures; reflexes; fixed action patterns; motor programs; robot autonomy

Types of simulated mobile robots, limitations and realism of the simulations, simulation for debugging programs to real robots

Autonomous representation and survey of maps; static and dynamic environments; route planning

Teams of robots; interference; emerging cooperation; teams of robots and humans.

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

O programa cobre a generalidade dos aspetos relacionados com a robótica móvel, o que assegura a aquisição de um conhecimento abrangente, mas salienta e propõe exercícios que fomentam o desenvolvimento da capacidade de decisão autónoma dos robôs, ou seja, sem necessidade de intervenção humana.

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

The program covers in breadth the general aspects related to mobile robotics, which guarantees the acquisition of a global knowledge on this theme. In parallel, the course stresses and proposes exercises that foster the development of autonomous decision capabilities by the robot, meaning without needing human intervention.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição de matérias, nas aulas teóricas.

Orientação para a programação de robôs, e análise e discussão de soluções, nas aulas práticas.

80% Trabalho prático + 20% Teste de escolha múltipla.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical lectures.

Supervision on programming of robots, and analysis and discussion of solutions in practical classes.

Practical work 80% + 20% multiple choice test

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

Por os conteúdos programáticos serem muito diferentes do que é habitual a um engenheiro, ao ter de programar dispositivos que atuam, com mobilidade, num ambiente físico real, considera-se que é importante haver uma componente forte de trabalho prático com um, ou mais robôs. Esta importância tem, naturalmente, de se traduzir num peso elevado desse elemento de avaliação. As matérias, sendo novas, aconselham uma exposição teórica onde se salientam também as armadilhas que podem representar as características específicas de dispositivos particulares, como sensores e atuadores, em interação com um ambiente físico não estruturado.

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

In virtue of the program contents being rather different from usual for an engineer, since he has to program devices that interact, having mobility, with a real physical environment, it is considered important to have a strong component of practical work with one or more robots. This importance has to be translated in a high weight of the respective evaluation element. Matters being new point to the need of a theoretical presentation where also pitfalls are presented, namely those that result from specific features of devices such as sensors or actuators in interaction with a physical non-structured environment.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

R.C. Arkin, Behavior-Based Robotics, MIT Press, 1998.

George A. Bekey, Autonomous robots from biological inspiration to implementation and control, MIT Press, 2005.

Roland Y. Siegwart and Illah Reza Nourbakhsh, Introduction to Autonomous Mobile Robots (Intelligent Robotics & Autonomous Agents), Bradford Books, 2004.

Steven M. LaValle, Planning Algorithms, Cambridge University Press, 2006.

V. Braitenberg, Vehicles, MIT Press, 1984.

Rodney A. Brooks, Cambrian intelligence: the early history of the new AI, MIT Press, 1999.

Rodney A. Brooks, Flesh and machines: how robots will change us, Vintage Books, 2002.

Stefano Nolfi and Dario Floreano, Evolutionary Robotics - The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines, MIT Press, 2004.

Tucker Balch and Lynne E. Parker (eds.), Robot Teams: From Diversity to Polymorphism, AK Peters, Ltd., 2002.

Mapa IV - Técnicas de Interação Avançadas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Técnicas de Interação Avançadas***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Advanced Interaction Techniques***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CEI***4.4.1.3. Duração:***Semestral/One Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; TP:21***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opção***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luís Manuel Pinto da Rocha Afonso Carriço T:28***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Tiago João Vieira Guerreiro TP:21***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objectivo desta cadeira é apresentar os conceitos e a tecnologia usados em formas não tradicionais de interacção com os computadores. São abordados os diferentes modos de interacção disponíveis, e.g., interacção por gesto, voz, cérebro, tacto, etc., os conceitos subjacentes, as arquitecturas e tecnologia de suporte e a sua aplicação como forma de desacoplar e aumentar a comunicação entre as pessoas e as máquinas. Os aspectos teóricos e práticos da combinação de modalidades, na criação de interfaces multimodais, são apresentados e discutidos, tal como as vantagens e desvantagens da diversidade que introduzem. Considera-se a utilização de modalidades como forma de resolver problemas de comunicação, para com pessoas com necessidades especiais ou em situações de uso restritivo. A adaptação das características de apresentação ou interacção ao contexto é também assunto de estudo. São debatidos exemplos de jogos, de interacção física (e.g. Wii/Eye-toy/Kinect), e aplicações para a saúde.

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

The purpose of this chair is to present the concepts and technology used in non-traditional forms of interaction with computers. The different modes of interaction available, eg gesture, voice, brain, touch, etc., are addressed, the underlying concepts, the architectures and supporting technology and their application as a way of decoupling and enhancing communication between people and others. The theoretical and practical aspects of the combination of modalities in the creation of multimodal interfaces are presented and discussed, as well as the advantages and disadvantages of the diversity they introduce. The use of modalities is considered as a way to solve communication problems, towards people with special needs or in situations of restrictive use. Adapting presentation or interaction characteristics to context is also a subject of study. Examples of games, physical interaction (e.g. Wii / Eye-toy / Kinect), and health applications are discussed.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Do ponto de vista Teórico a disciplina aborda as Interfaces Multimodais, Inteligentes e Adaptativos, incluindo as vertentes de Interação Conscientes do Contexto de Uso e adequadas às situações e utilizadores. Neste sentido explora-se a Interfaces Universais e Acessíveis, bem como a Ubiquidade das aplicações e as formas Naturais de Interação. Exploram-se ainda as características das Interfaces não Usuais de Interação Física e Fisiológica. Do ponto de vista tecnológico abordam-se Arquitecturas para Interação Avançada e introduzem-se plataformas e bibliotecas de interacção por voz, visão por computador, programação de sensores e actuadores em diversos contextos que incluem, por exemplo, dispositivos de interacção por gestos, em superfícies (e.g. tablets ou mesas interactivas) ou à distância explícitos (e.g. Wii-mote, smartphones como dispositivos de interacção) ou de reconhecimento (e.g. Kinect), ou embebidos no vestuário/corpo (e.g. Arduino body sensors).

4.4.5. Syllabus:

From a theoretical point of view, the course addresses Multimodal, Intelligent and Adaptive Interfaces, including the Context-Aware Interaction strands and appropriate to situations and users. In this sense it explores the Universal and Accessible Interfaces, as well as the Ubiquity of the applications and the Natural forms of Interaction. The characteristics of the Unusual Interfaces of Physical and Physiological Interaction are also explored. From a technological point of view, Advanced Interaction Architectures are addressed and voice interaction, computer vision, sensor and actuator programming platforms and libraries are introduced in various contexts including, for example, gesture interaction devices on surfaces. (eg interactive tablets or desks) or explicit (eg Wii-mote, smartphones as interaction devices) or recognition (eg Kinect), or embedded in clothing / body (eg Arduino body sensors).

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

Os conteúdos programáticos estão alinhadas com os objectivos na medida em que o estão inúmeras versões da disciplina leccionadas nas mais variadas universidades do mundo. Podem também suportar-se na evidência de sucesso avaliada em edições anteriores da disciplina.

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

The program content is aligned with the course objectives in coherence with the innumerable versions of courses on the same topic that are taught throughout the world. Moreover, the evidence of previous editions of the course and the knowledge acquired by students and assessed a posteriori indicates that the alignment is consistent.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas: exposição e discussão de matéria; apresentação e discussão de tópicos por parte dos alunos com moderação do professor. Nas aulas teórico-práticas: apresentação da matéria prática e acompanhamento e discussão do projecto. Os alunos são ainda confrontados com a elaboração de um projecto, em que é incentivada a criatividade, a inovação e o trabalho em equipa1) Projecto prático, em grupo, que resulte numa aplicação multimodal, com pelo menos 3 modalidades de entrada e 3 de saída, todas opcionais; o tema é aberto, refinado pelo professor; as entregas para avaliação envolvem: sistema, relatório, vídeo e apresentação/discussão. 2) Apresentação e discussão, individual, de 1 tópico, na aula; os tópicos e os artigos de base são definidos pelo docente. 3) Entrega de cinco artigos, escritos individualmente, sobre os tópicos apresentados na aula.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In theoretical classes: exposition and discussion of subject matter; presentation and discussion of topics by the students in moderation of the teacher. In the theoretical-practical classes: presentation of the practical subject and monitoring and discussion of the project. Students are also confronted with the development of a project in which creativity, innovation and teamwork are encouraged1) Practical group project that results in a multimodal application with at least 3 input and 3 output modes, all optional; the theme is open, refined by the teacher; The deliverables for evaluation involve: system, report, video and presentation / discussion. 2) Individual presentation and discussion of 1 topic in class; The topics and basic articles are defined by the teacher. 3) Delivery of five individually written articles on the topics presented in class.

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

As metodologias de ensino estão alinhadas com os objectivos na medida em que o estão inúmeras versões da disciplina leccionadas nas mais variadas universidades do mundo. Podem também suportar-se na evidência de sucesso avaliada em edições anteriores da disciplina.

