

NCE/19/1900001 — 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:

Licenciado

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:

180

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

3 anos/6 semestres

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

3 years/6 semesters

1.9. Número máximo de admissões:

60

1.10. Condições específicas de ingresso.

Provas Específicas [07 - Física e Química] e [19 - Matemática A].

Classificações Mínimas: Nota de candidato não inferior a 120/200 e Provas de ingresso com classificações não inferiores a 120/200 no âmbito dos exames nacionais de cada uma das disciplinas específicas exigidas. Fórmula de cálculo: 50% - Classificação final do ensino secundário / 50% - Classificação das provas específica(s).

1.10. Specific entry requirements.

Specific Tests [07 - Physics and Chemistry] and [19 - Mathematics A].

Minimum Classifications: Candidate grade not less than 120/200 and Admission exams with grades not less than 120/200 in the national exams of each of the specific subjects required. Calculation formula: 50% - High school final grade / 50% - Specific exam classification(s).

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.

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.

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 181-2019_Cr_Lic_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_Licenciatura_Eng_Biomedica_Biofisica-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:

A Licenciatura em Engenharia Biomédica e Biofísica (LEBB) tem como objetivo principal facultar a formação base a futuros profissionais de uma área científica e tecnológica multidisciplinar, complexa e em rápida evolução que é a Engenharia Biomédica (EB). Esta formação aborda as áreas da matemática, física, química, biologia, programação, engenharia, gestão e saúde, capacitando os estudantes para, num 2º ciclo de estudos, dominarem conceitos específicos e desenvolverem soluções tecnológicas em EB para promoção da saúde, diagnóstico, terapia e reabilitação, a par de competências em investigação biomédica e a análise de dados complexos. O plano de estudos da LEBB inclui igualmente a realização de um estágio em ambiente de investigação, hospitalar e empresarial, em Portugal ou no estrangeiro, facultando assim aos seus estudantes uma primeira experiência profissional na área da EB e no conhecimento das entidades públicas ou privadas, nacionais ou internacionais, relevantes neste domínio.

3.1. The study programme's generic objectives:

The Degree in Biomedical Engineering and Biophysics (LEBB) aims to provide basic training for future professionals in a complex and rapidly evolving multidisciplinary scientific and technological area, which is Biomedical Engineering (EB). This training covers the areas of mathematics, physics, chemistry, biology, programming, engineering, management and health, enabling students, in a second cycle of studies, to master specific concepts and develop technological solutions in EB for health promotion, diagnosis, therapy, and rehabilitation, along with competencies in biomedical research and complex data analysis. LEBB's study plan also includes an internship in a research, hospital and business environment in Portugal or abroad, thus providing students with a first professional experience in the field of EB and knowledge of public or private entities, relevant to this field.

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

Durante a LEBB os estudantes irão desenvolver competências gerais de auto-aprendizagem, gestão de tempo e trabalho de equipa, alicerçadas nos princípios da responsabilidade e da ética.

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

- a) Compreender a anatomia e fisiologia humanas e bioquímica clínica;*
- b) Aprender os fundamentos de matemática, física, química e biologia;*
- c) Aprender os conceitos e ferramentas de programação, análise numérica, electrónica, processamento de sinal e desenho assistido por computador;*
- d) Aprender e aplicar conceitos de gestão e de empreendedorismo;*
- e) Aprender e aplicar conceitos e ferramentas de sinais e imagens médicas, física das radiações, equipamentos médicos de diagnóstico e terapia, soluções de saúde digital e outros dispositivos médicos;*
- f) Realizar um estágio de observação clínica;*
- g) Realizar investigação em contexto científico, clínico ou empresarial em Portugal ou no Estrangeiro.*

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

During LEBB students will develop general self-learning, time management and teamwork skills based on the principles of responsibility and ethics.

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

- a) Understand human anatomy and physiology and clinical biochemistry;*
- b) Learn the fundamentals of mathematics, physics, chemistry and biology;*
- c) Learn the concepts and tools of programming, numerical analysis, electronics, signal processing and computer aided design;*
- d) Learn and apply concepts of management and entrepreneurship;*
- e) Learn and apply concepts and tools of medical signs and images, radiation physics, medical diagnostic and therapy equipment, digital health solutions and other medical devices;*

f) *Conduct a clinical observation stage;*

g) *Conduct research in a scientific, clinical or business context in Portugal or abroad.*

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 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. Ciências 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 de Ciências (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. A intensidade da atividade laboratorial, logo a partir das licenciaturas, é uma das marcas de Ciências. Embora dispendiosa, esta opção é indispensável para garantir o selo de qualidade transportado por muitos dos nossos ex-alunos, que hoje se espalham por muitas empresas e instituições, públicas e privadas, em Portugal e no estrangeiro.

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 desígnios 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:

FCUL's mission is to expand the boundaries 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 critical thinking 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, the 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 are 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 science (about 450 teachers and researchers and 5,500 students), creates a stimulating environment for those who work here, which provides interactions between people from different scientific domains, opening new paths and new visions. The intensity of laboratory activity, right from the undergraduate degree, is one of the hallmarks of science. Although costly, this option is indispensable to guarantee the quality seal carried by many of our alumni, which today spread to many companies and institutions, public and private, in Portugal and abroad.

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 various collaborations with research centers, hospitals and healthcare 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 study cycle, 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	51	0	
Engenharias e Tecnologias Físicas/Physical Engineering and Technologies	ETFIS	33	0	
Ciências Físicas/Physics	CFIS	36	0	
Ciências Matemáticas/Mathematical Sciences	CMAT	30	0	
Ciência e Engenharia Informática/Science and Computer Engineering	CEI	6	0	
Ciências da Vida/Life Sciences	CVIDA	6	0	
Ciências e Tecnologias Químicas/Chemical Sciences and Technologies	CTQ	6	0	
Ciências Empresariais, da Gestão e da Organização/Business Administration, Management and Organization Sciences	CEGO	9	0	
Ciências Empresariais, da Gestão e da Organização/Business Administration, Management and Organization Sciences ou Outra/Other	CEGO ou OUT	0	3	
(9 Items)		177	3	

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 /	Duração / Duration	Horas Trabalho / Horas	Contacto	ECTS	Observações
--------------------------------------	-------------------	--------------------	------------------------	----------	------	-------------

	Scientific Area (1)	(2)	Working Hours (3)	/ Contact Hours (4)	/ Observations (5)
Cálculo Diferencial e Integral I/Differential and Integral Calculus I	CMAT	Semestral/Semester	168	T:42; TP:28	6
Álgebra Linear e Geometria Analítica/Linear Algebra and Analytic Geometry	CMAT	Semestral/Semester	168	T:42; TP:28	6
Mecânica A/Mechanics A	CFIS	Semestral/Semester	168	T:42; TP:28; PL:14	6
Programação/Programming	CEI	Semestral/Semester	168	T:28; TP:14; PL:14	6
Anatomia Humana/Human Anatomy (5 Items)	CEB	Semestral/Semester	168	T:28; TP:21	6

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)
Cálculo Diferencial e Integral II/Differential and Integral Calculus II	CMAT	Semestral/Semester	168	T:42; TP:28	6	
Elementos de Probabilidades e Estatística/Elements of Probability and Statistics	CMAT	Semestral/Semester	168	T:42; TP:28	6	
Eletromagnetismo A/Electromagnetism A	CFIS	Semestral/Semester	168	T:42; TP:28; PL:14	6	
Introdução à Engenharia Biomédica/Introduction to Biomedical Engineering	CEB	Semestral/Semester	168	T:28; TP:14; PL:14	6	
Fundamentos de Química e Bioquímica/Fundamentals of Chemistry and Biochemistry (5 Items)	CTQ	Semestral/Semester	168	T:28; TP:28; PL:14	6	

Mapa III - Não aplicável - 2º ano/1º semestre - 2nd 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:

2º ano/1º semestre - 2nd 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)
--------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Cálculo Diferencial e Integral III/Differential and Integral Calculus III	CMAT	Semestral/Semester	168	T:42; TP:28	6	
Termodinâmica e Teoria Cinética/Thermodynamics and Kinetic Theory	CFIS	Semestral/Semester	168	T:42; TP:21	6	
Biologia Celular (EBB)/Cell Biology (EBB)	CVIDA	Semestral/Semester	168	T:28; TP:14; PL:28	6	
Ondas, Acústica e Ótica/Waves, Acoustics, and Optics	CFIS	Semestral/Semester	168	T:42; TP:21	6	
Laboratório de Engenharia Biomédica e Física Médica/Laboratory of Biomedical Engineering and Medical Physics	CEB	Semestral/Semester	84	PL:28	3	
Opção/Optional	CEGO ou OUT	Semestral/Semester	84	-	3	Qualquer UC de 1º ciclo da FCUL ou da ULisboa

(6 Items)

Mapa III - Não aplicável - 2º ano/2º semestre - 2nd 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:***2º ano/2º semestre - 2nd 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)
Circuitos Electricos e Sistemas Digitais/Electronic Circuits and Digital Systems	ETFIS	Semestral/Semester	168	T:28; TP:14; PL:28	6	
Fisiologia Humana/Human Physiology	CEB	Semestral/Semester	168	T:42; PL:21	6	
Biomecânica/Biomechanics	CEB	Semestral/Semester	168	T:42; TP:21	6	
Economia e Gestão/Economics and Management	CEGO	Semestral/Semester	168	T:28; TP:28	6	
Desenho Assistido por Computador/Computer Assisted Design	ETFIS	Semestral/Semester	84	T:14; PL:21	3	
Empreendedorismo em Ciências/Entrepreneurship in Science	CEGO	Semestral/Semester	84	TP:28	3	

(6 Items)

Mapa III - Não aplicável - 3º ano/1º semestre - 3rd 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:***3º ano/1º semestre - 3rd 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)
--------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Física Médica em Diagnóstico e Terapia/Medical Physics in Diagnosis and Therapy	CEB	Semestral/Semester	168	T:42; TP:28	6
Eletrónica Analógica e Digital/Analog and Digital Electronics	ETFIS	Semestral/Semester	168	T:28; TP:14; PL:28	6
Processamento de Sinal/Signal Processing	ETFIS	Semestral/Semester	168	T:28; TP:21; PL:21	6
Tópicos de Física em Engenharia/Topics of Physics in Engineering	CFIS	Semestral/Semester	168	T:42; TP:21	6
Métodos Numéricos/Numerical Methods	CFIS	Semestral/Semester	168	T:28; PL:28	6

(5 Items)

Mapa III - Não aplicável - 3º ano/2º semestre - 3rd 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:

3º ano/2º semestre - 3rd 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 / Observations (5)	Observações / Observations
Processamento de Sinais e Imagens Biomédicos/Biomedical Signal and Image Processing	ETFIS	Semestral/Semester	168	T:28; PL:42	6	
Física e Tecnologia das Radiações/Radiation Physics and Technology	ETFIS	Semestral/Semester	168	T:28; PL:28	6	
Dispositivos Médicos e Saúde Digital/Medical Devices and Digital Health	CEB	Semestral/Semester	84	T:28; TP:14	3	
Histologia e Bioquímica Clínica/Histology and Clinical Biochemistry	CEB	Semestral/Semester	84	T:28; TP:14	3	
Estágio em Engenharia Biomédica e Biofísica/Internship in Biomedical Engineering and Biophysics	CEB	Semestral/Semester	336	OT:28	12	

(5 Items)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo Diferencial e Integral I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus I

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):

Ana Rute do Nascimento Mendes Domingos T:42

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

Alessandro Margheri TP: 28

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

A – Aquisição das noções e técnicas básicas do cálculo diferencial e integral para funções reais de variável real, bem como algumas das suas aplicações.

B – Aquisição de noções sobre séries numéricas e séries de potências.

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

A – To master the notions and basic techniques of differential and integral calculus for real valued functions of one variable, as well as some applications.