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

The adopted teaching methodologies are aligned with the course objectives in coherence with the innumerable versions of courses on the same topic that are taught throughout the world. Moreover, the evidence of previous editions of the course and the knowledge acquired by students and assessed a posteriori indicates that the alignment is consistent.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Maybury Wahlster. Intelligent User Interfaces, 2nd Edition. Sage, 1998:
John M. Carroll (Eds) Human-Computer Interaction in the New Millennium, ACM Press, 2001:
Proceedings of the IEEE, Special Issue on Human-Computer Multimodal Interface, Vol. 91, N. 9, Setembro de 2003:
Communications of the ACM, Março de 2000 e de 2003.
José del R. Millán, "ADAPTIVE BRAIN INTERFACES", COMMUNICATIONS OF THE ACM March 2003/Vol. 46, No. 3:
Tracy Westeyn, Helene Brashear, Amin Atrash, and Thad Starner. Georgia Tech Gesture Toolkit: Supporting Experiments in Gesture Recognition. ICMI'03, November 5-7, 2003, Vancouver, British Columbia, Canada:
John Paulin Hansen, Kristian Tørning, Anders Sewerin Johansen, Kenji Itoh, Hirotaka Aoki. Gaze typing compared with input by head and hand. Proceedings of the Eye tracking research & applications symposium on Eye tracking research & applications. March 2004:*

Mapa IV - Tecnologias de Processamento de Dados**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Tecnologias de Processamento de Dados**4.4.1.1. Title of curricular unit:***Data Processing Technologies***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CEI***4.4.1.3. Duração:***Semestral/One Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; TP:21***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opção***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***António Manuel da Silva Ferreira T:28; TP:21***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Explorar os conceitos da construção de data warehouses, nomeadamente a modelação dimensional, extração, transformação, e carregamento de dados, bem como o uso de técnicas de processamento analítico e prospeção de informação para apoiar a tomada de decisão.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Explore the concepts of building data warehouses, including dimensional modeling, extraction, transformation, and data loading, as well as the use of analytical processing and information mining techniques to support decision making.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Sistemas operacionais e de apoio à decisão; arquitetura e construção de um data warehouse; modelação dimensional de dados; gestão de dados mestre; estudo de casos; formatos e tecnologias para dados abertos; sistema de extração, transformação, e carregamento de dados; qualidade e limpeza de dados; desenho físico de data warehouses; ciclo virtuoso da prospeção de informação; aplicações práticas com métodos de agrupamento, classificação, e regras de associação.***4.4.5. Syllabus:***Operational and decision support systems; architecture and construction of a data warehouse; dimensional data modeling; master data management; Case Study; open data formats and technologies; data extraction, transformation, and loading system; data quality and cleanliness; physical design of data warehouses; virtuous cycle of information mining; Practical applications with grouping methods, classification, and association rules.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Cada objetivo definido tem correspondência nos conteúdos programáticos. A sequência de conteúdos guia o estudante no cumprimento gradual dos objetivos.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Each defined objective has correspondence in the programmatic contents. The sequence of contents guides the student in the gradual fulfillment of the objectives.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de exposição de matéria; aulas de laboratório para resolução de exercícios e utilização de ferramentas. A avaliação tem três componentes: a) exame escrito no final do semestre ou dois testes durante o semestre (50%); b) projeto de construção e uso de um data warehouse (45%); e c) assiduidade às aulas (5%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes of subject exposition; laboratory classes for exercise resolution and tool utilization. The evaluation has three components: a) written exam at the end of the semester or two tests during the semester (50%); b) construction project and use of a data warehouse (45%); and c) class attendance (5%).

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

Os conceitos da construção de data warehouses, dados abertos, limpeza de dados, e de prospeção de informação apresentados nas aulas teóricas são acompanhados de exercícios práticos que os alunos resolvem nos laboratórios, e a sua compreensão é fundamental para obter aproveitamento no projeto. Os conceitos de sistemas operacionais e de apoio à decisão, bem como de gestão de dados mestre e qualidade dos dados, são avaliados no exame ou testes, juntamente com a restante matéria, cobrindo assim todos os objetivos da unidade curricular.

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

The concepts of data warehousing, open data, data cleaning, and data mining presented in the theoretical classes are accompanied by exercises that students solve in the laboratory classes, and their understanding is fundamental to fulfill the project. The concepts of operational and decision support systems, as well as master data management and data quality, are evaluated in the exam or tests, along with the rest of the topics of the programmatic contents, thus covering all objectives of the curricular unit.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Ralph Kimball e Margy Ross, The Data Warehouse Toolkit: The Complete Guide to Dimensional Modeling, Wiley, 3ª edição, 2013, ISBN 1118530802. Gordon Linoff e Michael Berry, Data Mining Techniques: For Marketing, Sales, and Customer Support, Wiley, 3ª edição, 2011, ISBN 0470650931. António Ferreira e André Falcão, Coletânea de Exercícios de IPAI, FCUL, 2017.

Mapa IV - Vida Artificial**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Vida Artificial

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Artificial Life

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEI

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:21

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Luís Miguel Parreira e Correia T:28; TP:21

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Aquisição de conhecimentos nas principais técnicas de processamento da informação baseadas em multi-componentes com propriedades emergentes, nomeadamente inspiradas em modelos de sistemas biológicos. Ganhar a capacidade de encarar modelos auto-organizados como uma solução para problemas complexos.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Acquisition of knowledge in key multi-component information processing techniques with emerging properties, notably inspired by biological system models. Gain the ability to view self-organized models as a solution to complex problems.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução à Vida Artificial e aos Sistemas Auto-Organizados; Sistemas Dinâmicos; Autómatos Celulares; Algoritmos Evolucionários; Algoritmos Genéticos; Análise do comportamento de AGs, AG amigáveis, teoria dos esquemas e paralelismo implícito, Programação Genética, Estratégias de Evolução, Programação Evolucionária; Redes Neurais: Perceção simples e multi-camada, Aprendizagem do perceção, Mapas Auto-Organizados, Redes de Hopfield; Sistemas Imunitários Artificiais; Optimização por Colónia de Formigas; Optimização por Enxame de Partículas; Princípios da Auto-Organização; Criação de conhecimento; Seres artificiais: Comportamentos em seres artificiais; Ambientes de VA e Simulação; Evolução da cooperação.***4.4.5. Syllabus:***Introduction to Artificial Life and Self-Organizing Systems, Cellular Automata;; Evolutionary Algorithms; Dynamical Systems Genetic Algorithms, Analysis of the behavior of GAs, friendly GA, theory of schemes and implicit parallelism, Genetic Programming, Evolution Strategies, Evolutionary Programming, Neural networks, simple perceptron and multi-layer perceptron, Perceptron Learning, Self-Organizing Maps, Hopfield Networks, artificial immune Systems, Optimization by Ant Colony, Particle Swarm Optimization ; Principles of Self-Organization, knowledge creation; artificial Beings : behavior in artificial beings, AL Environments and Simulation; Evolution of cooperation.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os conteúdos programáticos foram escolhidos de modo a proporcionar uma perspetiva alargada de diversos modelos de inspiração biológica. Considera-se mais importante esta perspetiva em desfavor do aprofundamento de um único tópico. Por um lado os diferentes modelos inspiram-se em diferentes sistemas biológicos e é importante analisar a diversidade de características. Por outro lado esta abordagem permite confirmar e salientar características comuns a todos os modelos, nomeadamente a essência paralela, a auto-organização e as propriedades emergentes.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The programmatic contents were chosen in a way to allow a wide perspective of a variety of bio-inspired models. We consider this perspective to be more important than dedicating the whole course to deepen a single topic. On the one hand the different models are inspired in different biological systems and it is important to analyse the features' diversity. On the other hand this approach allows to confirm and stress the common features to all the models, namely their parallel essence, self-organization and emergent properties.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***O ensino divide-se em períodos expositivos a cargo do docente onde se introduzem os conteúdos, alternando com períodos de teor teórico-prático com exercícios e utilização de demonstradores, de software, sobre as matérias anteriormente expostas.**80% Trabalho final + 20% Teste relâmpago (20 perguntas em 20 minutos, escolha múltipla).***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***The teaching is divided into expository periods by the teacher where contents are introduced, alternating with periods of theoretical and practical exercises and use of software, on the subjects previously covered.**Final project 80% + 20% Lightning Test (20 questions in 20 minutes, multiple choice).***4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***A avaliação é composta por um trabalho de fôlego, a realizar ao longo do semestre e por um exame final. Com o primeiro dos elementos de avaliação pretende-se incentivar uma formação mais aprofundada num tópico específico, à escolha do aluno. Os trabalhos são todos apresentados oralmente numa sessão pública no final do semestre. Esta sessão constitui também uma formação adicional, porque os tópicos dos trabalhos se dedicam a aspetos que não foram tratados com tanta profundidade nas aulas. Com o segundo elemento de avaliação pretende-se avaliar o conhecimento geral sobre os diversos temas do programa. A diversidade da formação dos alunos aconselha um modelo flexível, em que se dá ao aluno liberdade para escolher um tópico em que aprofunde os conhecimentos. A exposição de material, com uma aula inicial tentando descrever sinteticamente os vários tópicos a abordar e a perspetiva geral da disciplina, faculta aos alunos uma escolha mais informada sobre o tema a tratar em mais detalhe.*

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

Evaluation is composed by a long term assignment to develop along the semester and by a final examination. With the first evaluation element we intend to stimulate a deeper formation by each student in a specific topic of her/his choice. The assignments are all orally presented in a specific session at the end of the semester. This session also constitutes an additional formation means, since the assignment topics cover aspects that were not detailed in the theoretical exposition in the lectures. With the second evaluation element we intend to evaluate the general knowledge over the different themes of the program. The diversity in the formation of the incoming students suggests a flexible model in which the student has the freedom to choose a topic to elaborate an in-depth work. The presentation of matters along the semester begins, in the first lecture, with a bird's-eye view of the different topics of the course and its general perspective. This provides the students with basis to make an informed choice of the themes they have to develop in detail in the assignment along the semester.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

D. Floreano and C. Mattiussi, Bio-Inspired Artificial Intelligence: Theories, Methods, and Technologies. MIT Press, 2008
Edward Ott, Chaos in Dynamical Systems, Cambridge University Press, 1993. T. Toffoli and N. Margolus, Cellular Automata Machines, MIT Press, 1991.
M. Mitchell, An Introduction to Genetic Algorithms, MIT Press, 1996.
Ronald C. Arkin, Behavior-Based Robotics, MIT Press, 1998.
V. Braitenberg, Vehicles – Experiments in synthetic psychology, MIT Press, 1984.
Leandro N. de Castro and Jonathan Timmis, Artificial Immune Systems: A New Computational Intelligence Approach, Springer, 2002.
Joshua M. Epstein and Robert L. Axtell, Growing Artificial Societies Social Science From the Bottom Up, MIT Press, 1996.
Eric Bonabeau, Marco Dorigo and Guy Theraulaz, Swarm Intelligence - From Natural do Artificial Systems}, Oxford University Press, 1999.

Mapa IV - Visualização de Dados**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Visualização de Dados

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Data Visualization

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEI

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:21

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Opção

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Maria Beatriz Duarte Pereira do Carmo T:28

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

Ana Paula Boler Cláudio TP:21

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

Estudo dos fundamentos da visualização gráfica de informação.

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

Study of the fundamentals of graphical visualization.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Estruturas de dados para a visualização: grelhas e a sua tipificação.*
2. *Algoritmos para a visualização de dados escalares e vectoriais.*
3. *Visualização de tabelas, texto e estruturas hierárquicas.*
4. *Filtragem, ampliação e múltiplas representações.*
5. *Gráficos para análise de dados: tipos de gráficos e como os escolher.*
6. *Aspectos de percepção visual na visualização.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Data Structures for visualization: grids and their classification.*
2. *Algorithms for the visualization of scalar and vector data.*
3. *Visualization of tables, text and hierarchical structures.*
4. *Filtering, zoom and multiple representations.*
5. *Graphics for data analysis: types of charts and how to choose them*
6. *Visual perception issues in visualization*

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

Os conteúdos programáticos fornecem as bases para a visualização de dados. Em primeiro lugar apresenta-se a forma de estruturar os dados de modo a poderem ser processados por sistemas genéricos de visualização.

Em seguida descrevem-se os algoritmos e técnicas de visualização mais comuns em diferentes domínios de aplicação.

Posteriormente, são abordadas técnicas de interacção e filtragem que facilitam a inspeção de grandes volumes de dados. Finalmente, apresentam-se aspectos de percepção que afectam a interpretação das visualizações produzidas.

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

The syllabus provides the basis for data visualization. This is achieved focusing the following issues: data models used by generic visualization systems; algorithms and visualization techniques most common in several application domains; interaction techniques and filtering mechanisms that facilitate the inspection of large data volumes; and perception aspects that affect the interpretation of the visualizations produced.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas presenciais em sala convencional e em laboratório.

Dois projectos e exame final ou 2 testes em alternativa ao exame.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Normal classroom lectures and laboratory classes.

Two projects and final exam or 2 tests as an alternative to examination.

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

Na componente teórica são apresentados os conceitos fundamentais para a geração de visualizações que são depois exercitados nas aulas de laboratório, recorrendo a diferentes softwares de visualização.

As várias componentes de avaliação permitem aferir a apreensão dos conceitos teóricos e as competências adquiridas na visualização de diferentes conjuntos de dados.

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

In lectures are presented the fundamental visualization concepts that are then trained in laboratory classes, using different software tools. The evaluation components allow assessing the knowledge of theoretical concepts and the skills acquired in the visualization of different data sets.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Visualization Analysis and Design, Tamara Munzner, 2014

Data Visualization: Principles and Practice, 2nd edition, Alexandru Telea, 2014

Storytelling with Data: a Data Visualization Guide for Business Professionals, Cole Nussbaumer Knaflic, 2015

Mapa IV - Análise de Dados em Saúde**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Análise de Dados em Saúde

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Healthcare Data Analytics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*CMAT***4.4.1.3. Duração:***Semestral/One Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:42***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Opção***4.4.1.7. Observations:***Optional***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria Helena Mouriño Silva Nunes TP:42***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A - Uma visão geral do reembolso da taxa por serviço (FFS) dos prestadores de serviços de saúde. Desenvolvimento de modelos para descrever indicadores clínicos básicos, como mortalidade, tempo de internamento, readmissões.**B - Mudança do FFS para o modelo de reembolso de cuidados de saúde com base em valor. Cuidados de saúde centrados no paciente/doente. Compreender o raciocínio por trás das Medidas de Resultados Relatadas pelo Paciente (PROMs) e Medidas de Experiência Relatadas pelo Paciente (PREMs)**C - Medir e analisar os resultados e experiência dos pacientes/doentes: o papel dos questionários de saúde. Adquirir competência para julgar a eficácia de um questionário de saúde.**D - Capacidade de analisar conjuntos de dados de pesquisas em saúde. Competências em explorar soluções de negócios para superar os principais problemas identificados pela análise de questionários de saúde***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A – An overview of fee-for-service (FFS) reimbursement of the healthcare providers. Developing models to describe basic clinical indicators such as mortality, length of stay, readmissions.**B – Changing from the FFS to the value-based healthcare reimbursement model. Patient-Centred Care. Understanding the reasoning behind Patient-Reported Outcome Measures (PROMs) and Patient-Reported Experience Measures (PREMs)**C – Measuring and analysing patients' outcome and experience data: the role of the health questionnaires. Acquire competence in judging the effectiveness of a health questionnaire.**D – Ability to analyse datasets from health surveys. Skills in exploring business solutions to overcome the main problems identified by analysing health surveys***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1 - Reembolso do FFS: uma visão geral. Análise dos modelos de regressão mais importantes para descrever os indicadores que traduzem a quantidade de serviço prestado pelos provedores**2 - Modelo de reembolso em saúde baseado em valor: um novo paradigma em que o paciente/doente é o centro do sistema de saúde. O papel crucial dos questionários de saúde**3 - Questionários de saúde para descrever as diferentes dimensões da Qualidade de Vida Relacionada com a Saúde (HR-QoL) e Bem-Estar. Análise dos questionários de saúde mais comuns, como, por exemplo, SF-36, EQ-5D, OMS-5.*

4 - Analisar conjuntos padrão obtidos de questionários de saúde para medir as preferências do paciente. O exemplo do ICHOM.

4 - Análise estatística de questionários de saúde. Ênfase especial é dada à análise não-paramétrica devido à natureza ordinal da maioria das escalas de medição

5 - Explorar soluções de negócios (com ênfase em dispositivos médicos) com base nos resultados de questionários de saúde.

4.4.5. Syllabus:

1 – FFS reimbursement: an overview. Analysing the most important regression models to describe the indicators that translate the quantity of service delivered by the providers

2 – Value-based healthcare reimbursement model: a new paradigm where the patient is the centre of the healthcare system. The crucial role of the health questionnaires

3 – Health questionnaires to describe the different dimensions of Health-Related Quality of Life (HR-QoL) and Well-Being. Analysing the most common health questionnaires as, for instance, SF-36, EQ-5D, WHO-5.

4 – Analysing standard sets obtained from health questionnaires to measure patient preferences. The example of ICHOM.

5 – Statistical analysis of health questionnaires. Special emphasis is given to the non-parametric analysis due to the ordinal nature of most of the measurement scales

6 – Exploring business solutions (with emphasis to medical devices) based on the results from health questionnaires.

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

Para alcançar o objetivo A, os alunos estudarão as principais ideias do reembolso do FFS. Posteriormente, serão desenvolvidos modelos estatísticos para descrever a variável mais relevante para quantificar o desempenho dos profissionais de saúde. Essas variáveis são usualmente de natureza quantitativa.

Para alcançar os objetivos B e C, os alunos precisam ser apresentados ao raciocínio por trás dos "Cuidados de Saúde Centrados no Paciente". Nesse contexto, os questionários de saúde desempenham um papel crucial, ao mostrar como desenvolver referências com base nos resultados dos pacientes.

Para atingir o objetivo D, os alunos estudarão diferentes ferramentas estatísticas para lidar com variáveis coletadas das escalas ordinais e de medidas nominais. Ou seja, métodos não paramétricos devem ser apresentados aos alunos. Sempre que possível, os alunos serão motivados a explorar soluções de negócios que respondam aos problemas identificados pelas análises estatísticas dos questionários de saúde.

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

To achieve objective A, students need to study the main ideas of the FFS reimbursement. Afterwards, they will develop the statistical models to describe the most relevant variable to quantify the performance of the healthcare providers. These variables are usually quantitative in nature.

To achieve objectives B and C, students need to be introduced to the reasoning behind "Patient-Centred Healthcare". In this context, health questionnaires play a crucial role because they show how to develop benchmarks based on patients' outcomes.