B – To master notions of infinite series and power series.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Sucessões reais: propriedades, subsucessões, limites*
- 2. Séries de números reais: propriedades, convergência simples/absoluta, critérios de convergência*
- 3. Funções: limites, continuidade, propriedades, limite da função composta. Teoremas de Bolzano e de Weierstrass*
- 4. Derivadas: propriedades, interpretações geométrica e cinemática. Derivação da função composta e da inversa*
- 5. Funções circulares inversas*
- 6. Teoremas de Rolle e de Lagrange, Regra de Cauchy, e aplicações*
- 7. Funções monótonas, extremos locais e absolutos*
- 8. Problemas de optimização*
- 9. Estudo de funções*
- 10. Fórmula de Taylor com resto de Lagrange*
- 11. Integral definido de uma função contínua e propriedades; teorema do valor médio*
- 12. Integral indefinido, noção de primitiva, teorema fundamental do cálculo integral*
- 13. Técnicas de primitivação*
- 14. Aplicações: cálculo de áreas e volumes*
- 15. Integrais impróprios*
- 16. Séries de potências: raio e intervalo de convergência, derivação e integração termo a termo*
- 17. Série de Taylor.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Sequences of real numbers: properties, subsequences, limits*
- 2. Series of real numbers: properties, absolute/conditional convergence, criteria of convergence*
- 3. Real valued functions of 1-variable: limits, continuity, properties, limit of composite functions. Theorems of Bolzano and Weierstrass*
- 4. Derivatives: definition, geometric/cinematic interpretations. Differentiation of composite and inverse functions*
- 5. Inverse circular functions*
- 6. Theorems of Rolle and Lagrange, Cauchy rule and applications*
- 7. Monotone functions, local and absolute extrema*
- 8. Optimisation problems*
- 9. Study of functions*
- 10. Taylor's formula with Lagrange remainder*
- 11. Definite integral of continuous functions and its properties, mean value theorem*
- 12. Indefinite integrals, notion of antiderivative, the fundamental theorem of calculus*
- 13. Techniques for computing antiderivatives*
- 14. Calculation of areas and volumes*
- 15. Improper integrals*
- 16. Power series: radius and interval of convergence.*
- 17. Taylor series*

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

Para atingir os objectivos A e B é necessário seguir as orientações dos docentes da disciplina, dadas nas aulas teóricas e nas teórico-práticas, nomeadamente:

- 1) estudar os conteúdos teóricos do programa, ministrados nas aulas teóricas e presentes na bibliografia sugerida;*
- 2) resolver exercícios de aplicação do programa da disciplina, disponibilizados na lista proposta pelos docentes e também os da bibliografia sugerida.*

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

To achieve objectives A and B it is necessary to follow the guidelines set by the faculty of the course, given in the lectures and the problem sessions, namely:

- 1. to study the theoretical contents of the syllabus, taught in the lectures and included in the suggested bibliography;*
- 2. to solve the exercises pertaining to the course contents, set out in the list provided by the professors and those of the suggested bibliography.*

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

Os conteúdos da disciplina são explicados e exemplificados nas aulas teóricas.

TEÓRICO-PRÁTICA

Nas aulas teórico-práticas os alunos resolvem exercícios e problemas sobre os conteúdos da componente teórica, sob a orientação dos docentes.

AValiação

A avaliação realiza-se exclusivamente através de avaliação escrita (exame final escrito) ou conjugando avaliação escrita, neste caso com um peso de 80% na nota final, com avaliação parcial, facultativa, que consiste na realização de um teste parcial, com o peso de 20% na nota final.

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

The course contents are taught and examples are provided and explained in the lectures.

THEORY-PRACTICE

In the problem sessions students solve exercises and problems related to the theoretical material presented, under the guidance of the professors.

ASSESSMENT

Evaluation can consist exclusively on the sitting of a final written exam, or on the combination of the written exam, counting 80% of the final grade, with a mid-semester test, which will account for the remaining 20% of the final grade.

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

Tradicionalmente o ensino da Matemática ao nível universitário envolve dois tipos de aulas. Nas aulas teóricas os conceitos e métodos são explicados e exemplificados aos alunos, sendo aulas com um carácter expositivo. A resolução de exercícios, cuidadosamente seleccionados de modo a consolidar a aquisição e aplicação dos conceitos ministrados, é feita nas aulas teórico-práticas. Nestas aulas os alunos, divididos em turmas mais pequenas, colaboram activamente na discussão e na resolução dos problemas, dando sugestões e/ou colocando questões para clarificar as suas dúvidas. Esta é a metodologia de ensino que se tem implementado nesta unidade curricular

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

Usually Mathematics courses taught at a university level consist of two types of classes. In the lectures concepts and methods are explained and exemplified to the students. In the problem sessions students, divided into smaller groups, solve carefully selected exercises in order to consolidate their knowledge. In these problem sessions students take a more active role, collaborating in the discussion and the solution of the exercises and seeking clarification of their questions. This is the methodology that has been implemented in this course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Barroso, A.C., Domingos, A.R. (2018). Apontamentos teóricos e folhas de exercícios de apoio à disciplina (2018)

Salas, Hille and Etgen. (2007). Calculus, one and several variables. John Wiley and Sons

Sarrico, C.. (2005). Análise Matemática. Gradiva

Mapa IV - Álgebra Linear e Geometria Analítica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Álgebra Linear e Geometria Analítica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Linear Algebra and Analytic Geometry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*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):***Mário João de Jesus Branco T:42***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Ilda Perez Fernandez Silva TP:28***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A – Facultar conceitos e resultados fundamentais de Álgebra Linear e Geometria Analítica.**B – Promover a aprendizagem e as capacidades de manipulação algébrica e de abstracção e raciocínio matemáticos, seja nas aulas teóricas, seja com a resolução de problemas nas aulas teórico-práticas e autonomamente.**C – Compreender as noções, resultados e técnicas básicas inerentes a matrizes, sistemas de equações lineares e espaços vectoriais assim como desenvolver a capacidade de as aplicar***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A – Provide concepts and fundamental results of Linear Algebra and Analytical Geometry.**B – Promoting learning and algebraic manipulation skills as well as mathematical abstraction and reasoning, either in lectures or with problem solving in tutorial classes or autonomously.**C – Students should understand the notions, results, and basic techniques inherent to matrices, linear equation systems and vector spaces as well as develop the ability to apply them.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Matrizes e sistemas de equações lineares reais e complexos: definições básicas; operações algébricas com matrizes, característica; método de eliminação de Gauss-Jordan; inversão de matrizes**2. Determinantes: definição; Teorema de Laplace; propriedades; aplicação aos sistemas de equações lineares e à inversão de matrizes**3. Espaços vectoriais abstratos: definição, subespaços; combinação linear e independência linear; bases e dimensão; coordenadas; espaços das linhas e colunas de uma matriz; soma e soma direta de subespaços; mudança de base**4. Transformações lineares: definição; representação matricial; núcleo e imagem; isomorfismos; mudança de base**5. Valores e vetores próprios: definições; subespaços próprios; multiplicidades algébrica e geométrica; diagonalização de matrizes**6. Espaços euclidianos: produto interno; projeção ortogonal, base ortogonal, complemento ortogonal; produto externo em \mathbb{R}^3* *7. Formas quadráticas: definição; formas definidas e indefinidas; caracterizações*

4.4.5. Syllabus:

1. *Matrices and real and complex systems of linear equations: basic definitions; algebraic operations on matrices, rank of a matrix; Gauss-Jordan elimination method; matrix inversion.*
2. *Determinants: definition; Laplace's Theorem; properties; application to systems of linear equations and to matrix inversion.*
3. *Abstract vector spaces: definition; subspaces; linear combination and linear independence; basis and dimension; coordinates; row and column spaces of a matrix; sum and direct sum of subspaces; change of basis.*
4. *Linear transformations: definition; matrix representation; kernel and image; isomorphisms; change of basis.*
5. *Eigenvalues and eigenvectors: definitions; eigenspaces; algebraic and geometrical multiplicities; diagonalizability of a matrix.*
6. *Inner product spaces: inner product; orthogonal projection, orthogonal base orthogonal complement; cross product in \mathbb{R}^3 .*
7. *Quadratic forms. Definitions; definite forms and indefinite forms; characterizations.*

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

Os conteúdos programáticos percorrem todas as parcelas mencionadas nos objetivos da unidade curricular e têm uma profundidade adequada a que um aluno atinja as competências, tanto ao nível do conhecimento como do raciocínio, estabelecidas nos referidos objetivos.

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

The syllabus covers every item of the objectives of the course and its depth is adequate for the student to accomplish the skills at the level of the knowledge as well as at the level of the reasoning stated in the objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: Aulas explanatórias.

TEÓRICO-PRÁTICA: Resolução de exercícios sobre a matéria dada nas aulas teóricas.

AValiação: A avaliação é escrita, eventualmente seguida de um exame oral. A componente escrita tem duas opções: dois testes, um em novembro com a cotação de 9 valores e outro nas épocas de exames com a cotação de 11 valores; um exame final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: Explanatory teaching.

PROBLEM CLASSES: Exercises to explore the concepts and the results given in the theory classes.

EVALUATION: The evaluation is written, possibly followed by an oral exam. There are two options for the written component:

*two tests, one in November with the maximum score of 9 points and the other one in the final examination period with the maximum score of 11 points;
a written final exam.*

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

Para atingir os objetivos estabelecidos, as aulas teóricas são explanatórias, enquanto as teórico-práticas são de exploração das aulas teóricas, sobretudo feita à custa de resolução de exercícios pelos alunos acompanhados pelo professor. Esta divisão, em aulas teóricas e aulas teórico-práticas, permite aos alunos estudarem sozinhos a matéria lecionada nas aulas teóricas para, depois, nas aulas teórico-práticas, a aprofundarem e esclarecerem as dúvidas, se necessário. Deste modo, um aluno deverá atingir as competências requeridas.

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

To achieve objectives, it is important to have theory classes with explanatory teaching and practice sessions to explore the content of the lectures, mostly by problem solving supervised by the professor. These two types of classes allow that the students can study the content of the lectures by themselves and, later, in the practice classes, explore it and ask for support, if necessary. In such a way, a student should achieve the required skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- I. Cabral, C. Perdigão e C. Saiago, Álgebra Linear. Escolar Editora (várias edições).

- A. P. Santana e J. F. Queiró, Introdução à Álgebra Linear. Gradiva (2010).

- H. Anton e C. Rorres, Elementary Linear Algebra: applications version, John Wiley & Sons, Inc (várias edições).

- L. Barreira e C. Valls, *Exercícios de Álgebra Linear*. IST Press (2011).

- S. Lipschutz, *Linear Algebra: Schaums outline of theory and problems; tradução para português: Álgebra Linear: teoria e problemas*. McGraw-Hill (várias edições).

Mapa IV - Mecânica A

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica A

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanics A

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CFIS

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; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

António Joaquim Rosa Amorim Barbosa T:42; TP:28; PL:14

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

<sem resposta>

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

A – Conhecer e saber traduzir matematicamente os conceitos fundamentais da Mecânica Newtoniana, com uma formulação matemática geral.

B – Saber aplicar as leis da Mecânica em situações novas.

C- Conhecer e saber utilizar as leis de transformação de observador inercial em mecânica newtoniana e a sua generalização para relatividade restrita.

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

A - Know and know how to mathematically translate the fundamental concepts of Newtonian Mechanics, with a general mathematical formulation.

B - Know how to apply the laws of mechanics in new situations.

C- Know and use the laws of transformation of inertial observer in Newtonian mechanics and their generalization to restricted relativity.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Cinemática: Vetores posição, velocidade e aceleração. Movimentos rectilíneo, curvilíneo, circular e de projecteis. Velocidade e aceleração angulares.

2. Observadores inerciais: Movimento relativo e transformações de Galileu. Invariância da velocidade da luz e

transformações de Lorentz. Dilatação do tempo e contração dos comprimentos.

3. Dinâmica: Leis de Newton. Momentos linear e angular. Momento de uma força. Atrito e de resistência. Referenciais acelerados.

4. Trabalho e Energia: Trabalho e energia cinética. Teorema do trabalho-energia. Energia potencial. Conservação da energia mecânica.

5. Sistemas de partículas: Centro de massa. Momentos linear e angular. Sua conservação. Colisões.

6. Corpo rígido: Rotação. Momento de inércia. Momento angular. Movimento de rolamento.

7. Movimento oscilatório: Movimento harmónico simples (MHS). A mola e o pêndulo. Oscilações forçadas e amortecidas.

8. Interação gravitacional: Gravitação de Newton. Energia potencial gravítica. Leis de Kepler

4.4.5. Syllabus:

1. Kinematics: Position, velocity and acceleration vectors. Rectilinear, curvilinear, circular and projectile movements. Angular velocity and acceleration.

2. Inertial Observers: Relative Motion and Galileo Transformations. Invariance of the speed of light and Lorentz transformations. Time dilation and length contraction.

3. Dynamics: Newton's Laws. Linear and angular moments. Momentum of a force. Friction and resistance. Accelerated referentials.

4. Work and Energy: Work and kinetic energy. Work-energy theorem. Potential energy. Conservation of mechanical energy.

5. Particle Systems: Center of Mass. Linear and angular momenta. Their conservation. Collisions.

6. Rigid body: Rotation. Momentum of inertia. Angular momentum. Rolling movement.

7. Oscillatory Motion: Simple Harmonic Motion (MHS). The spring and the pendulum. Forced and dampened oscillations.

8. Gravitational Interaction: Newton's Gravitation. Gravitational potential energy. Kepler's laws.

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

As matérias ensinadas são fundamentais para qualquer estudo dos temas desenvolvidos na disciplina e podem ser encontradas nos livros de referência neste assunto.

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

The subjects taught are fundamental to any study of the subjects developed in the discipline and can be found in the reference books on this subject.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Expositivas envolvendo sempre que possível discussão com os alunos.

TEÓRICO-PRÁTICA

Resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.

PRÁTICA LABORATORIAL

Realização de um procedimento experimental sobre temas abordados nas aulas teóricas.

AVALIAÇÃO

A componente teórica (CT) e a laboratorial (CL) contribuem, respetivamente, com 80% e 20% para a classificação final.

Existem duas opções de avaliação da CT:

A - realização de um exame final.

B - realização de dois testes, em substituição do exame final. O 1º teste será realizado no meio do semestre e o 2º na data do exame final.

A CL é a média das notas de relatórios sobre as aulas laboratoriais.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL

Expositive involving whenever possible discussion with the students.

THEORETICAL-PRACTICAL

Resolution and discussion of series of problems about the subject given in lectures.

LABORATORY PRACTICE

perform an experimental procedure on topics covered in lectures

EVALUATION

The theoretical component (TC) and the laboratory component (LC) contribute, respectively, 80% and 20% to the final classification.

There are two TC assessment options:

A - completion of a final exam.

B - two tests to replace the final exam. The first test will be held mid-semester and the second on the final exam date.

LC is the average of the report grades on laboratory classes.

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 will allow students to approach the subjects developed in the course in an integrated manner in order to enable each student to become autonomous in future studies.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Raymond A. Serway e John W. Jewett, Jr., Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Thomson, Brooks/Cole, 6 ed, 2004.*

- *Marcelo Alonso e Edward J. Finn, Physics, Addison-Wesley Longman, 1992.*

- *Richard P. Feynman, Robert B. Leighton e Mathew Sands, The Feynman Lectures on Physics, volume I, Addison-Wesley Publishing Company.*

- *Página Moodle da disciplina, onde se encontram as séries de problemas e outro material de apoio.*

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

Programação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computer Programing

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:14, PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Carlos Eduardo Ramos dos Santos Lourenço T:28, TP:14, PL:14

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

<sem resposta>

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

Iniciação à aquisição de pensamento computacional através da resolução de problemas com recurso a algoritmos e métodos de programação básicos, usando uma linguagem de programação imperativa, que no caso é a linguagem C. Introdução ao desenho e estruturação de programas de média escala e à aprendizagem de técnicas mais avançadas de análise de problemas.

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

Acquisition of a computational mind-set through problem-solving using basic algorithms and programming methods. An imperative programming language, the C language, is adopted. Introduction to the design and structure of medium-scale programs, and to the learning of more advanced problem-solving techniques.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução à Programação em C
Estruturas de Controlo
Funções
Arrays
Formatação Input/Output
Apontadores
Caracteres e cadeias de caracteres
Estruturas na linguagem C
Processamento de ficheiros
Recursão
Algoritmia e eficiência computacional
Módulos e encapsulação de informação
Uso de bibliotecas
Introdução à programação orientada a objectos*

4.4.5. Syllabus:

*Introduction to programming in C
Control structures
Functions
Arrays
Input/output formatting
Pointers
Characters and strings
C Structs
File processing
Recursion
Algorithmics and computational efficiency
Modules and information encapsulation
Libraries
Introduction to object-oriented programming*

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

Os conteúdos programáticos correspondem a um currículo de referência em introdução à programação, conforme adoptado por um grande número de universidades a nível mundial. A linguagem C, através dos tipos de dados de que dispõe, e através das suas possibilidades funcionais e de modularização, é adequada a uma iniciação ao processamento de informação, incluindo o armazenamento e transformação de dados. Os tópicos seleccionados fornecem um conjunto de ferramentas básico para a resolução de problemas de índole computacional, ficando os alunos aptos a explorar futuramente temas mais avançados de algoritmia e de processamento de dados.

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

The course contents correspond to a reference curriculum of an introduction to programming, as adopted by several universities worldwide. The C language, through its available data types and its functional and modular capabilities, is suitable for an introduction to information processing, including the storing and transformation of data. The selected topics provide a basic set of tools for the solving of computational problems, while also enabling the students to subsequently explore more advanced subjects in algorithmics and data processing.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA
Aulas teóricas de exposição da matéria.

TEÓRICO-PRÁTICA
Aulas teórico-práticas com apresentação de problemas e discussão de estratégias de resolução dos mesmos. Aulas práticas laboratoriais com a concretização de programas informáticos em computador.

AVALIAÇÃO
Avaliação contínua baseada no trabalho realizado nas aulas teórico-práticas e práticas laboratoriais, eventualmente completado fora da sala de aula. Projecto de investigação, envolvendo a análise de um problema, e o desenho e implementação de uma solução. Exame escrito final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURE
Expository lectures for a first presentation of the course topics.

TUTORIAL
Tutorial sessions of two kinds: problem presentation and discussion of problem-solving techniques; lab sessions for

computer program development.

ASSESSMENT

Student evaluation has three components: continuous evaluation based on work performed in tutorial sessions — eventually completed outside the classroom; a research project comprising the analysis of a problem, and the design and implementation of a solution; final written exam.

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

As principais técnicas computacionais, bem como a sintaxe essencial da linguagem de programação usada, são primeiramente explicadas nas aulas teóricas. Pela natureza da matéria, é conveniente explorar as técnicas de resolução em problemas concretos, para o que as aulas teórico-práticas são adequadas. As aulas práticas laboratoriais permitem concretizar os programas, com vantagens adicionais tais como a possibilidade de detectar e corrigir erros de programação (depuração de programas).

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

The main computational techniques, as well as the essential programming language syntax, are first explained in the expository lectures. The tutorial sessions conveniently complement the lectures by exploring problem-solving techniques with concrete problems. Lab sessions allow implementing computer programs, with additional advantages such as the possibility of detecting and correcting program errors (debugging).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal:

Paul Deitel, C How to Program, Global Edition Paperback, 2016 [corresponde à 8th edition U.S.A., 2016], Pearson. ISBN-10: 129211097X . ISBN-13: 978-1292110974.

Complementar:

António Adrego da Rocha, Introdução à Programação Usando C, 2006, FCA. ISBN: 978-972-722-524-8.

António Adrego da Rocha, Estruturas de Dados e Algoritmos em C — 3ª Edição Revista e Aumentada, 2014, FCA. ISBN: 978-972-722-769-3.

Mapa IV - Anatomia Humana

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Anatomia Humana

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Human Anatomy

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:21

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria Alexandra de Oliveira Silva Braga Pedreira de Brito 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):

O curso tem como principal objetivo o ensino/aprendizagem da constituição e estrutura do corpo humano, organizado por sistemas. O aluno deve ficar a conhecer as principais características dos sistemas locomotor, cardiovascular, linfático, respiratório, digestivo, reprodutor, urinário, nervoso e endócrino, bem como dos órgãos dos sentidos, e respetiva terminologia anatómica. É usada uma abordagem funcional, para que o aluno consiga estabelecer a relação entre estrutura e função, e de orientação aplicada através da apresentação de exemplos de patologias e aplicações relevantes, de forma a promover a compreensão da importância da Anatomia da EB. Pretende-se também estimular o estudo individual e a auto-aprendizagem, bem como o trabalho em equipa, a capacidade de fazer pesquisa, organizar informação e proceder à sua comunicação, como forma de contribuir para o desenvolvimento de competências transversais (soft skills) relevantes para o exercício da atividade profissional.

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

The main aim of the Human Anatomy course is to teach/learn the constitution and structure of the human body, organized by systems. The student shall understand the main anatomic characteristics of the locomotor, cardiovascular, lymphatic, respiratory, digestive, reproductive, urinary, nervous and endocrine systems, as well as of the sense organs, and the corresponding anatomic terminology. The course is based on a functional approach for the student's understanding of the structure-function relationship, as well as on an applied perspective by the presentation of examples of relevant pathologies and applications for the student's understanding of the importance of Anatomy in the context of EB. It is also intended to stimulate the individual study and self-learning, as well as the team work, the ability to search, organize information and proceed to its communication, as a way to contribute to the development of transversal competences relevant to the professional activity.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A unidade curricular tem início com a introdução ao estudo do Corpo Humano. Prossegue com o estudo do sistema locomotor, com base na descrição dos ossos do esqueleto axial e apendicular, articulações e músculos representativos. O tópico seguinte compreende o estudo dos sistemas do corpo: cardiovascular (coração, sistema cardionector, pericárdio e vasos sanguíneos); linfático (organização e principais vasos de drenagem linfática); respiratório (vias aéreas e pulmões, pleura e mecânica respiratória); digestivo (tubo digestivo e órgãos anexos) e peritoneu; urinário (rins e trato urinário) e reprodutores masculino e feminino (gónadas, canais, glândulas acessórias e estruturas perineais). O programa termina com a descrição dos sistemas responsáveis pela coordenação e controle das atividades de todo o organismo: o sistema nervoso (sistema nervoso central e periférico), órgãos dos sentidos e sistema endócrino (glândulas e tecidos endócrinos).

4.4.5. Syllabus:

The curricular unit starts with an introduction to Human Body study. It proceeds to the study of the locomotor system, through the description of the bones of the axial and appendicular skeleton, and the representative joints and muscles. The next topic comprehends the study of the body's systems: cardiovascular (heart, conducting system, pericardium and blood vessels); lymphatic (organization and major lymph-collecting vessels); respiratory (airways and lungs, pleura and pulmonary ventilation); digestive (digestive organs and accessory glands) and peritoneum; urinary (kidneys and urinary tract); and the reproductive systems (gonads, ducts, accessory glands and perineal structures). The course ends with the description of the systems responsible for the coordination and integration of the activities of the organism: the nervous system (central and peripheral), special senses and endocrine system (endocrine glands and endocrine tissues).

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

A unidade curricular cobre os tópicos principais da Anatomia Humana de maneira a fornecer aos alunos fundamentos sólidos desta disciplina e o grau de aprofundamento necessário nesta fase do ciclo de estudos, em que têm de abordar problemas Biomédicos usando abordagens da Engenharia e Física.

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

This course covers the main topics of Anatomy so that students receive a solid background and are exposed to a level of detail compatible with this stage of the study cycle, where they have to apply Physics and Engineering approaches to problems of a Biomedical nature.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas destinam-se à apresentação dos conteúdos, efetuada de forma expositiva e suportada por imagens e esquemas relevantes para a compreensão da Anatomia. As aulas teórico-práticas são centradas no aluno e destinam-se a promover a integração dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. Nas aulas tp os alunos, organizados em grupos, identificam e interpretam imagens anatómicas representativas da matéria em estudo, recorrendo à utilização de software multimédia, livros de texto e atlas, bem como de modelos anatómicos. Os alunos apresentam oralmente para a turma os conhecimentos adquiridos e respondem a pequenos testes escritos que contribuem para a sua avaliação prática. Esta metodologia promove a aprendizagem contínua e estimula a participação dos alunos nas aulas, bem como a interação entre eles. A avaliação global é feita com base num exame final escrito, composto por 75 questões de escolha múltipla. A classificação final resulta da nota prática (30%) e teórica (70%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures are intended for the presentation of the contents, which is conducted in expository form and supported by images and schemes relevant to the understanding of Anatomy. Theoretical-Practical classes are students-centered

and are intended to promote the integration of the knowledge acquired in the lectures. In the tp classes the students, organized in groups, identify and interpret anatomical images of the subject under study, by the use of multimedia software, textbooks and atlases, as well as anatomical models. Later, the students present orally to the class and answer to small written tests that together contribute to the practical classification. This teaching methodology promotes continuous learning and encourages students' participation in classes, and the interaction between them. The overall assessment is made based on a final exam consisting of 75 multiple choice questions. The final classification results of the practical (30%) and theoretical (70%) grades.

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

A alternância entre aulas teóricas e teórico-práticas permite aos alunos consolidar os conhecimentos adquiridos e favorece a aprendizagem.

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

Alternating between theoretical and theoretical-practical lectures is conducive to a more efficient consolidation of the acquired concepts by the students.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Human Anatomy, K. S. Saladin. McGraw-Hill Inc. New York, 2014.

Atlas of Human Anatomy, F. Netter, Icon Learning Systems, N. J., 2003.

Anatomia Humana, E. Pina, Lidel (da locomoção + da relação + do coração e vasos + da relação)

Anatomia Orientada para a Clínica, K. L. Moore, A. F. Dalley, A. M. R. Agur, Guanabara Koogan, 2010.

Weblinks:

Gray's Anatomy <http://www.bartleby.com/107/>

Acland's video atlas of Human Anatomy <http://aclandanatomy.com/>

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo Diferencial e Integral II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus II

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:

T42; 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):

Ana Cristina Melo e Sousa Albuquerque Barroso T42

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

Hugo Ricardo Nabais Tavares TP:28

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

A - Adquirir as noções e técnicas básicas do cálculo diferencial e integral para funções reais e vectoriais de variável vectorial.