To achieve objective D, students will study different statistical tools to deal with variables collected from ordinal and nominal measurement scales. That is, non-parametric methods have to be presented to the students. Whenever possible, students will be motivated to explore business solutions to handle problems identified by the statistical analyses of the health questionnaires.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICO-PRÁTICA

Expositivas com resolução de exercícios e casos práticos

AValiação

Dois projetos realizados durante o semestre. Para cada projeto, o aluno precisa escrever um ensaio e uma apresentação em sala de aula.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL-PRACTICAL

Exercise-solving expositions and case studies

EVALUATION

Two projects set during the semester. For each project, the student needs to write an essay and in-class presentation.

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

As aulas são baseadas na aprendizagem centrada no aluno e contam com desafios reais de cuidado de saúde, que oferecem uma abordagem prática a este curso. O ensino inclui aulas em estilo de palestra, oficinas em sala de aula com os alunos apresentando e participando ativamente de discussões sobre casos e/ou exercícios pré-determinados e apresentações de convidados por académicos e profissionais.

Com este tipo de metodologia, os alunos farão facilmente a conexão entre os conceitos teóricos e as aplicações no mundo real.

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

Classes are based on student-centred learning and they rely on real-life healthcare challenges, which give a hands-on approach to this course. Teaching includes lecture-style classes, in-class workshops with students presenting and actively participating in discussions around pre-assigned cases and/or exercises, and guest presentations by academics and practitioners.

With this type of methodology, students will easily make the connection between the theoretical concepts and the applications to the real world.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1 - Conover, W.J. (1999). *Practical Nonparametric Statistics (3rd edition)*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- 2 - Iezzoni L.I., editor. (2003) *Risk Adjustment for Measuring Healthcare Outcomes (3rd edition)*, Health Administration Press, Chicago.
- 3 - Johnson, T.P. (2015). *Health Surveys Methods*, John Wiley & Sons, New Jersey, USA.

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:**

A FCUL adota os procedimentos adequados para assegurar que o ensino é ministrado de modo a favorecer um papel ativo do estudante na criação do processo ensino/aprendizagem, bem como processos de avaliação consonantes com essa abordagem.

No que respeita ao papel ativo dos estudantes, os estatutos da FCUL preveem a existência de Comissões Pedagógicas para cada curso, formadas pelo Coordenador/Comissão de Coordenação e por estudantes, um por ano curricular. Estas Comissões promovem a ligação entre os alunos e os docentes, diagnosticam problemas e dificuldades relacionadas com o ensino/aprendizagem e diligenciam a sua resolução.

No que respeita à avaliação, o Conselho Pedagógico aprovou o Reg. da Avaliação de Conhecimentos (Del.nº2284/2013) que elenca os tipos de aulas e de avaliação, os regimes de frequência, os procedimentos a adotar em caso de recurso, garantindo que a avaliação dos alunos é efetuada de acordo com critérios, normas e procedimentos previamente definidos e publicitados.

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

FCUL adopts appropriate procedures to ensure that teaching is delivered in a way that favors an active role of students in the creation of the teaching/learning process, as well as evaluation processes consistent with this approach.

As regards the active role of students, FCUL's statutes provide the existence of Pedagogical Commissions for each course, formed by the Coordinator/Coordination Commission and by students, one per curricular year. These Committees promote the link between students and teachers, diagnose problems and difficulties related to teaching/learning, and work towards their resolution.

Regarding the evaluation, the Pedagogical Council approved the Reg. da Avaliação de Conhecimentos (Del.nº2284 / 2013) which lists the types of classes and evaluation, the frequency regimes, the procedures to be adopted in case of appeal, ensuring that the evaluation of the students is carried out according to previously defined and publicized criteria, norms and procedures.

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

A organização dos cursos por ciclos é semestral, correspondendo cada semestre a 30 ECTS e 1 ano a 60 ECTS. Por decisão do Senado da ULisboa, 1 ECTS corresponde a 28h de trabalho de um estudante. Pressupõe-se assim que 1 ano de trabalho corresponde a 1680h.

Anualmente ocorrem vários processos de validação e inquéritos que facilitam a identificação de casos de excesso ou deficiência em relação ao esforço esperado de cada disciplina do plano de estudos. Este assunto é também discutido e cuidadosamente pensado no âmbito do processo de autoavaliação, designadamente quando se propõem mudanças na estrutura curricular e no plano de estudos.

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

The program is organized in semesters, each corresponding to 30 ECTS. An academic year is composed by 60 ECTS. By decision of the Senate of the ULisboa, 1 ECTS is by definition equivalent to 28h of work of a student. It is assumed that a year's work corresponds to 1680 h.

Several annually validation processes occur that facilitate the identification of problematic cases of excess or deficiency on the effort expected from each course curriculum. This subject is also discussed and carefully thought in the context of every self-assessment process, especially when structural changes are proposed in the curriculum.

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:

Embora os formatos da avaliação sejam uma decisão dos professores responsáveis pelas unidades curriculares (UCs), o coordenador do ciclo de estudos monitoriza os formatos de avaliação escolhidos e verifica a sua adequação. São promovidos contactos frequentes entre o coordenador e os responsáveis das UCs para garantir que esta adequação existe.

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

Although the decision about the assessment schemes is made by the professors responsible for each course, the coordinator of the study cycles monitors the chosen schemes and checks their suitability. Frequent contacts are made between the coordinator and the professors responsible for each course in order to guarantee that such suitability exists.

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

Os métodos de ensino de um número significativo de unidades curriculares (UCs) estão concebidos de modo a envolver directamente os alunos em projectos científicos a decorrer em centros de investigação da FCUL (em particular o Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica) ou a desenvolver um projeto de investigação de iniciativa própria, recorrendo frequentemente ao apoio de docentes e investigadores. Isto acontece, por exemplo, nas UCs de Neurociências e Neuromodelação, de Nanotecnologia, Robótica, Protésica e Medicina Regenerativa, Projeto de Saúde Digital, e Projeto de Instrumentação Médica. Na UC de Dissertação (2º ano), é muito frequente os alunos participarem em projectos científicos a decorrer nas instituições de acolhimento. Os alunos são também fortemente encorajados a participar, a título informal ou no âmbito de bolsas de investigação, em projectos científicos em curso.

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

Teaching methods for a significant number of course units (UCs) are designed to involve students directly in scientific projects taking place at FCUL research centers (in particular at the Institute of Biophysics and Biomedical Engineering) or to develop a research project of own-initiative, often supported by teachers and researchers. This happens, for example, in the Neuroscience and Neuromodeling, Nanotechnology, Robotics, Prosthetics and Regenerative Medicine, the Digital Health Project and the Medical Instrumentation Project UCs. In the Dissertation (2nd year), students often participate in scientific projects taking place at the host institutions. Students are also strongly encouraged to participate, informally or as part of research grants, in ongoing scientific projects.

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

De acordo com o DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 65/2018, de 16 de agosto, o número total de créditos de um ciclo de estudos conducente ao grau de mestre é entre 90 e 120, com uma duração entre 3 e 4 semestres de trabalho dos alunos.

Nesta proposta de mestrado em Engenharia Biomédica e Biofísica optou-se por exigir 120 unidades de crédito e 4 semestres de trabalho. É esta a regra habitual na União Europeia no caso em que os 1.ºs ciclos têm 3 anos e 180 unidades de crédito como acontece, em geral, em Portugal.

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:

According to DL 74/2006 of March 24, with the wording of DL 65/2018 of August 16, the total number of credits of a study cycle leading to the master's degree is between 90 and 120, lasting between 3 and 4 semesters of student work.

In this master's degree proposal in Biomedical Engineering and Biophysics it was decided to have 120 credit units and 4 semesters of work. This is the usual rule in the European Union in the case that 1st cycles have 3 years and 180 credit units as is generally the case in Portugal.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

Em cada unidade curricular os docentes fizeram uma estimativa do número de horas de trabalho que serão necessárias a um estudante aprender e dominar os conteúdos leccionados, incluindo as horas de contacto com os docentes e as horas dedicadas ao estudo e à realização de projetos, trabalhos práticos, e avaliação. Na estimativa referida foi ainda tido em conta, as áreas de especialização de cada docente e o conteúdo e complexidade das matérias que aborda.

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 each curricular unit, teachers made an estimate of the number of hours of work that a student will need to learn and master the taught contents, including the contact hours with teachers and the hours dedicated to the study and the realization of projects, practical works, and evaluation. In the aforementioned estimate it was also taken into account the areas of specialization of each teacher and the content and complexity of the subjects he/she addresses.

4.7. Observações

4.7. Observações:

O vasto leque de unidades curriculares (UCs) opcionais permite aos alunos traçarem o seu percurso formativo de acordo com as suas preferências de tópicos em engenharia biomédica e biofísica, uma área multidisciplinar vasta em conhecimentos e aplicações. Para além destas UCs opcionais, os alunos poderão escolher outras UCs de 2º ciclo que seja disponibilizadas pela FCUL ou da ULisboa, mediante acordo da Coordenação do Curso, permitindo, por conseguinte ainda maior liberdade formativa ao aluno.

As unidades curriculares opcionais do 2º ano poderão funcionar em regime de quartil.

4.7. Observations:

The wide range of optional curricular units (UCs) allows students to define their educational path according to their topic preferences in biomedical and biophysical engineering, a multidisciplinary field of knowledge and applications. In addition to these optional UCs, students will be able to choose other 2nd Cycle UCs made available by FCUL or ULisboa, by agreement of the Course Coordination, thus allowing the student even greater formative freedom.

The optional curricular units of the 2nd year can work in quarters.

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.

*Hugo Alexandre Teixeira Duarte Ferreira (coordenador): Prof. Auxiliar em regime de dedicação exclusiva;
Raquel Cruz da Conceição (co-coordenação): Prof.^a Auxiliar em regime de dedicação exclusiva;
Nuno Miguel de Pinto Lobo e Matela (co-coordenação): Prof. Auxiliar em regime de dedicação exclusiva.*

Observações sobre as fichas dos docentes:

No campo “Regime de tempo na instituição que submete a proposta (%)” da ficha de docente, considerámos como instituição que submete a proposta, a FCUL e não a ULisboa. Desta forma, qualquer docente de outra escola da ULisboa está contabilizado no guião, a 0%.

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Especialista Degree / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Hugo Alexandre Teixeira Duarte Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Alexandre da Rocha Freire de Andrade	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biofísica	100	Ficha submetida
Pedro Michael Cavaleiro de Miranda	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Dinis de Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Biomédica	100	Ficha submetida
Nuno Miguel de Pinto Lobo e Matela	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biofísica e Engenharia Biomédica	100	Ficha submetida
Raquel Cruz da	Professor Auxiliar ou	Doutor	Engenharia Electrotécnica	100	Ficha

Conceição	equivalente					submetida
Gina Maria Costa Caetano	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Eng ^a Biomédica, Eng ^a Física	100		Ficha submetida
Luis António Monteiro Rodrigues	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor	Fisiologia Humana	0		Ficha submetida
Maria Gabriela Gomes de Figueiredo Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biologia Celular	100		Ficha submetida
Carolino José Nunes Monteiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Genética Molecular	0		Ficha submetida
Marília Cristina de Sousa Antunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Probabilidades e Estatística	100		Ficha submetida
Patrícia Cortés de Zea Bermudez	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Probabilidades e Estatística	100		Ficha submetida
Raquel João Espinha Fonseca	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Investigação Operacional	100		Ficha submetida
Maria Helena Mourião Silva Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Estatística e Investigação Operacional, com especialização em Probabilidades e Estatística	100		Ficha submetida
Patrícia Ferreira Neves Faísca	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100		Ficha submetida
Nuno Miguel Azevedo Machado de Araújo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física	100		Ficha submetida
António Joaquim Rosa Amorim Barbosa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física Nuclear	100		Ficha submetida
José António Soares Augusto	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100		Ficha submetida
Guiomar Gaspar de Andrade Evans	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física, Especialidade Electrónica e Instrumentação	100		Ficha submetida
João Miguel Pinto Coelho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Física	100		Ficha submetida
Manuel Adler Sanchez de Abreu	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Física	100		Ficha submetida
Luís Filipe dos Santos Garcia Peralta	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física de Partículas	100		Ficha submetida
Sara Alexandra Cordeiro Madeira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática e de Computadores	100		Ficha submetida
Cátia Luísa Santana Calisto Pesquita	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Informática	100		Ficha submetida
Luís Miguel Parreira e Correia	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Informática	100		Ficha submetida
Tiago João Vieira Guerreiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática e Computadores	100		Ficha submetida
António Manuel da Silva Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Informática	100		Ficha submetida
Maria Beatriz Duarte Pereira do Carmo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Informática	100		Ficha submetida
Ana Paula Boler Cláudio	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Informática	100		Ficha submetida
Helena Margarida Moreira de Oliveira Vieira	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor	Biomedicina	100		Ficha submetida
Jorge Augusto Mendes de Maia Alves	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física	100		Ficha submetida
Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100		Ficha submetida
Luís Manuel Pinto da Rocha Afonso Carriço	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100		Ficha submetida
				3100		

<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.**

33

5.4.1.2. Número total de ETI.

31

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	100

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	100

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado**5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.**

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	26	83.870967741935 31
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

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	96.774193548387 31
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

Pergunta 5.5. e 5.6.**5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.**

A avaliação do desempenho dos docentes é um elemento central do processo de avaliação permanente da qualidade na FCUL. O objetivo da avaliação de docentes é o de reconhecer e valorizar o mérito, e fornecer a cada docente um conjunto de indicadores que lhe permita aperfeiçoar o seu desempenho, bem como definir e promover melhorias no funcionamento da instituição. A avaliação do desempenho tem em consideração as quatro vertentes do trabalho universitário: (i) Ensino, (ii) Investigação, (iii) Extensão Universitária, Divulgação Cultural e Científica e Valorização Económica e Social do Conhecimento e (iv) Gestão Universitária.

Os procedimentos e critérios de avaliação dos docentes da FCUL, no triénio 2016-2018, submetem-se ao Despacho n.º13360/2016, de 9 de novembro. O processo de avaliação decorre entre setembro e dezembro de 2019.

Ciências difunde e encoraja a participação em atividades de formação pedagógica, disponíveis em <https://ciencias.ulisboa.pt/pt/formacao-docentes>.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The assessment of teachers' performance is a central element of the ongoing assessment process quality at FCUL. The objective of teachers assessment is to recognize and value the merits, and give each teacher a set of indicators that will enable him to improve his performance, and identify and promote improvements in the functioning of the institution, in particular with regard to training of students. The performance assessment takes into account the four aspects of university work, namely (i) Education, (ii) Research, (iii) University Extension, Cultural and Scientific Disclosure and Economic and Social Valorization of Knowledge and (iv) University Management.

The procedures and criteria for the evaluation of FCUL teachers, in the period 2016-2018, are submitted to Despacho n.13360/2016, of November 9th. The evaluation process runs from Sep.-Dec.2019.

Science encourages participation in pedagogical training activities, available at <https://ciencias.ulisboa.pt/en/formacao-docentes>.

5.6. Observações:

<sem resposta>

5.6. Observations:

<no answer>

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Dez Funcionários em regime de tempo integral: cinco nas Unidades de Serviços da FCUL esporadicamente alocados ao ciclo de estudos e cinco do Departamento de Física parcialmente dedicados ao ciclo de estudos. Estes últimos compreendem cinco técnicos superiores ou assistentes técnicos com funções na gestão dos laboratórios de ensino e de investigação.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

Ten full-time non-academic staff members: five at FCUL Service Units sporadically allocated to the cycle of studies and five from the Department of Physics partially devoted to the cycle of studies. The latter comprise five senior technicians or technical assistants with duties in the management and teaching of research laboratories.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

Funcionários das Unidades de Serviços Centrais: 1 - 11º ano de escolaridade; 4 - Licenciatura.

Funcionários do Departamento de Física (Funcionários Técnicos Superiores e Técnicos): 2 - Engenheiros mecânicos; 1 - Mestre em Física; 2 – 12º ano

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

Non-academic staff of Central Service Units: 1 - 11th year of high school; 4 - Bachelor degree.

Non-academic staff from Department of Physics (Senior Technical and Technical Staff): 2 - Mechanical Engineers; 1 - Master in Physics; 2 - 12th grade

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

Na FCUL é aplicado o Sistema Integrado de Gestão e Avaliação do Desempenho na Administração Pública (SIADAP), nomeadamente o SIADAP 3, regulamentado pela Lei n.º 66-B/2007, de 28/12, na sua redação atual.

O Núcleo de Formação e Avaliação do Departamento de Recursos Humanos dos Serviços Centrais da ULisboa (NFA) tem a seu cargo a promoção da formação profissional para a Universidade de Lisboa (ULisboa), permitindo aos seus colaboradores a atualização e aquisição de competências imprescindíveis ao desempenho das suas funções.

O NFA coopera com as estruturas internas ou externas à ULisboa, estabelecendo parcerias com diversas entidades formadoras, procurando, igualmente, constituir a sua própria equipa formativa, constituída por recursos humanos da ULisboa.

Os trabalhadores da FCUL frequentam também ações de formação em entidades externas, solicitadas por iniciativa do próprio ou do respetivo dirigente, como por exemplo, no INA.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

At FCUL, the "Sistema Integrado de Gestão e Avaliação do Desempenho na Administração Pública (SIADAP)" is applied to workers not teachers and not researchers, namely SIADAP 3, regulated by Law n. 66-B / 2007, December 28th, in its current version.

The Núcleo de Formação e Avaliação do Departamento de Recursos Humanos dos Serviços Centrais da ULisboa (NFA) is responsible for the promotion of vocational training to the University of Lisbon (ULisboa), allowing employees to update and acquisition of skills essential to the performance of their duties.

The NAF cooperate with the internal and external structures of the Universidade de Lisboa establishing partnerships with several training providers and also looking to establish its own training team made up of ULisboa human resources.