B – Saber aplicar cálculo diferencial e integral em áreas específicas.

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

A – To master the notions and basic techniques of differential and integral calculus for real and vector valued functions of several variables.

B – To apply differential and integral calculus to specific situations.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 - FUNÇÕES VETORIAIS DE UMA VARIÁVEL: limites, continuidade, derivadas e integrais, curvas (parametrização, vetor tangente, velocidade e aceleração, comprimento).

2 - FUNÇÕES REAIS DE n VARIÁVEIS: limites e continuidade, derivadas parciais e direcionais, diferenciabilidade, gradiente, regra da cadeia, plano tangente e reta normal a uma superfície, derivação de funções implícitas, fórmula de Taylor, problemas de extremo, campos vectoriais, derivação, matriz Jacobiana.

3 - CÁLCULO INTEGRAL EM \mathbb{R}^n : o integral de Riemann de funções contínuas, integrais duplos e triplos, teoremas de Fubini e de mudança de variável, aplicações ao cálculo de grandezas geométricas ou físicas, mudanças de coordenadas (incluindo polares, cilíndricas e esféricas).

4 - CAMPOS VETORIAIS: divergência e rotacional, integral de linha, trabalho, campos conservativos, teorema de Green, superfícies parametrizadas, integrais de superfície, teoremas da divergência e de Stokes.

4.4.5. Syllabus:

1. VECTORIAL FUNCTIONS OF ONE VARIABLE: limits, continuity, derivatives and integrals, curves (parametrisation, tangent vector, velocity and acceleration, length).

2. REAL FUNCTIONS OF n VARIABLES: limits and continuity, partial and directional derivatives, differentiability, gradient, chain rule, tangent plane and straight line normal to a surface, derivation of implicit functions, Taylor's formula, extremal problems, vector fields, differentiation, Jacobian matrix.

3. INTEGRAL CALCULUS IN \mathbb{R}^n : the Riemann integral of continuous functions, double and triple integrals, theorems of Fubini and change of variables formula, applications to the calculation of physical and geometrical magnitudes, change of coordinates (including polar, cylindrical and spherical coordinates).

4. VECTOR FIELDS: divergence and curl, line integral, work, conservative fields, Green's theorem; parametrised surfaces, surface integrals, divergence and Stokes theorems.

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

Para atingir os objetivos A e B é necessário seguir as orientações dos docentes da disciplina, dadas nas aulas teóricas e nas teórico-práticas, nomeadamente:

- 1) estudar os conteúdos teóricos do programa, ministrados nas aulas teóricas e presentes na bibliografia sugerida;*
- 2) resolver exercícios de aplicação do programa da disciplina, disponibilizados na lista proposta pelos docentes e também os da bibliografia sugerida.*

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

To achieve objectives A and B it is necessary to follow the guidelines set by the faculty of the course, given in the lectures and the problem sessions, namely:

- 1) to study the theoretical contents of the syllabus, taught in the lectures and included in the suggested bibliography;*
- 2) to solve the exercises pertaining to the course contents, set out in the list provided by the professors and those of the suggested bibliography.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: Os conteúdos da disciplina são explicados e exemplificados nas aulas teóricas.

TEÓRICO-PRÁTICA: Nas aulas teórico-práticas os alunos resolvem exercícios e problemas sobre os conteúdos da componente teórica, sob a orientação dos docentes.

AValiação: A avaliação realiza-se exclusivamente através de avaliação escrita (exame final escrito) ou conjugando avaliação escrita, neste caso com um peso de 80% na nota final, com avaliação parcial, facultativa, que consiste na realização de um teste parcial, com o peso de 20% na nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: *The course contents are taught and examples are provided and explained in the lectures.*

PROBLEM CLASSES: *In the problem sessions students solve exercises and problems related to the theoretical material presented, under the guidance of the professors.*

EVALUATION: *Evaluation can consist exclusively on the sitting of a final written exam, or on the combination of the written exam, counting 80% of the final grade, with a mid-semester test, which will account for the remaining 20% of the final grade.*

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

Tradicionalmente o ensino da Matemática ao nível universitário envolve dois tipos de aulas. Nas aulas teóricas os conceitos e métodos são explicados e exemplificados aos alunos, sendo aulas com um carácter expositivo. A resolução de exercícios, cuidadosamente selecionados de modo a consolidar a aquisição e aplicação dos conceitos ministrados, é feita nas aulas teórico-práticas. Nestas aulas os alunos, divididos em turmas mais pequenas, colaboram activamente na discussão e na resolução dos problemas, dando sugestões e/ou colocando questões para clarificar as suas dúvidas. Esta é a metodologia de ensino que se tem implementado nesta unidade curricular.

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

Usually Mathematics courses taught at a university level consist of two types of classes. In the lectures concepts and methods are explained and exemplified to the students. In the problem sessions students, divided into smaller groups, solve carefully selected exercises in order to consolidate their knowledge. In these problem sessions students take a more active role, collaborating in the discussion and the solution of the exercises and seeking clarification of their questions. This is the methodology that has been implemented in this course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Barroso, A.C., Domingos, A.R. (2019). *Apontamentos teóricos e folhas de exercícios de apoio à disciplina*
- Salas, Hille and Etgen. (2007). *Calculus, one and several variables. John Wiley and Sons*
- C. Sarrico. (2009). *Cálculo Diferencial e Integral para Funções de Várias Variáveis. Esfera do Caos*
- Stewart, J. (2006). *Cálculo*

Mapa IV - Elementos de Probabilidades e Estatística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Elementos de Probabilidades e Estatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Elements of Probability and Statistics

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):

Joaquim Eduardo Gonçalves Severino T:42; 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 – Aquisição de conhecimentos elementares de probabilidade e de algumas metodologias da estatística, como estimação pontual e intervalar, testes de hipóteses e regressão linear simples.**B – Capacidade de realização de análises preliminares de dados, bem como de fazer inferência estatística usando as metodologias dadas.**C – Sensibilização para o uso indevido de algumas metodologias estatísticas pela falta de verificação dos pressupostos do modelo.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A – Acquisition of elementary knowledge on Probability and some statistical methodologies, such as point estimation and interval estimation, hypothesis testing and simple linear regression.**B – Ability to perform preliminary data analysis as well as statistical inference using the provided methodologies.**C – Awareness of the misuse of some statistical methodologies due to lack of verification of model assumptions.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Definição de probabilidade c/ axiomática de Kolmogorov. Probab condicional. Teorema de Bayes*
- 2. Variáveis aleatórias. Função de distribuição e momentos. Funções massa e densidade de probab*
- 3. Distribuições Bernoulli, Binomial, Hipergeométrica, Binomial Negativa, Poisson, Uniforme, Exponencial e Normal (Gaussiana). Teorema Limite Central*
- 4. Par aleatório discreto. Distribuições conjunta, marginais e condicionais*
- 5. População e amostra. Representação gráfica. Medidas de localização/dispersão. A caixa-com-bigodes*
- 6. Distribuições de amostragem*
- 7. Estimação pontual. Método dos momentos*
- 8. Intervalos de confiança, testes de hipóteses p/ a proporção de populações binomiais, valor médio e variância de populações gaussianas. Teste de ajustamento do qui-quadrado*
- 9. Dados bivariados. Coeficiente de correlação empírico*
- 10. Regressão linear simples. Recta de mínimos quadrados. Gráficos de resíduos. Testes e Intervalos de Confiança p/ os parâmetros da recta de regressão. Intervalo de Predição*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Definition of probability using Kolmogorov's axiomatic. Conditional probability. Bayes' theorem*
- 2. Random variables. Distribution function and moments. Probability mass and probability density functions*
- 3. Bernoulli, Binomial, Hypergeometric, Negative Binomial, Poisson, Uniform, Exponential, Normal Distributions. Central Limit Theorem*
- 4. Discrete Random Pair. Joint, marginal and conditional distributions*
- 5. Population and Sample. Graphical representation. Measures of location/dispersion. Box plot representation*
- 6. Sampling distributions*
- 7. Point estimation - method of moments*
- 8. Confidence intervals and hypothesis testing for the proportion of Binomial populations and the mean value and variance of Normal populations. Chi-square goodness of fit test*
- 9. Bivariate data. Sampling correlation coefficient*
- 10. Introduction to simple linear regression. Least squares regression line. Residuals charts. Tests and confidence intervals for the regression line parameters. Prediction interval*

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 unidade curricular e com o propósito de dar algumas ferramentas de probabilidade e estatística que são utilizadas em outras unidades curriculares dos respectivos cursos.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The syllabus is in accordance with the introductory aspect of the course and with the purpose of providing some probability and statistics tools that are used in other courses of the respective programs.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***TEÓRICA: Exposição da matéria motivada pela apresentação de exemplos.**TEÓRICO-PRÁTICA: Resolução e discussão de uma colectânea de exercícios sobre a matéria dada nas aulas teóricas.**AVALIAÇÃO: Exame final***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***LECTURES: Exposure of the course contents, motivated by the presentation of examples.**PROBLEM CLASSES: Resolution and discussion of a collection of exercises on the contents lectured.**EVALUATION: Final exam***4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

Para atingir os objetivos, é necessário expor o conteúdo da unidade curricular de maneira teoricamente fundamentada, complementada com exemplos e resolução de exercícios, a fim de fornecer cálculos e análises teóricas e práticas necessárias e úteis.

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

To achieve the objectives, it is necessary to expose the course contents in a theoretically grounded way, complemented with examples and exercises resolution, in order to provide necessary and useful theoretical and practical calculation and analysis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- MENDENHALL W.; BEAVER, R.; BEAVER, B. (1999). *Introduction to Probability and Statistics*, Duxbury Press.

- MENDENHALL W.; WACKERLY, D.D.; SCHEAFFER, R. (1996). *Mathematical Statistics with Applications*, Pws-Kent Pubs. Comp..

- MOORE, DAVID S. (1996). *Statistics, Concepts and Controversies*, Freeman and Company, N.Y..

- PESTANA, D.; VELOSA, S. (2006). *Introdução à Probabilidade e à Estatística. Vol. I. 2.ª edição*, Fundação C. Gulbenkian.

- ROSS, SHELDON M. (2004). *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists. 3.ª edição*, Elsevier/Academic Press

Mapa IV - Eletromagnetismo A

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletromagnetismo A

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electromagnetism A

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CFIS

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, PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Iveta Rombeiro do Rego Pimentel T:42, TP:28, PL:14

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

<sem resposta>

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

A – Compreender os conceitos fundamentais do Electromagnetismo, com a formulação integral das equações de Maxwell.

B – Saber aplicar as leis do Electromagnetismo no estudo de diferentes sistemas físicos.

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

- A – Understand the fundamental concepts of Electromagnetism, with the integral formulation of Maxwell's equations.*
B - Know how to apply the laws of Electromagnetism in the study of different physical systems

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. CAMPO ELÉTRICO: Lei de Coulomb. Campo elétrico. Potencial elétrico. Energia potencial.
2. LEI DE GAUSS: Fluxo elétrico. Lei de Gauss. Distribuições de carga.
3. CAPACIDADE E DIELÉTRICOS: Capacidade. Associação de condensadores. Energia num condensador. Dipolo elétrico. Dielétricos.
4. CORRENTE E RESISTÊNCIA: Corrente elétrica. Lei de Ohm. Resistência. Associação de resistências. Potência elétrica.
5. CIRCUITOS DE CORRENTE CONTÍNUA: Força eletromotriz. Leis de Kirchhoff. Circuitos RC.
6. CAMPO MAGNÉTICO: Campo magnético. Força magnética. Dipolo magnético.
7. FONTES DE CAMPO MAGNÉTICO: Lei de Bio-Savart. Lei de Gauss no magnetismo. Lei de Ampère-Maxwell. Magnetismo.
8. LEI DE FARADAY: Lei de Faraday. Lei de Lenz.
9. INDUTÂNCIA: Indutância. Energia num indutor. Circuitos RL, LC e RLC.
10. CIRCUITOS DE CORRENTE ALTERNADA: Resistências, indutores e condensadores em circuitos AC. Ressonância num circuito RLC.
11. ONDAS ELETROMAGNÉTICAS: Equações de Maxwell. Ondas eletromagnéticas.

4.4.5. Syllabus:

1. ELECTRIC FIELD – Coulomb's law. Electric field. Electric Potential. Potential energy.
2. GAUSS'S LAW – Electric flux. Gauss's law. Charge distributions.
3. CAPACITANCE – Capacitance. Combinations of capacitors. Energy in a capacitor. Electric dipole. Dielectrics.
4. CURRENT AND RESISTANCE – Electric current. Ohm's law. Resistance. Combinations of resistors. Electrical power.
5. DIRECT CURRENT CIRCUITS – Electromotive Force. Kirchhoff's rules. RC circuits.
6. MAGNETIC FIELD – Magnetic field. Magnetic force. Magnetic dipole.
7. SOURCES OF MAGNETIC FIELD - Biot-Savart's law. Gauss's law in magnetism. Ampère-Maxwell's law. Magnetism in matter.
8. FARADAY'S LAW – Faraday's law. Lenz's law.
9. INDUCTANCE – Inductance. Energy in an inductor. RL, LC and RLC circuits.
10. ALTERNATING CURRENT CIRCUITS - Resistors, inductors and capacitors in AC circuits. Resonance in a RLC circuit.
11. ELECTROMAGNETIC WAVES – Maxwell's equations. Electromagnetic waves.

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

Os temas do programa cobrem o conhecimento fundamental do Eletromagnetismo e desenvolvem a capacidade de estudar diferentes sistemas físicos.

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

The program topics cover the fundamental knowledge of Electromagnetism and develop the ability to study different physical systems.

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

Exposição da matéria

TEÓRICO-PRÁTICA

Resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas.

PRÁTICA LABORATORIAL

Experiências relacionadas com a matéria das aulas teóricas

AValiação

Exame final escrito ou, em alternativa, dois testes escritos, um a meio do semestre e o outro na primeira época de exame (80%). Relatórios escritos sobre a actividade laboratorial (20%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES*Exposure of the subject.***PROBLEM CLASSES***Resolution and discussion of series of problems about the subject given in the lectures.***LABORATORY***Experiences related to the subject of lectures.***EVALUATION***Final written exam or, alternatively, two written tests, one in the middle of the semester and the other in the first exam (80%). Written reports on laboratory activity (20%).***4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***A exposição da matéria fornece os conceitos fundamentais e a resolução e discussão de problemas aprofunda a compreensão da matéria e desenvolve a capacidade de estudar diferentes sistemas físicos. A prática laboratorial proporciona a realização e a análise de experiências sobre temas da matéria o que implica uma melhor compreensão da mesma. A forma de avaliação permite verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos.***4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:***Exposure of the subject provides the fundamental concepts and problem solving and discussion deepens the understanding of the subject and develops the ability to study different physical systems. The form of assessment allows to verify the knowledge acquired by the students.***4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:***- Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics: R. A. Serway and J. W. Jewett, Jr. 2019 10th edition, Cengage**- Introduction to Electrodynamics: D. J. Griffiths 2017 4th edition, Cambridge University Press**- The Feynman Lectures on Physics, vol. II: R. Feynman, R. Leighton and M. Sands 1964 Addison-Wesley; California Institute of Technology, 2013***Mapa IV - Introdução à Engenharia Biomédica****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Introdução à Engenharia Biomédica***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Introduction to Biomedical Engineering***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:14; PL: 14***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Nuno Miguel de Pinto Lobo e Matela T:28; TP:14; PL: 14*

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

<sem resposta>

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

A – Introduzir os alunos na área de engenharia biomédica

B – Conhecer o enorme impacto da engenharia biomédica na medicina moderna

C - Efectuar medições fisiológicas

D – Realizar os primeiros contactos com o meio hospitalar, na perspectiva de não-utente

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

A - Introduce students to biomedical engineering

B - Demonstrate the huge impact of biomedical engineering on modern medicine

C - Make physiological measurements

D - Make the first contacts with the hospital environment, from the perspective of non-user

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 – Temas de engenharia biomédica com impacto em medicina: imagiologia, radioterapia, biosensores, robótica médica, telemedicina, etc.

2 - Temas relevantes para a aprendizagem da engenharia biomédica no resto do ciclo de estudos: pesquisa de informação científica, ética nas ciências da saúde e escrita científica

3 – Medição de parâmetros fisiológicos: electrocardiograma e electrooculograma

4 – Acompanhamento em hospital de procedimentos médicos envolvendo equipamentos da área da engenharia biomédica.

4.4.5. Syllabus:

1 - Topics of biomedical engineering with impact on medicine: imaging, radiotherapy, biosensors, medical robotics, telemedicine, etc.

2 - Relevant topics for learning biomedical engineering in the rest of the study cycle: search for scientific information, health science ethics and scientific writing

3 - Measurement of physiological parameters: electrocardiogram and electrooculogram

4 - shadowing in hospitals during medical procedures involving equipment and applications of biomedical engineering

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

Uma introdução à Engenharia Biomédica deve ser abrangente, de modo a transmitir aos alunos uma ideia da diversidade dos tópicos existentes, mas deve também ter um nível de profundidade adequado, de modo a que os alunos se apercebam da complexidade dos problemas envolvidos.

Daí a escolha de um leque de tópicos vasto que cobre todas as principais áreas da Engenharia Biomédica, mas não tão vasto a ponto de impedir um mínimo de aprofundamento.

A componente de laboratório permite aos alunos um contacto com procedimentos experimentais que complementam a componente teórica.

A realização do trabalho e a visita proporcionam um contacto com o mundo real que é muito importante para dar uma ideia mais correcta do papel da Engenharia Biomédica no mundo actual.

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

An introduction to Biomedical Engineering should be comprehensive in order to give students an idea of the diversity of existing topics, but also to have an appropriate level of depth so that students realize the complexity of the issues involved.

Hence the choice of a wide range of topics covering all major areas of Biomedical Engineering, but not so vast as to prevent a minimum of deepening.

The lab component allows students to contact with experimental procedures that complement the theoretical

component.

Doing the group work and visiting hospital facilities provide a real-world contact that is very important in giving a better idea of the role of Biomedical Engineering in today's world.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Aulas expositivas com recurso à projeção de diapositivos

TEÓRICO-PRÁTICA

Sessões de perguntas em formato quiz sobre os conteúdos leccionados e mini-workshops sobre assuntos diversos como ética, escrita científica ou pesquisa de informação

PRÁTICA LABORATORIAL

Trabalhos laboratoriais que consistem na medição de sinais electrofisiológicos como electrocardiogramas e electromiogramas. Preparação das visitas aos hospitais e centros de investigação

AVALIAÇÃO

1-Apreciação de um dos relatórios das medições fisiológicas, à escolha do grupo, e perguntas feitas especificamente a cada elemento do grupo sobre todas as medições electrofisiológicas realizadas em laboratório.

2- Apreciação do trabalho realizado no hospital ou centro de investigação, escrito e apresentado oralmente.

3- Sessões de perguntas sobre a matéria.

4 - Relatórios de mini-workshops sobre assuntos diversos (ética, escrita científica, etc).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL

Lectures using slide projection

THEORETICAL-PRACTICAL

Quiz questions about content taught and mini-workshops on topics such as ethics, scientific writing or information research

LABORATORY PRACTICE

Laboratory work consisting of the measurement of electrophysiological signals such as electrocardiograms and electromyograms. Preparation of visits to hospitals and research centers

EVALUATION

1-Consideration of one of the reports of physiological measurements, at the choice of the group, and questions specifically asked to each group member about all electrophysiological measurements performed in the laboratory.

2- Appreciation of the work performed at the hospital or research center, written and presented orally.

3- Question sessions on the subject.

4 - Reports of mini-workshops on various subjects (ethics, scientific writing, etc.).

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

Numa introdução à Engenharia Biomédica, é importante que os alunos fiquem desde logo com noções claras sobre: aspectos teóricos relacionados com as principais áreas da Engenharia Biomédica; o trabalho experimental inerente à recolha e tratamento de dados; a importância da Engenharia Biomédica no mundo de hoje. A conjugação das componentes teóricas, laboratorial e de visita a um local externo garantem essas componentes.

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

In an introduction to Biomedical Engineering, it is important that students get clear notions about: theoretical aspects related to the main areas of Biomedical Engineering; experimental work inherent in data collection and processing; the importance of biomedical engineering in today's world. The combination of the theoretical, laboratory and external site visits ensures these components.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"The Essential Physics of Medical Imaging", Jerrold T. Bushberg, J. Anthony Seibert, Edwin M. Leidholdt Jr., John M. Boone, 3rd Edition, 2011, Lippincott Williams & Wilkins, ISBN-10: 0781780578

"Bioelectromagnetism: Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields", Jaakko Malmivuo, Robert Plonsey, 1st Edition, 1995, Oxford University Press, ISBN-10: 0195058232

Mapa IV - Fundamentos de Química e Bioquímica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fundamentos de Química e Bioquímica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Fundamentals of Chemistry and Biochemistry***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

CTQ

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; PL:14***4.4.1.6. ECTS:**

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Maria da Estrela Borges de Melo Jorge, T:14; TP:14; PL:7***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Maria Margarida Teixeira de Faria Meireles, T:14; TP:14; PL:7***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objectivo principal da unidade curricular Fundamentos de Química e Bioquímica é conseguir que os alunos compreendam e dominem os fundamentos da Química e Bioquímica que servem de base à compreensão do mundo que nos rodeia. A disciplina pretende dotar os estudantes com a capacidade de compreender de como e porquê os átomos se combinam, formando substâncias e de como é possível deduzir as respetivas propriedades, a partir da sua composição e estrutura. É também crucial a compreensão do contexto físico, químico e biológico em que cada biomolécula funciona e da importância dos aspectos estruturais para a função das várias classes de moléculas biológicas. Outro objetivo é o desenvolvimento de capacidades para resolver problemas quer qualitativa quer quantitativamente. Igualmente importante é a aprendizagem de boas práticas laboratoriais, executar experiências, interpretar resultados experimentais e tirar conclusões.

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

The overall objective of Fundamentals of Chemistry and Biochemistry is to provide the fundamental scientific background and practical training in Chemistry and Biochemistry that are the basis for the understanding of the world around us. The Chemistry course aims at providing the student with the capability of understanding how and why atoms combine to form substances and how the properties of these substances can be inferred from their composition and structure. Moreover, it is intended to understand of the physical, chemical, and biological context in which a biomolecule operates and the importance of structural aspects for the function of each class of biological molecules. A key general objective is the development of qualitative and quantitative problem-solving skills. Of comparable importance is to learn proper laboratory practices, execute experiments, interpret experimental results and draw reasonable conclusions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Átomos, estrutura eletrónica e propriedades periódicas.
- Ligação iónica, ligação covalente, eletronegatividade, estruturas de Lewis, carga formal, conceito de ressonância.
- Forma e geometria molecular, hibridação de orbitais atómicas, teoria da ligação de valência e teoria das orbitais moleculares.
- Estados da matéria e interações intermoleculares.
- Equilíbrios ácido base em solução aquosa: conceito de ácido e de base, pH e acidez.
- Cinética química, velocidade de uma reacção química, ordem de uma reacção, equação de Arrhenius.
- Electroquímica, reacções redox, células galvânicas e electrolíticas, potenciais padrão de eléctrodo, lei Nernst.
- O carbono e a química orgânica: grupos funcionais.
- Aminoácidos e proteínas. Enzimas, cofactores e coenzimas. Oses e ósidos.
- Lípidos: Ácidos nucleicos e nucleótidos. Noções gerais de metabolismo.
- Engenharia genética: noções gerais.

4.4.5. Syllabus:

- *Atoms, electronic structure and periodic properties.*
- *Chemical bonds: ionic bonds, covalent bonds, electronegativity, Lewis structures, formal charge, resonance.*
- *Molecular shape and structure, the basic VSEPR model, valence-bond theory, hybridization of atomic orbitals, molecular orbital theory.*
- *States of matter and intermolecular interactions.*
- *Acid base equilibrium in aqueous solution, acid and bases concept, pH and acidity.*
- *Chemical kinetics, notion of the rate of a chemical reaction, rate laws and reaction order.*
- *Electrochemistry, redox reactions, standard reduction potentials, galvanic cells, spontaneity of redox reactions, Nernst equation.*
- *Carbon and organic chemistry: functional groups.*
- *Aminoacids and proteins. Enzymes, cofactors and coenzymes.*
- *Lipids. Carbohydrates. Nucleotides and nucleic acids. General concepts about metabolism.*
- *Genetic engineering, basic notions.*

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

Os conteúdos programáticos foram concebidos e organizados de modo a abrangerem os fundamentos e aplicações dos tópicos mais importantes da Química e Bioquímica, que constituirão ferramentas úteis para os alunos aplicarem em futuros projetos.

Nas aulas teóricas são apresentados os conceitos fundamentais necessários para a compreensão dos fenómenos que estão na base da constituição, propriedades e transformação da matéria e serão discutidos alguns exemplos de aplicação. São propostas vários exercícios de aplicação dos conceitos e a sua resolução nas aulas e fora das aulas permitirá que o estudante adquira familiaridade com os mesmos. Através da execução de experiências laboratoriais, pretende-se que o estudante tenha adquirido as seguintes competências básicas: efetuar um conjunto de operações unitárias em Química laboratorial, planear e executar experiências laboratoriais de Química, interpretar resultados experimentais e elaborar relatórios de actividades laboratoriais.