FCUL employees also attend training sessions in entities outside, for example, the INA.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

*Laboratórios de aulas: 582 m2
Salas de apoio a aulas laboratoriais: 82 m2
Salas de estudo e com informática p/ alunos: 38 m2
Biblioteca de Física: 133 m2
Espaços comuns (Anfiteatros e salas de aulas): 134 m2*

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

*Labs for classes: 582 m2
Laboratory support rooms: 82 m2
Study and computer rooms for students: 38 m2
Physics Library: 133 m2
Common spaces (Amphitheaters and classrooms): 134 m2*

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

*PC Desktop de suporte às aulas laboratoriais e para utilização em salas de estudo.
PC Workstations para computação intensiva
Projetores
Sistemas BioPAC para as UC's de "Introdução à Engenharia Biomédica" e "Lab. de Engenharia Biomédica e Física Médica"
Sensores inerciais, câmaras e wearables para as UC's de "Biomecânica" e "Dispositivos Médicos e Saúde Digital"
Ossos, esqueletos e representações anatómicas
Modelos e equipamentos fisiológicos (software/hardware)
Lâminas e Microscópios
Aparatos experimentais e consumíveis para laboratórios de Química, Bioquímica e Biologia Celular (Wet labs)
Aparatos experimentais para Mecânica e Eletromagnetismo
Fontes de alimentação, geradores de sinais, osciloscópios, sistemas Arduino, FPGA, outros sistemas e componentes electrónicos para UCs relacionados com eletrónica e processamento de sinal
LASERS e outros sistemas óticos
Detectores de radiação e outro equipamento de física nuclear
Software Microsoft Office, SPSS, Mathematica, Matlab, SolidWorks*

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

*Desktop PC for support of laboratory classes and for use in study rooms.
PC Workstations for compute intensive
Projectors
BioPAC Systems for "Introduction to Biomedical Engineering" and "Lab of Biomedical Engineering and Medical Physics" UCs
Inertial sensors, chambers, and wearables for "Biomechanics" and "Medical Devices and Digital Health" UCs
Bones, skeletons and anatomical representations
Physiological models and equipment (software / hardware)
Slides and Microscopes
Experimental and consumable apparatus for Chemistry, Biochemistry and Cell Biology laboratories (Wet labs)*

*Experimental Apparatus for Mechanics and Electromagnetism
Power Supplies, Signal Generators, Oscilloscopes, Arduino Systems, FPGA, Other Electronics and Signal Processing
Related UC Systems and Components
LASERS and other optical systems
Radiation detectors and other nuclear physics equipment
Microsoft Office Software, SPSS, Mathematica, Matlab, SolidWorks*

8. Atividades de investigação e desenvolvimento e/ou de formação avançada e desenvolvimento profissional de alto nível.

8.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

8.1. Mapa VI Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica / Research centre(s) in the area of the study programme where teaching staff develops its scientific activity

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Classification FCT	IES / HEI	N.º de docentes do CE integrados / Number of study programme teaching staff integrated	Observações / Observations
Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica (IBEB)	Muito Bom/Very Good	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	9	
Centro de Física Teórica e Computacional da Universidade de Lisboa (CFTC)	Muito Bom/Very Good	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	1	
Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP)	Excelente/Excellent	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	1	
Laboratório de Sistemas Informáticos de Grande Escala (LASIGE)	Excelente/Excellent	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	4	
Instituto de Biosistemas e Ciências Integrativas (BIOISI)	Bom/Good	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	5	

Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/afd91322-9462-2ae7-a0ca-5d6e6cf7c872>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/afd91322-9462-2ae7-a0ca-5d6e6cf7c872>

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.

- DRIM-PET: PET com sistema inovador de leitura dupla para correção de DOI, projeto PTDC FCT
- DISTRESSBRAIN: Distress e metabolismo cerebral regional: um estudo correlacional com cancro da mama metastático, projeto PTDC FCT
- Tumor Treating Fields (TTF), I&D empresarial Novocure
- NEUROSCIENCE, I&D empresarial Neuroelectrics
- CAMELOT: C2 Advanced Multi-domain Environment and Live Observation Technologies, projeto H2020
- EMERALD: ElectroMagnetic imaging for a novel genERation of medicAL Devices, projeto ITN
- LOS - COST Action CA16118, projeto COST
- MEDPERSYST: Redes sinápticas e abordagens compreensivas de medicina personalizada em doenças neurocomportamentais ao longo da vida, projeto PAC FCT
- Oxytocin: On the psychophysiology of trust and cooperation, Bial Foundation
- Oxytocin and Dopamine Interplay in Humans – on the Biological Basis of Social Cognition, Investigador FCT
- Biomarcadores neuroiagiológicos para o Diagnóstico de doenças Neuropsiquiátricas, com recurso a Inteligência Artificial, projeto PTDC Inteligência Artificial na Administração Pública FCT
- Neurogenai: Oxitocina intranasal para a psicopatologia social: mecanismos de ação e biomarcadores preditivos usando neuroimagiologia, genética e inteligência artificial, projecto PTDC FCT
- 11th Workshop on Biomedical Engineering, <http://wbme.fc.ul.pt> (evento organizado pelos alunos do MIEBB com apoio dos docentes do curso já na 11ª edição), FCCN
- Colaboração com spin-offs do IBEB/FCUL: PETSys e PETSys Electronics, NeuroPsyAi, EmotAi, NeVARo e Neroes

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.

- DRIM-PET: PET with innovative dual reading system for DOI correction, PTDC FCT project
- DISTRESSBRAIN: Distress and regional brain metabolism: a correlational study with patients with metastatic breast cancer, PTDC FCT project
- Tumor Treating Fields (TTF), Enterprise R&D with Novocure
- NEUROSCIENCE, Enterprise R&D with Neuroelectrics
- CAMELOT: C2 Advanced Multi-domain Environment and Live Observation Technologies, H2020 Project
- EMERALD: ElectroMagnetic Imaging for a Novel Generation of Medical Devices, ITN Project
- LOS - COST Action CA16118, COST project
- MEDPERSYST: Synaptic Networks and Comprehensive Approaches to Personalized Medicine in Lifelong Neurobehavioral Diseases, PAC FCT Project
- Oxytocin: On the psychophysiology of trust and cooperation, Bial Foundation
- Oxytocin and Dopamine Interplay in Humans - on the Biological Basis of Social Cognition, FCT Researcher
- Neurobiological biomarkers for the Diagnosis of Neuropsychiatric Diseases, using Artificial Intelligence, PTDC FCT Artificial Intelligence in Public Administration project
- Neurogenai: Intranasal oxytocin for social psychopathology: mechanisms of action and predictive biomarkers using neuroimaging, genetics and artificial intelligence, PTDC FCT project
- 11th Workshop on Biomedical Engineering, <http://wbme.fc.ul.pt> (event organized by MIEBB students with the support of the course's teachers, already in the 11th edition), FCCN
- Collaboration with IBEB / FCUL spin-offs: PETSys and PETSys Electronics, NeuroPsyAi, EmotAi, NeVARo and Neroes

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:

Segundo os últimos dados publicados a 7 de julho de 2019, disponíveis no portal Infocursos, não existem graduados do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica e Biofísica (MIEBB) da FCUL registados como desempregados no Instituto do Emprego e Formação Profissional (IEFP). Estes resultados são concordantes com a nossa própria avaliação das perspectivas de empregabilidade junto de ex-alunos do curso, sendo que estes estão presentemente a trabalhar na área de R&D biomédica, clínica ou afins e ainda na área de consultoria em tecnologias da informação.

Sendo, o presente ciclo de estudos resultante da cisão do MIEBB, e dada a conjuntura mundial social e económica e de procura de profissionais de engenharia biomédica esperamos que o MIEBB mantenha a taxa de empregabilidade de 100%.

<http://infocursos.mec.pt/>

<https://observador.pt/especiais/os-63-cursos-e-mestrados-integrados-que-oferecem-maior-garantia-de-emprego/>

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

According to the latest data published on July 7, 2019, available on the Infocursos portal, there are no graduates of FCUL's Integrated Master in Biomedical and Biophysical Engineering (MIEBB) registered as unemployed at the Instituto do Emprego e Formação Profissional (IEFP). These results are in line with our own assessment of employability prospects with alumni of the course, who are currently working in the field of biomedical R&D, clinical services or related areas and in the area of information technology consulting.

Therefore we expect that, the current cycle of studies resulting from the split of MIEBB to maintain its 100% employability rate, especially and given the global social and economic environment and demand for biomedical engineering professionals.

<http://infocursos.mec.pt/>

<https://observador.pt/especiais/os-63-cursos-e-mestrados-integrados-que-oferecem-maior-garantia-de-emprego/>

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

O MIEBB tem vindo, consistentemente desde o seu início em 2007, a ser procurado por estudantes com prestações académicas de muito boas a excelentes ao nível do ensino secundário.

A procura deste curso tem claramente excedido a oferta de 40 vagas na 1ª fase de candidaturas, sendo que, segundo dados da Direção-Geral do Ensino Superior (DGES) nos últimos 3 anos, o número de candidatas na 1ª fase foi de 280 (2016), 289 (2017), 264 (2018) e 274 (2018). Adicionalmente o número de candidatas em 1ª opção foi de 33 (2016), 30 (2017), 39 (2018) e 38 (2019) com notas média de candidatura e de último colocado de 170,5/167,3 (2016), 172,1/168,5 (2017), 169,7/163,0 (2018) e 169,3/166,0 (2019) valores.

Esperamos neste novo ciclo de estudos manter a procura e sobretudo a qualidade dos estudantes que ingressam no curso.

<https://www.dges.gov.pt/guias/detcursopi.asp?codc=9845&code=1503>

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

MIEBB has consistently been in demand, since its inception in 2007, by students with very good to excellent academic achievements at high school level.