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

The course contents were selected and designed to cover the fundamentals and applications of the most important topics of Chemistry e Biochemistry, which will provide students with useful tools to apply in future projects. Lectures will focus on the fundamental concepts required to understand the phenomena involved in of the constitution, properties and transformation of matter and some application examples will be presented and discussed. Students work out exercises applying the main concepts in class and outside of class, allowing them to acquire familiarity with the fundamental concepts. It is intended that at the end of the semester the student has acquired a basic training in chemistry laboratory techniques: to be able to perform correctly a set of basic unit operations in laboratory chemistry, to plan and execute laboratory experiments in chemistry, interpret experimental results and prepare written reports of experimental activities.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICAS: são lecionados os conteúdos programáticos, recorrendo a meios audiovisuais (datashow) acompanhadas de quadro de giz.

TEÓRICO – PRÁTICAS: são resolvidos problemas para ilustrar os conceitos tratados. Fomenta-se a participação dos alunos, estimulando a sua capacidade de raciocínio e auto-aprendizagem.

LABORATÓRIO: os alunos realizam trabalhos práticos.

Para além das aulas, há períodos de atendimento semanais onde os estudantes têm oportunidade de esclarecer dúvidas. Os materiais utilizados nas aulas são facultados via serviços de eLearning da FCUL.

AValiação: A classificação final engloba a nota da componente teórica (70%) e a nota da componente prática (30%). Na avaliação da componente teórica os alunos podem optar por uma das seguintes duas vias: via testes (2 testes + 1 exame de recurso) ou via exames (1 exame + 1 exame de recurso).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: Lectures comprise presentation of theoretical concepts using audiovisual aids (datashow).

PROBLEM CLASSES: these classes will be used to discuss the contents taught. The teacher's role will be to contextualize the problem, leading the group to solve it. This practice aims to promote student participation in class, stimulating their thinking ability and self-learning.

LABORATORY: In the laboratory classes, students perform laboratorial experiments.

Also, there are weekly periods of tutorials. The materials used in class will be made available online through the eLearning services of FCUL.

EVALUATION: The final grade is an average of theoretical (70%) and practical (30%) components. The students can choose one of two assessment routes: via tests (2 assessment tests + 1 second chance final exam) or via exams (1 final exam + 1 second chance final exam).

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

As metodologias de ensino e de aprendizagem visam o desenvolvimento integrado nos estudantes dos conhecimentos referidos nos conteúdos programáticos e a concretização dos objetivos e competências estabelecidos. As metodologias e a avaliação foram pensadas e implementadas tendo em conta a especificidade dos temas abordados, o desenvolvimento intelectual e o nível de conhecimentos dos alunos nesta fase do ciclo de estudos. A diversidade de metodologias e estratégias propostas tem por objetivo potenciar a abordagem da Química e Bioquímica numa perspetiva fundamental, procurando evidenciar diferentes níveis de análise, fomentando a integração de saberes.

Os métodos e estratégias propostos pretendem desenvolver nos estudantes conhecimentos, compreensão e competências ao nível da aplicação. A resolução deste tipo de desafios melhora muito com a prática, em especial para os alunos que têm menos facilidade. Assim, os estudantes são incentivados a resolver problemas e a interpretar o maior número possível de espectros ao longo do semestre, de forma a aprofundar as competências adquiridas e a melhorar a sua autonomia na aplicação dos conceitos estudados, em projetos futuros.

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

The teaching methodologies and assessment have been thought and implemented considering the specificity of the scientific topics, the intellectual development and the level of knowledge of the students at the actual graduation stage. Teaching and learning methods aim the knowledge of the contents referred to in the syllabus, reaching the targeted goals and competencies. The diverse methods aim to approach Chemistry and Biochemistry from a fundamental perspective, seeking to highlight different levels of analysis, fostering an integrated knowledge. The proposed strategies aim to develop students' knowledge, understanding and skills on the application of the studied concepts, in future projects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*P. W. Atkins, L. Jones, Chemical Principles, W. H. Freeman and Company, New York, 2010
R. Chang, K. Goldsby, Química, McGraw Hill, 2013.*

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral III**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Cálculo Diferencial e Integral III

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus III

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):

Maria Teresa Faria da Paz Pereira T:42

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

Hugo Ricardo Nabais Tavares TP:28

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

A - Familiarizar o estudante com: os fundamentos e técnicas elementares das equações diferenciais ordinárias (EDOs) escalares e sistemas lineares de EDOs; uma introdução a séries e transformada de Fourier e exemplos das suas aplicações a equações com derivadas parciais; a teoria básica das funções analíticas de uma variável complexa.

B – Ensinar a aplicar os conhecimentos em diversas áreas científicas, nomeadamente da Física.

C – No final do curso, o estudante deve saber resolver problemas de nível introdutório e médio nos tópicos abordados no curso.

D – Usar equações diferenciais na resolução de modelos matemáticos simples ligados às ciências; usar as fórmulas integrais de Cauchy e do teorema dos resíduos para calcular integrais complexos ao longo de caminhos fechados.

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

A - To familiarize the student with: the elementary theory and techniques of scalar ordinary differential equations (ODEs) and linear systems of ODEs; an introduction to Fourier series and Fourier transform and their applications to solve partial differential equations (PDEs); the basic theory of analytic functions of one complex variable.

B- To teach how to apply the knowledge acquired in several scientific areas, namely in Physics.

C - By the end of the course, the student should be able to solve problems of introductory and middle level on the topics discussed in this course.

D - To use differential equations to solve simple mathematical models used in sciences; to evaluate contour complex integrals by using the Cauchy integral formulas or the residues theorem.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Equações Diferenciais Ordinárias: generalidades e exemplos; métodos elementares de integração de equações diferenciais escalares; aplicações a modelos de dinâmica populacional e do movimento; equações escalares lineares de ordem n ; sistemas lineares de 1ª ordem; teorema de existência e unicidade (local); método de Picard.

2. Séries de Fourier trigonométricas; teorema de Fourier, identidade de Parseval; convergência pontual e em média quadrática; aplicação a equações com derivadas parciais; equações do calor e das ondas.

3. Cálculo com variável complexa: números complexos (forma polar, raízes); funções complexas de variável complexa; funções exponencial, trigonométricas, logaritmos; funções holomorfas; equações de Cauchy-Riemann; integral de caminho; teorema de Cauchy; fórmulas integrais de Cauchy e aplicações; séries de Taylor; zeros de funções analíticas; séries de Laurent; singularidades; cálculo de resíduos; aplicações. Transformada de Fourier; propriedades e aplicações.

4.4.5. Syllabus:

1. Ordinary Differential Equations: generalities and examples; elementary methods of integration of scalar differential equations; applications to models from population dynamics and motion; n -th order linear scalar equations; linear systems of 1st order; existence and uniqueness (local) theorem; Picard iteration.

2. Trigonometric Fourier series; Fourier theorem, Parseval identity; pointwise and quadratic mean convergences; applications to the study of partial differential equations; heat and vibrating string equations.

3. Complex Calculus: complex numbers (polar form, roots); complex functions of complex variable; exponential, trigonometric functions, logarithms; holomorphic functions; Cauchy-Riemann equations; contour integrals; Cauchy theorem; Cauchy integral formulas and applications; Taylor series; zeros of analytic functions; Laurent series; singularities; calculation of residues; applications. Fourier transform; properties and applications.

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

Os conteúdos programáticos desta unidade curricular, destinada a alunos de um 1º ciclo nas áreas da Física, são os habituais numa disciplina introdutória de Cálculo focada na Análise Complexa e em Equações Diferenciais. Considera-se que os conhecimentos adquiridos neste curso são suficientes que para um aluno evolua e adquira as competências básicas referidas nos objectivos.

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

The contents of this course, designed for students of a 1st cycle (undergraduate degree) in the areas of Physics, are standard for an introductory course of Calculus focused in Complex Analysis and Differential Equations. It is considered that the knowledge acquired in this course is appropriate for the students to evolve and acquire the required skills mentioned in the above goals.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Exposição dos conteúdos programáticos com motivação aos diversos assuntos, algumas demonstrações, exemplos e aplicações.

TEÓRICO-PRÁTICA

Resolução de exercícios e de problemas sobre os conteúdos da componente teórica.

AVALIAÇÃO

Exame final escrito e, eventualmente, um exame oral. Opcionalmente, dois testes durante o semestre.

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

The course contents are taught in expository lectures, where motivation, examples, some proofs and applications are provided and explained.

PROBLEM CLASSES:

Problem solving, of problems related to the theoretical material presented in the lectures.

EVALUATION:

Final written examination and possibility an oral examination. Two optional written tests during the semester.

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

Nas aulas teóricas, os conceitos, algumas provas (ou ideias para provas) e métodos são explicados e exemplificados aos alunos.

Nas aulas teórico-práticas, onde exemplos aprofundados da teoria são também discutidos, a resolução de exercícios cuidadosamente seleccionados permite ao aluno médio ficar habilitado a resolver os problemas tipo.

A metodologia utilizada permitirá aos estudantes desenvolver a sua capacidade de raciocínio abstracto, e aproximar-se dos objectivos em termos de conhecimentos e competências.

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

Concepts, some proofs (or ideas for proofs) and methods are explained in the lectures, and examples are given.

In the problem sessions, we discuss examples that help to understand the theory exposed in the lectures and solve carefully selected exercises, in order to consolidate the students' knowledge and give them the means to solve the standard problems of the course.

The methodology used will make the students develop their capacity for abstract thinking, and approach the aims of the course in terms of knowledge and skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

T. Faria. (2018). Equações Diferenciais. Apontamentos teóricos fornecidos pela docente da disciplina.

L. Barreira. (2015). Análise Complexa e Equações Diferenciais. IST Press (3 ed.), Lisboa, 2015

M.A. Carreira e M.S.M. Nápoles. (2016). Variável Complexa - Teoria Elementar e Exercícios Resolvidos. Textos de Matemática, DM-FCUL, Lisboa, 2016

L. Ahlfors. (1979). Complex Analysis: an introduction to the theory of analytic functions of one complex variable. McGraw-Hill, 3rd edition, 1979

M. Braun. (1993). Differential Equations and their Applications. 4th Ed., Springer-Verlag, 1993

R. Churchill. (1960). Complex Variables and Applications. Mc-GRAW-HILL, 2nd edition, 1960

J.E. Marsden, M.J. Hoffman. (1999). Basic Complex Analysis. W. H. Freeman and Company, 3rd ed., New York, 1999

M. Ramos. (2011). Curso Elementar de Equações Diferenciais. Textos de Matemática, volume 14, DM-FCUL (3 ed.), Lisboa, 2011

J. Stewart. (2006). Cálculo, Vol. II. 5a ed., Thomson, S. Paulo, 2006

Mapa IV - Termodinâmica e Teoria Cinética**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Termodinâmica e Teoria Cinética

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Thermodynamics and Kinetic Theory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*CFIS***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: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):***Patrícia Ferreira Neves Faisca T:42; 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 – Conhecer e saber aplicar os conceitos fundamentais da física térmica, com especial incidência na termodinâmica e na teoria cinética dos gases.**B – Conhecer os aspectos fundamentais da estrutura formal da termodinâmica de forma a resolver problemas concretos neste contexto.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A – Know how to apply the fundamental concepts of thermal physics, with special focus on thermodynamics and kinetic theory of gases.**B – Students should be able to understand the concepts and the structure of thermodynamics in order to be able to solve problems in this context.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA FÍSICA TÉRMICA. Lei zero da termodinâmica.*
- 2. A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA. Energia interna, trabalho e calor.*
- 3. A SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA. O ciclo de Carnot. Teorema de Clausius e entropia. A equação fundamental da termodinâmica. Temperatura termodinâmica.*
- 4. TERMODINÂMICA EM ACÇÃO. Potenciais termodinâmicos. Equação de Euler. Equação de Gibbs-Duhem. Análise formal dos potenciais termodinâmicos.*
- 5. APLICAÇÕES DA TERMODINÂMICA. Introdução às transições de fase. A equação de van der Waals. Mais termodinâmica para além do gás ideal: a barra elástica, superfície líquida e sistemas magnéticos.*
- 6. A TERCEIRA LEI DA TERMODINÂMICA.*
- 7. INTRODUÇÃO À TEORIA CINÉTICA DOS GASES. A distribuição de Maxwell-Boltzmann. Propriedades dos gases.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. FUNDAMENTAL CONCEPTS OF THERMAL PHYSICS. Zeroth Law of thermodynamics.*
- 2. THE FIRST LAW. Internal energy, work and heat.*
- 3. THE SECOND LAW. The Carnot cycle. Clausius theorem and entropy. The fundamental equation of thermodynamics. Thermodynamic temperature.*
- 4. THERMODYNAMICS IN ACTION. Thermodynamic potentials. Euler equation. Gibbs-Duhem equation. Formal analysis of thermodynamic potentials.*
- 5. APPLICATIONS OF THERMODYNAMICS. Introduction to phase transitions. The van der Waals equation. More thermodynamics beyond the ideal gas: elastic bar, liquid surface and magnetic systems.*
- 6. THE THIRD LAW.*
- 7. INTRODUCTION TO KINETIC THEORY. Maxwell-Boltzmann distribution. Properties of gases.*

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

O programa está estruturado por ordem crescente de complexidade de conceitos e aspectos formais que vão sendo ilustrados nas aulas teóricas e teórico-práticas (TPs) recorrendo a vários exemplos e aplicações. A resolução de uma extensa lista de exercícios nas TPs permite adquirir uma maior familiarização e consolidação das matérias lecionadas nas aulas teóricas.