Demand for this course has clearly exceeded the 40 vacancies in the 1st phase of applications, and according to data from the Direção-Geral do Ensino Superior (DGES) in the last 3 years, the number of candidates in the 1st phase was 280 (2016), 289 (2017), 264 (2018), and 274 (2019). Additionally, the number of candidates in the 1st option was 33 (2016), 30 (2017), 39 (2018), and 38 (2019) with average application and last place scores of 170.5/167.3 (2016), 172.1/168.5 (2017), 169.7/163.0 (2018), and 169.3/166.0 (2019).

We hope in this new cycle of studies to keep up the demand and above all the quality of the students who enter the course.

<https://www.dges.gov.pt/guias/detcursopi.asp?codc=9845&code=1503>

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

O presente ciclo de estudos, MIEBB, tem ao longo dos anos vindo a ser procurado por estudantes de outros cursos e outras faculdades da ULisboa (ex. Faculdade de Medicina - FMUL, Faculdade de Farmácia - FFUL e Instituto Superior Técnico - IST) para a realização de unidades curriculares (UCs) dos 1º e 2º ciclos.

As UCs de Mecanismos da Doença e de Projeto Empresarial (opção) são leccionadas em parceria com a FFUL e o ISCTE, respectivamente. Também, vários docentes do MIEBB têm leccionado na FMUL no âmbito do Mestrado em Neurociências e das opcionais Nanomedicina e Bioquímica Experimental, e ainda no Doutoramento em Ciência Cognitiva, organizado conjuntamente pelas Faculdades de Ciências, Letras, Medicina, e Psicologia.

É de esperar no futuro maior interação com outros cursos da Universidade de Lisboa como o Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica do IST e com o curso de Medicina da FMUL, explorando sinergias em que os vários cursos têm maiores competências e necessidades.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

The present cycle of studies, MIEBB, has been sought by students from other courses and other faculties of the ULisboa over the years (eg Faculdade de Medicina - FMUL, Faculdade de Farmácia - FFUL and Instituto Superior Técnico - IST), for attendance of curricular units (UCs) of the 1st and 2nd cycles.

The UCs of Mechanisms of Disease and Business Project (optional) are taught in collaboration with FFUL and ISCTE, respectively. Likewise, several MIEBB teachers have been teaching at FMUL under the Master in Neurosciences and optional courses on Nanomedicine and Experimental Biochemistry, as well as in the PhD in Cognitive Science, organized jointly by the Faculties of Faculdades de Ciências, Letras, Medicina, and Psicologia.

Further iteration is expected in the future with other courses at the University of Lisbon such as the IST Integrated Master in Biomedical Engineering and the FMUL Medical Course, exploring synergies in which the various courses have greater skills and needs.

10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

A área de engenharia biomédica (EB) é de grande atractividade a nível europeu, incluindo Portugal. Presentemente, no panorama nacional a oferta de formação na área da EB e afins é variada, desde o nível universitário ao politécnico, público e privado, e cobrindo os 3 ciclos de estudos.

A nível europeu salientam-se alguns 2ºs ciclos considerados afins à presente proposta:

- BME Paris, França: <https://www.bme-paris.com>
- MBE Zurich, Suíça: <https://master-biomed.ethz.ch>
- MBE RWTH Aachen, Alemanha: <https://tinyurl.com/MBE-RWTH-AACHEN>
- MBE TU/e, Holanda: <https://tinyurl.com/MBE-TUE-NL>
- MBE University of Twente, Holanda: <https://tinyurl.com/MBE-TWENTE-NL>
- MBE Imperial College London, Reino Unido: <https://tinyurl.com/MBE-ICL-UK>
- MBE Universitat Barcelona, Espanha <https://tinyurl.com/MBE-UB-SP>
- MME KTH, Suécia: <https://www.kth.se/en/studies/master/medical-engineering>

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The area of biomedical engineering (EB) is very attractive at the European level, including Portugal. Presently, the national offer of training in the field of EB is varied, from the university level to the polytechnic, public and private, and covering the 3 cycles of studies.

At the European level, some of the 2nd cycles considered relevant to this proposal are:

- BME Paris, França: <https://www.bme-paris.com>

- MBE Zurich, Suíça: <https://master-biomed.ethz.ch>
- MBE RWTH Aachen, Alemanha: <https://tinyurl.com/MBE-RWTH-AACHEN>
- MBE TU/e, Holanda: <https://tinyurl.com/MBE-TUE-NL>
- MBE University of Twente, Holanda: <https://tinyurl.com/MBE-TWENTE-NL>
- MBE Imperial College London, Reino Unido: <https://tinyurl.com/MBE-ICL-UK>
- MBE Universitat Barcelona, Espanha <https://tinyurl.com/MBE-UB-SP>
- MME KTH, Suécia: <https://www.kth.se/en/studies/master/medical-engineering>

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Todos os cursos referidos acima propõem a formação de profissionais multidisciplinares que façam a ponte entre a engenharia, as ciências exactas e a medicina.

O MEEB apresenta como objectivos gerais o desenvolvimento de competências de Criatividade, Pensamento Crítico, Comunicação e Cooperação, Responsabilidade e Ética, algo que é mais explicitamente referido apenas num dos outros cursos.

Os vários cursos apresentam um núcleo de unidades curriculares (UCs) obrigatórias e perfis opcionais cobrindo 3 a 6 áreas temáticas da EB, à semelhança do atual curso MIEBB. No MEEB mantêm-se UCs opcionais de várias áreas mas facultam-se a possibilidade dos alunos definirem o seu próprio percurso, não ficando restringidos a um determinado perfil ou faculdade. Em contraste com os restantes cursos, o MEEB apresenta um currículo de UCs obrigatórias mais forte em biofísica, dispositivos médicos, saúde digital e de ciência de dados em resposta às tendências científicas, tecnológicas e de mercado actuais.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

All of the above courses propose the training of multidisciplinary professionals who bridge the gap between engineering, exact sciences and medicine.

The MEEB presents as general objectives the development of skills of Creativity, Critical Thinking, Communication and Cooperation, Responsibility and Ethics, something that is more explicitly mentioned only in one of the other courses.

The various courses feature a core of compulsory course units (UCs) and optional profiles covering 3 to 6 EB subject areas, similar to the current MIEBB course. In MEEB there are optional UCs in several areas but it allows the possibility of students to define their own course, not being restricted to a particular profile or faculty. In contrast to the other courses, MEEB features a stronger curriculum of compulsory UCs in biophysics, medical devices, digital health and data science in response to current scientific, technological and market trends.

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 - Instituto Português de Oncologia de Lisboa, Francisco Gentil, E. P. E.

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Instituto Português de Oncologia de Lisboa, Francisco Gentil, E. P. E.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._ipolfg_3janeiro2013-compressed.pdf](#)

Mapa VII - Centro Hospitalar Lisboa Norte, E. P. E.

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Centro Hospitalar Lisboa Norte, E. P. E.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._protocolo_chln_1outubro2014-compressed.pdf](#)

Mapa VII - Hospital de Santa Maria Maior, E. P. E.

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Hospital de Santa Maria Maior, E. P. E.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._protocolo_hospital santa maria maior_assinado_compressed.pdf](#)

Mapa VII - Hospital Garcia de Orta, E. P. E.**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

Hospital Garcia de Orta, E. P. E.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._hgo_8jan2007.pdf](#)

Mapa VII - Hospital Curry Cabral, E. P. E.**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

Hospital Curry Cabral, E. P. E.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._currycabral_17jun2011_compressed.pdf](#)

Mapa VII - Hospital da Luz, S. A.**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

Hospital da Luz, S. A.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._hospitalluz_16dez2009.pdf](#)

Mapa VII - Sociedade I. R. E. - Centro de Senologia**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

Sociedade I. R. E. - Centro de Senologia

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._ire_cs_10out2008.pdf](#)

Mapa VII - Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, I. P.**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, I. P.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._adenda_protocolo_colaboracao_02jun2015.pdf](#)

Mapa VII - Siemens, S. A.**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

Siemens, S. A.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._siemens_adenda1_4jan2007.pdf](#)

Mapa VII - Philips Portuguesa, S. A.**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

Philips Portuguesa, S. A.

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._philips_9mar2010.pdf](#)

Mapa VII - Laboratórios Pfizer, Lda**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

Laboratórios Pfizer, Lda

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._protocolo_pfizer-fcul_2017_compressed.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).

[11.2._DistribuicaoEstudantesDissertacao.pdf](#)

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:

Os estudantes são acompanhados por um orientador interno pertencente aos quadros da Instituição.

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

Students are supervised by an internal supervisor from the staff of the Institution.

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

[11.4.1_A11_4_1.pdf](#)

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- O MEBB dá particular enfoque à Biofísica e à compreensão e modelação da fisiologia do ser humano, facultando a mais completa formação em saúde digital e dispositivos médicos e preparando os seus estudantes, de forma ímpar para o domínio de conceitos complexos e de descoberta de soluções integrativas.
- O MEBB prepara os seus estudantes para o mercado global. As aulas são tipicamente em inglês e as dissertações de mestrado serão muito provavelmente realizadas no UK, Holanda e Alemanha, mas também em Espanha, França, Itália, Áustria, Suíça, Dinamarca e USA, à semelhança do que acontece atualmente no MIEBB.
- O IBEB, numa abordagem única no país, faculta aos estudantes do MEBB um ecossistema de participação em projetos de I&D e empreendedorismo nas áreas da eng^a biomédica.
- O MEBB beneficia de experiências anteriores no âmbito do EIT Health, através de iniciativas de 2º ciclo conjuntas em tal âmbito.

12.1. Strengths:

- The MEBB focuses on biophysics and on the understanding and modeling of human physiology, providing the most complete training in digital health and medical devices and preparing its students in a unique way to master complex concepts and to work with new technologies and discover integrative solutions.
- MEBB prepares its students for the global market. Classes are typically in English and master's dissertations will most likely be held in the UK, the Netherlands and Germany, but also in Spain, France, Italy, Austria, Switzerland, Denmark and the USA, as is currently happening at MIEBB.
- IBEB, in a unique approach in the country, provides MEBB students with an ecosystem of participation in R&D and entrepreneurship projects in the areas of biomedical engineering.
- MEBB benefits from previous EIT Health experiences through joint 2nd cycle initiatives in this area.

12.2. Pontos fracos:

- a) *Existindo já colaborações com grupos de I&D, hospitais e empresas da área da saúde em Portugal e no estrangeiro, o contacto dos alunos com os stakeholders foca-se a nível da realização das dissertações e colaborações ocasionais em unidades curriculares. Pretende-se mais formação em ambiente clínico, maior número de docentes com formação clínica e maior interação com diferentes stakeholders.*
- b) *Apesar dos laboratórios e equipamento existentes para as aulas ser suficiente, não há ainda um Fab Lab aberto que permita aos estudantes o desenvolvimento de projetos extra-curriculares de sua iniciativa para potenciarem as competências criativas.*
- c) *Apesar do atual MIEBB atrair estudantes de Erasmus, seria vantajoso existir uma estratégia concertada para atração de mais estudantes e docentes para potenciar a internacionalização do MEBB.*

12.2. Weaknesses:

- a) *There are already collaborations with R&D groups, hospitals and healthcare companies in Portugal and abroad. Students' contact with stakeholders focuses nonetheless mainly on the realization of dissertations and occasional collaborations in curricular units. Therefore, more training in the clinical environment is intended, a greater number of teachers with clinical training and greater interaction with different stakeholders.*
- b) *Although there are enough laboratories and equipment available for classes, there is not yet an open Fab Lab that allows students to develop extra-curricular projects of their own to enhance creative skills.*
- c) *Although the current MIEBB attracts Erasmus students, it would be advantageous to have a concerted strategy to attract more students and faculty to enhance the internationalization of MEBB.*

12.3. Oportunidades:

- a) *A Engenharia Biomédica (EB) é das áreas com maior crescimento e evolução, fruto dos desafios sociais, incluindo o aumento e o envelhecimento da população, o aumento dos custos com a saúde e a maior personalização dos cuidados e literacia clínica das populações – Portugal acompanha estas preocupações politicamente.*
- b) *A EB é já hoje considerada como a 6ª melhor profissão de engenharia nos USA, o que também se observa na Europa.*
- c) *Não há conhecimento de desemprego: há solicitação constante dos seus formados pelo mercado de trabalho, desde as áreas de I&D, empresas na área da saúde e em tecnologias de informação.*
- d) *Tanto quanto temos conhecimento a formação ministrada no MEBB é única a nível nacional e internacional pelo enfoque na Biofísica, na I&D e na internacionalização dos seus estudantes, consistindo assim uma oportunidade de diferenciação e de captação de estudantes que procuram uma formação de excelência.*
- e) *Este MEBB contemplará um percurso de formação no âmbito do EIT Health.*

12.3. Opportunities:

- a) *Biomedical Engineering (EB) is one of the fastest growing and evolving areas, as a result of societal challenges, including population growth and aging, rising health care costs and greater personalization of care and clinical literacy of populations - Portugal follows these concerns politically.*
- b) *EB is already considered today as the 6th best engineering profession in the USA, which is also observed in Europe.*
- c) *There is no knowledge of unemployment: there is a constant demand from its graduates in the labor market, from the areas of R&D, health companies and information technology.*
- d) *To the best of our knowledge, the training provided at MEBB is unique at national and international level due to its focus on Biophysics, R&D and the internationalization of its students.*
- e) *This MEBB will include an EIT Health training course.*

12.4. Constrangimentos:

- a) *Incerteza sobre a entrada direta dos estudantes no MEBB, tanto dos que fizeram o 1º ciclo em EBB na FCUL como nos de outras origens. A incerteza poderá traduzir-se quer numa menor quer numa maior procura dos ciclos de estudos, com impacto na estratégia de gestão do curso.*
- b) *Os elevados custos de vida em Lisboa encontram-se já a limitar as escolhas dos cursos na capital por parte de alguns potenciais estudantes.*
- c) *A atual incerteza de saída do UK da União Europeia já condiciona (limitando) as escolhas de estágios e dissertações do atual MIEBB. Desconhece-se como esta situação irá afectar a internacionalização do curso.*
- d) *Número reduzido de fabricantes nacionais de equipamentos biomédicos: as empresas asseguram a comercialização, a manutenção e a ligação com os fabricantes, mas nem sempre abrem esta última à academia.*

12.4. Threats:

- a) *There is uncertainty about the direct entry of students in MEBB, both those who did the 1st cycle in EBB at FCUL and those from other backgrounds. This uncertainty may result in either lower or higher demand for study cycles, with an impact on the course management strategy.*
- b) *The high cost of living in Lisbon is already limiting the choice of courses in the capital by some potential students.*
- c) *The current uncertainty of leaving the UK from the European Union already conditions (limiting) the internship and dissertation choices of the current MIEBB. It is not known how this will affect the internationalization of the course.*
- d) *Reduced number of national manufacturers of biomedical equipment: companies provide marketing, maintenance and liaison with manufacturers but do not always open the latter to academia.*

12.5. Conclusões:

No âmbito da cisão do MIEBB, propõe-se a criação de um 2º ciclo de estudos, o MEBB, com conteúdos formativos e abordagem adaptada à realidade do século XXI, incluindo certamente a formação dos estudantes nas novas

tecnologias e paradigmas da última década. Esta abordagem inclui o desenvolvimento de competências gerais de Criatividade, Pensamento Crítico, Comunicação e Cooperação e ainda competências científicas e técnicas específicas com enfoque ímpar no âmbito nacional na Biofísica, na Ciência de Dados, na Saúde Digital e Dispositivos Médicos, e no domínio e desenvolvimento de ferramentas e soluções tecnológicas médicas avançadas.

A área da EB é uma área em franco crescimento e evolução e tem granjeado o interesse do mercado de trabalho. Na verdade, ao longo dos anos, o MIEBB tem atraído e formado estudantes de elevada qualidade como demonstrado pelas suas saídas e evoluções profissionais, quer no âmbito da investigação biomédica, quer em hospitais e em empresas da área da saúde ou das tecnologias da informação. Além do mais, o MIEBB e o IBEB têm conseguido nos últimos anos potenciar a translação de conhecimento para a área empresarial via contratos de I&D e a formação de novas empresas de base tecnológica que vêm enriquecer o panorama nacional e europeia nas área HealthTech e MedTech.

Apesar das incertezas ao nível das respostas dos estudantes à nova realidade de 2 ciclos de estudo, ao nível da sustentabilidade financeira da realização de estudos em Lisboa e do contexto sócio-político internacional, o MEBB vem trazer uma proposta atualizada de formação para o futuro, uma perspetiva de internacionalização dos seus estudantes e um contributo para a economia nacional, europeia e mundial através do seus graduados de elevada qualidade.

Procurar-se-á responsabilizar cada estudante na definição do seu percurso formativo, através de um leque variado de disciplinas de opção em diversas áreas, que melhor o prepare para a dissertação que ocupará a parte principal do 2º ano do MEBB.

Com esta proposta, apresentam-se ainda oportunidades no âmbito do EIT Health, que beneficiam da participação noutros cursos do mesmo âmbito e dos conhecimentos e redes de colaboração que desta forma se estabeleceram, e que o MEBB não deixará de colocar à disposição dos seus estudantes, logo que possível.

12.5. Conclusions:

In the context of the splitting of MIEBB, it is proposed to create a 2nd cycle of studies, the MEBB, with formative content and approach adapted to the reality of the 21st century, certainly including the training of students in the new technologies and paradigms of the last decade. This approach includes the development of general Creativity, Critical Thinking, Communication and Cooperation skills as well as specific scientific and technical skills with a national focus on Biophysics, Data Science, Digital Health and Medical Devices, and the domain and development of advanced medical technology tools and solutions.

The EB area is a fast growing and evolving area and has gained interest from the job market. In fact, over the years, MIEBB has attracted and trained high quality students as demonstrated by their career opportunities and developments, whether in biomedical research, in hospitals and in healthcare or information technology companies. In addition, MIEBB and IBEB have in recent years been able to boost the transfer of knowledge to the business area through R&D contracts and the formation of new technology-based companies that enrich the national and European landscape in the HealthTech and MedTech areas.

Despite the uncertainties regarding student responses to the new reality of 2 study cycles, the financial sustainability of studies in Lisbon and the international socio-political context, MEBB brings an updated proposal for future education, a perspective of internationalization of its students and a contribution to the national, European and world economy through its high quality graduates.

We will endeavor to make each student responsible for defining their educational path, through a wide range of choice subjects in different areas, which best prepares them for the dissertation that will occupy the main part of the 2nd year of MEBB.

With this proposal, there are also opportunities within the EIT Health, which benefit from participating in other courses of the same scope and the knowledge and collaboration networks that were established in this way, and which MEBB will not fail to make available to its students, as soon as possible.