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

The course's syllabus is structured by increasing order of complexity of the concepts and formal aspects of the theory, which are illustrated by means of several examples and applications. By solving an extensive list of problems in the exercise classes the students get more familiarized and acquire a higher level of consolidation of the materials taught in the theory classes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: Exposição oral e escrita no quadro da matéria e discussão aprofundada dos conceitos fundamentais. Os alunos são também envolvidos nesta reflexão participando ativamente através de quizzes conceptuais e da discussão de aparentes paradoxos. Os conteúdos programáticos são em geral objecto de aplicação imediata na aula teórica em que se reserva algum tempo para a resolução participada de alguns problemas.

TEÓRICO-PRÁTICA: Resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. A participação ativa dos alunos é ainda mais intensa nas aulas TPs. Em cerca de um terço das TPs é apresentado um problema de desafio que fica a cargo de um grupo de dois voluntários encarregues de apresentar no quadro a resolução na aula seguinte.

AValiação: Exame final ou exame final (75%) e trabalho de grupo que consiste na resolução de um conjunto de problemas representativos e na escrita de um ensaio sobre um tópico selecionado da matéria (25%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: Oral and written exposition of the theory in the blackboard and deep discussion of the fundamental concepts. The students are involved in this reflexion and actively participate in the theory classes by solving conceptual quizzes and discussing apparent paradoxes with the lecturer. In a fraction of the theory classes a slot of time is reserved to solve problems that illustrate the theory immediately upon its presentation

PROBLEM CLASSES: Resolution and discussion of problems and exercises focused on the materials delivered in the theory classes. The students are encouraged to participate more actively in the exercise classes. In particular, in about one third of the classes two volunteered students are challenged to solve a selected problem in the blackboard in the up-coming class.

EVALUATION: Final exam or final exam (75%) and group work that comprises solving a set of representative problems and writing an essay focused on a selected topic of the syllabus (25%).

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

Os tópicos que constituem o conteúdo programático são apresentados por ordem crescente de complexidade utilizando uma abordagem de exposição que põe em foco o nível de sofisticação dos conceitos e dos aspectos formais. As aulas teóricas e TPs são desenvolvidas e apresentadas de forma integrada de forma a facilitar a compreensão e consolidação dos conteúdos programáticos. Procura-se estimular nos alunos o desenvolvimento e a partilha de ideias através de discussões nas aulas, de forma a mantê-los motivados para o esclarecimento dos conceitos e aprofundamento das matérias. A exposição da teoria não é feita de forma fechada, antes procura suscitar nos alunos a dúvida e a curiosidade, ponto de partida para a sua intervenção ativa formulando questões e desafiando-se mutuamente a procurar respostas para essas questões.

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

The theory is presented and delivered in order of increasing complexity by means of an approach that highlights the level of conceptual sophistication and the theory's formal aspects. The theory and exercise classes are delivered in tandem and in an integrated manner in order to facilitate and consolidate the understanding of the syllabus. The course seeks to stimulate in the students the ability to share ideas through discussions that keep them motivated for deepening their understanding of the fundamental concepts. The theory is not presented in a closed manner being instead delivered in a way that seeks to trigger a feeling of curiosity and uncertainty that stimulate an active participation of the students through question raising while at the same time challenging themselves to find the answer.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Concepts in Thermal Physics: Stephen J. Blundell and Katherine M. Blundell, 2006*
- *Thermodynamics, Enrico Fermi, Dover*
- *The Laws of Thermodynamics, a very short introduction, Peter Atkins, Oxford*

Mapa IV - Biologia Celular (EBB)**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Biologia Celular (EBB)***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Cell Biology***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; TP:14; 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):***José Manuel Gonçalves Barroso T:28; TP:14; 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 alunos deverão ser capazes de: Reconhecer as propriedades da água como solvente e regulador de temperatura e descrever a estrutura e função dos carboidratos, lípidos, proteínas e ácidos nucleicos; Descrever a organização celular dos procariotas; Reconhecer o significado da matriz extracelular nos organismos pluricelulares; Descrever a estrutura e função das biomembranas e o modo como controlam activa e passivamente o fluxo de moléculas e iões; Descrever o tráfego vesicular (endo- e exocitose); Descrever, numa perspectiva integrada, a estrutura e função do retículo endoplasmático, complexo de Golgi, núcleo, outros organitos membranosos e ribossomas; Descrever a estrutura dos elementos do citosqueleto e o seu papel como suporte e no transporte intracelular e locomoção celular; Descrever o ciclo celular e compreender a importância da apoptose; Reconhecer organitos e estruturas celulares em imagens de MO e ME e mostrar competências laboratoriais básicas em MO.

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

Students should be able to: Recognize water properties as solvent and temperature regulator and describe the molecular structure and function of carbohydrates, lipids, proteins, and nucleic acids; Describe cell organization of a typical prokaryotic cell Recognize the role of extracellular matrix in multicellular organisms; Describe the structure and function of biomembranes and how molecules and ions cross them both actively and passively; Describe vesicular trafficking (endo- and exocytosis); Describe, in an integrative way, the structure and function of endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, nucleus, other membranous organelles and ribosomes; Describe the molecular structure of the cytoskeletal elements and their role as intracellular scaffolds and in the intracellular transport and cell locomotion. Describe the basic events of the cell cycle and understand the importance of apoptosis; Recognize cells structural components in LM or EM and show basic OM laboratorial skills.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Enquadramento da unidade curricular. Principais constituintes químicos da célula. Célula procariota. Célula eucariota: célula animal e célula vegetal. Matriz extracelular. Adesão e comunicação celulares. Membranas biológicas. Retículo endoplasmático. Complexo de Golgi. Lisossomas e vacúolos. Peroxissomas animais e vegetais. Núcleo. Citosqueleto. Ribossomas. Plastos. Mitocôndrias.

4.4.5. Syllabus:

Framework of Cell Biology course within the 1st Cycle in Biochemistry. The main chemical constituents of the living cells. Prokaryotic cell. Eukaryotic cell: animal and plant cell. Extracellular matrix. Adhesion and cell communication. Biomembranes. Endoplasmic reticulum. Golgi apparatus. Lysosomes and vacuoles. Peroxisomes. Nucleus. Cytoskeleton. Ribosomes. Plastids. Mitochondria.

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

Os conteúdos programáticos foram seleccionados tendo em conta o carácter introdutório da unidade curricular, o nível de conhecimentos dos alunos que ingressam no primeiro ano de um ciclo de estudos universitário, os objectivos de aprendizagem tidos como essenciais à compreensão de matérias leccionadas em unidades curriculares de anos subsequentes e bem assim a actualidade dos temas. A sua selecção teve como objectivo consolidar e aprofundar alguns conhecimentos adquiridos no ensino secundário, agora numa perspectiva integrada, e abrir novos horizontes sobre temas actuais da Biologia Celular, como sejam, por exemplo, a carcinogénese e a morte celular programada (apoptose). Neste contexto, a coerência entre os conteúdos programáticos e os objectivos da unidade curricular é patente não só nos temas seleccionados mas também na forma sequencial e integrada como as diversas matérias são leccionadas ao longo do semestre.

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

The program contents were selected taking into account the introductory nature of this course, the knowledge level of the students entering the university for the first time, the learning objectives seen as crucial for understanding issues dealt with in subsequent years, as well as the topical of the subjects. The subjects were selected aiming to strengthen and deepen some concepts the students acquired at high school as well as to give them new horizon on current cell biology topics as, for instance, carcinogenesis and programmed cell death (apoptosis). In view of this, consistency between the contents and the learning objectives of the course is evident not only in selected subjects but also in the sequential and integrated way as the different issues are taught throughout the semester.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas são expositivas, com a projecção de imagens, esquemas, tabelas, gráficos explicativos e vídeos, embora haja interacção permanente com os alunos. A manipulação, observação e elaboração de um pequeno relatório, são efectuadas individualmente. Os alunos são encorajados a participar nas sessões tutoriais informais semanais. Os recursos utilizados nas aulas são disponibilizados na plataforma Moodle. A avaliação consiste na realização de um exame final sobre a componente teórica (70% da classificação final) e de um exame sobre a componente laboratorial (30% da classificação final). Os alunos com classificação igual ou superior a oito valores e inferior a dez valores ficam sujeitos, se assim o entenderem, a uma prova oral. À excepção dos casos previstos na lei, a admissão ao exame final está condicionada à frequência de, pelo menos, 2/3 das aulas práticas efectivamente leccionadas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures are explanatory, with the projection of images, diagrams, tables, explanatory charts and videos, carried out interactively with the students. Practical sessions start with a short lecture addressed by the instructor to introduce the subject. Protocols' implementation, observation and the working up of a report will be held individually by students. Students are encouraged to attend drop-in tutorial sessions held weekly. All teaching resources used will be included on Moodle platform. The assessment in this course is designed to ensure students have attained the learning outcomes for the course. This will consist of an individual exam to assess the knowledge and concepts covered in the lectures (70% of the final mark) and in practical sessions (30% of the final mark). With the exception of those cases foreseen by the law or regulations in force, admission to the final exam is subjected to the attendance of at least 2/3 of practical sessions effectively taught.

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

A metodologia de ensino/aprendizagem utilizada é híbrida no sentido em que assenta na natureza expositiva das aulas teóricas, na discussão orientada de temas programáticos relevantes para a formação do aluno, no incentivo à sua aprendizagem autónoma, através da análise aprofundada, fora da sala de aula, dos temas leccionados, utilizando, quer os recursos pedagógicos disponibilizados na plataforma Moodle, designadamente, vídeos, animações e mini-testes formativos, quer a informação disponibilizada por alguns sítios da internet, cujos endereços são fornecidos como complemento da bibliografia recomendada. A disponibilização antecipada dos recursos pedagógicos, designadamente os protocolos experimentais dos trabalhos práticos e bem assim as apresentações que suportam as respectivas introduções teóricas, permite aos alunos conhecer os temas a leccionar e sobre eles reflectir, individualmente ou em grupo, antes da cada aula prática, o que muito facilita o trabalho na sala de aula. Além disso, a disponibilização de um microscópio óptico por aluno e a elaboração, na aula, de um pequeno relatório sobre a actividade prática, que é corrigido pelo docente, são essenciais para que o aluno adquirira competências e destreza no manuseio do microscópio óptico e utilize correctamente a linguagem científica. Independentemente da natureza da aula, as estratégias utilizadas com vista à implementação do programa da unidade curricular baseiam-se na relação permanente entre a teoria e a prática e entre estas e casos de estudo. Esta abordagem, feita numa perspectiva integrada de acção/reflexão/acção é fundamental para a clarificação de conceitos e suas relações e bem assim para o real envolvimento do aluno no processo de aprendizagem e no atingir dos objectivos preconizados.

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

In this course, a hybrid teaching/learning methodology will be used resorting to explanatory lectures, guided discussions on particular programmatic topics relevant to the students' education, stimulus for their independent learning, through an in-depth critical analysis, outside the classroom, on the subjects taught, using either the teaching resources available on the Moodle platform (videos, animations and mini-educational tests) or the information

provided by some web sites, whose addresses are provided as complement to the recommended readings. Providing ahead the teaching resources such as the experimental protocols and the slides of the practical mini-lectures, allows the students to know the topics to be taught and reflect upon them, individually or in groups, before the practical session, which makes easier the work in the classroom. In addition, the availability of one optical microscope per student along with the working up of a report, that will be read and fixed by the instructor, will provide students with the necessary tools to develop skills and competences in optical microscope handling as well as in using the correct scientific language. Regardless the teaching methods, the strategies used to implement the course program are based on the ongoing relationship between theory and practice and between them and case studies. This approach, carried out in an integrated action/reflection/action process is fundamental to make clear the concepts and their relationships as well as for the actual involvement of the students in the learning process and in achieving the proposed objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Cooper, G. M. and R. E. Hausman (2007) The Cell: A Molecular Approach. 4th Ed. ASM Press and Sinauer Associates, Inc., Washington. Lodish H., A. Berk, C. A. Kaiser, M. Krieger, M. P. Scott, A. Bretscher, H. Ploegh, P. Matsudaira (2007) Molecular Cell Biology, 6th Ed. W. H. Freeman and Company, New York. Figueiredo A. C., J. G. Barroso, L. G. Pedro, M. M: Oliveira (2003) Guia Prático de Biologia Celular. Associação dos Estudantes da Faculdade de Ciências de Lisboa.

Mapa IV - Ondas, Acústica e Ótica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ondas, Acústica e Ótica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Waves, Acoustics and Optics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CFIS

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: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):

José Manuel de Nunes Vicente e Rebordão T:42

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

João Miguel Pinto Coelho TP:21

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

A – Conhecer as características e descritores gerais dos fenómenos ondulatórios, com especial ênfase nos de natureza mecânica e electromagnética (EM).

B – Conhecer os principais conceitos físicos da acústica.

C – Identificar os principais enquadramentos dos fenómenos luminosos (aproximações geométrica, ondulatória, preparando-se a ligação com a fundamentação electromagnética da luz, a cobrir em Electrodinâmica Clássica, no semestre seguinte).

D – Saber explicar os fenómenos da luz que sejam de conhecimento e utilização geral, ou que possam ser

directamente percebidos.

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

A - Know the characteristics and general descriptors of wave phenomena, with special emphasis on those of mechanical and electromagnetic (EM) nature.

B - Know the main physical concepts of acoustics.

C - Identify the main frameworks of the light phenomena (geometric, wave approximations while preparing the link with the electromagnetic description of light, to be covered in Classical Electrodynamics in the following semester).

D - Understand light phenomena that are of general knowledge and use, or that can be directly perceived.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A– ONDAS

1. *Descritores: amplitude, fase, polarização, frequência, velocidade*
2. *Condições fronteira, impedâncias*
3. *Ondas: harmónicas; planas, parabolóides e esféricas; estacionárias; solitões*
4. *Interferências*
5. *Modulação; grupos, batimentos; espectro*

B- ACÚSTICA

1. *Ondas mecânicas: meios, velocidade; impedâncias; reflexão, refração, dispersão, absorção*
2. *Intensidade, potência e pressão; dB; fontes*
3. *Ultrasons: ensaios não-destrutivos, imagens*

C– ÓTICA GEOMÉTRICA

1. *Princípios: Fermat, Huygens*
2. *Reflexão (quádricas), Refracção*
3. *Conjugação, aprox. paraxial, pontos cardinais; aberrações; stops*
4. *Olho, Microscopias, Telescópios*

D– ÓTICA ONDULATÓRIA

1. *Eq. de ondas; ondas planas, esféricas, paraxiais, gaussianas*
2. *Interferometria: tipos; duas ondas ou feixes múltiplos*
3. *Difracção: propagação, aproximações; Fourier; exemplos (aberturas, redes); resolução*

E– ÓTICA EM

1. *Fenómenos de superfície (reflexão, refração, eq. Fresnel) e volume (Lorentz, Drude)*
2. *Ótica não-linear*

4.4.5. Syllabus:

A - WAVES

1. *Descriptors: amplitude, phase, polarization, frequency, velocity*
2. *Boundary conditions, impedances*
3. *Waves: harmonics; flat, paraboloid and spherical; stationary; solitons*
4. *Interference*
5. *Modulation; groups, beats; spectrum*

B - ACOUSTICS

1. *Mechanical waves: media, velocity; impedances; reflection, refraction, dispersion, absorption*
2. *intensity, power and pressure; dB; sources*
3. *Ultrasound: non-destructive testing, imaging*

C - GEOMETRIC OPTICS

1. *Principles: Fermat, Huygens*
2. *Reflection (quadrics), Refraction*
3. *Conjugation, paraxial approximation, cardinal points; aberrations; stops*
4. *Eye, Microscopes, Telescopes*

D - WAVE OPTICS

1. *wave equation; plane, spherical, paraxial, gaussian waves*
2. *Interferometry: types; two waves or multiple beams*
3. *Diffraction: propagation, approximations; Fourier; examples (apertures, gratings); resolution*

E – EM OPTICS

1. *Surface (reflection, refraction, Fresnel eq.) and volume phenomena (Lorentz, Drude)*
2. *Nonlinear Optics*

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

Sendo a 1ª disciplina que incide sobre as temáticas que compõem a sua designação, a sequência de conteúdos é relativamente convencional, embora se pretenda reforçar as características comuns dos fenómenos ondulatórios, apesar das idiosincrasias dos diversos meios e a grande variedade de tipos de ondas.

Apresentam-se conhecimentos de Acústica e Óptica, tanto na perspectiva da sua fundamentação como das aplicações, privilegiando-se, todavia a parte de Óptica, mais presente nas actividades de I&D da FCUL e actualmente considerada, através da fotónica, um enabler para a sociedade da informação, através das nano-tecnologias e dos novos paradigmas computacionais.

Procura-se que os alunos tenham contacto com bibliografia de referência de modo a, autonomamente, poderem prosseguir estudos e interessar-se por aplicações.

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

Being the first discipline that focuses on the themes that make up its name, the sequence of contents is relatively conventional, although it is intended to reinforce the common characteristics of wave phenomena, despite the idiosyncrasies of the various media and the wide variety of wave types.

Knowledge of Acoustics and Optics is presented, both from the perspective of its foundation and from the applications. Priority will be given to themes of Optics, which is more relevant for FCUL's R&D activities and is currently considered, through photonics, an enabler for the information society, through nano-technologies and new computational paradigms.

Students are expected to have contact with reference bibliography so that they can independently pursue studies and know much more about applications of light.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: Expositiva

TEÓRICO-PRÁTICA: Aulas assistidas de apoio à resolução de problemas

AVALIAÇÃO:

Exame final, ou, alternativa, 2 testes:

1º teste a 30% do semestre (~30%)

2º teste (~70% coincidente com a 1ª data de exame).

Os alunos conhecerão um documento intitulado “Síntese dos Objectivos de Aprendizagem”, que identifica, e de certo modo, prioriza, os conceitos e relações mais importantes. Neste contexto, as provas de avaliação consistem num teste com um número elevado (cerca de 100) de perguntas teóricas (V ou F) simples, cobrindo todas as partes da matéria e, sobretudo, a maior parte dos objectivos de aprendizagem, e cerca de 20 problemas práticos com 4 opções cada. Os alunos têm acesso a um formulário de fórmulas (usado, aliás, durante o curso).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: Expository

PROBLEM CLASSES: Assisted classes to support problem solving

EVALUATION:

Final exam or alternatively 2 tests:

1st test at 30% of the semester (~ 30%)

2nd test (~ 70% coincident with 1st exam date).

Students will be aware of the document entitled “Learning Objectives Synthesis” which identifies, and somewhat prioritizes, the most important concepts and relationships. In this context, the assessment tests consist of a test with a high number (around 100) of simple theoretical questions (V or F), covering all parts of the subject and, most of all, the learning objectives, and about 20 problems with 4 options each. Students have access to a glossary of formula (also used during the course).

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

Tratando-se de uma UC do 3º semestre de um 1º ciclo, a exposição anterior com os conteúdos é ínfima, e os conceitos e principais modelos explicativos têm de ser apresentados de uma forma estruturada. Todavia, pretende-se que os alunos se concentrem nos conceitos e nos possíveis paradigmas explicativos e não nas equações, razão pela qual é disponibilizado um formulário de equações que eles podem usar mesmo nos actos de avaliação.

Procura-se promover uma ligação complexa entre o conhecimento da base física dos fenómenos luminosos, por um lado, e, por outro, sistemas e aplicações integradas, que mobilizam conhecimentos diversos e que podem ser utilizadas para promover a componente prática e a sensibilidade para a engenharia dos alunos de Engª Física e de Engª Biomédica.

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

It is a course in the 3rd semester of a 1st cycle, students' previous exposition with the contents is scarce, and the concepts and main explanatory models must be presented in a structured way.

However, it is intended that students focus on concepts and possible explanatory paradigms rather than on equations, which is why a glossary of formula is available to be used in classes and assessment acts.

The aim is to promote a link (which is complex) between the physical basis of light phenomena, on the one hand, and integrated systems and applications, on the other hand, knowing that systems and application integrate different pieces of knowledge and can be used to promote engineering skills on students of Engineering Physics and Biomedical Engineering.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Introduction to the Physics of Waves, Freegard T, Cambridge University Press, 2013.*
- *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics (10ª ed), R. A. Serway, J. W. Jewett, Jr., Brooks/Cole, 2019 (Caps. 16, 17, 18).*
- *Fundamentals of Photonics (2ª ed.), Saleh B E A, Teich M C, 2007, John Wiley&Sons, Inc. (Caps. ***)*
- *Optics, Hecht E, 2002, Fundação Gulbenkian, 2002*
- *Introduction to Fourier Optics, J. W. Goodman, 3rd ed, 2005, Roberts and Co.*

Mapa IV - Laboratório de Engenharia Biomédica e Física Médica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Laboratório de Engenharia Biomédica e Física Médica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Laboratory of Biomedical Engineering and Medical Physics

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:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

PL: 28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Gina Maria Costa Caetano 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 – Realizar seis experiências pré-programadas para medida de sinais fisiológicos, sua análise quantitativa e interpretação.

B - Conceber uma experiência original e programar o aparelho de aquisição de dados para a executar.

C - Desenvolver um protocolo experimental e adquirir sinais fisiológicos utilizando equipamento apropriado, a capacidade de lidar com as dificuldades inerentes à aquisição de sinais fisiológicos em seres humanos, e de interpretar esses sinais do ponto de vista fisiológico.

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

A - Students perform six pre-programmed experiments in which they measure physiological signals in a colleague, quantitatively analyze these signals and interpret them.

B – Design a novel experiment and program the data acquisition unit to run it.

C The acquired skills are the ability to design an experiment and acquire signals using appropriate equipment, to deal with the difficulties inherent to the acquisition of physiological signals in humans, and interpret these signals from a physiological point of view.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Apresentação da unidade curricular. Objectivos e método de avaliação.

2. Ciclo respiratório I.

43 Função pulmonar I & II.

4. Electrocardiografia II.

5. Sons cardíacos.

6. Electroencefalografia I.

7. Electroencefalografia II.

8. Tutorial do programa Biopac Pro.

9. Preparação de uma lição programada no Biopac Pro - 1|3.

10. Preparação de uma lição programada no Biopac Pro - 2|3.

11. Preparação de uma lição programada no Biopac Pro - 3|3.

12. Apresentação oral da experiência programada.

4.4.5. Syllabus:

1. Presentation of the course unit. Objectives and evaluation method.

2. Respiratory Cycle I.

3. Pulmonary Function I & II.

4. Electrocardiography II.

5. Heart Sounds.

6. Electroencephalography I.

7. Electroencephalography II.

8. Tutorial: Biopac Pro.

9. Preparation of a lesson programmed in Biopac Pro - 1/3.

10. Preparation of a lesson programmed in Biopac Pro - 2/3.

11. Preparation of a lesson programmed in Biopac Pro - 3/3.

12. Oral presentation of programmed lesson.

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

Há sobreposição completa entre os conteúdos programáticos (adquirir e interpretar sinais fisiológicos) e os objectivos da unidade curricular (aprender a adquirir e interpretar sinais fisiológicos).

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

There is a complete overlap between the Syllabus (to acquire and interpret physiological signals) and the objectives of the course unit (learn to acquire and interpret physiological signals).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

PRÁCTICA LABORATORIAL

Trabalho experimental em ambiente laboratorial.

AVALIAÇÃO

Relatório escrito individual sobre umas das experiências pré-programadas. Apresentação oral de grupo da experiência programada.

O relatório individual tem um peso de 50% na nota final, a nota da apresentação oral em grupo tem um peso de 50% da nota final.

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

Experimental work in a laboratory.

ASSESSMENT

The students will perform an individual written report on one of the pre-programmed lessons.

There will be an oral presentation on the lesson programmed in Biopac Pro by the students.

The individual written report represents 50% of the final grade. The group oral presentation represents 50% of the final grade.

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

Há sobreposição completa entre as metodologias de ensino (trabalho experimental em laboratório) e os objectivos de aprendizagem da unidade curricular (aprender a adquirir e interpretar sinais fisiológicos).

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

There is a complete overlap between teaching methodologies (experimental laboratory work) and the learning objectives of the course (learning to acquire and interpret physiological signals).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Manuais: BSL Orientation, BSL Basic Tutorial, BSL Pro Manual, BSL Pro Tutorial

Textbook of Medical Physiology, A. C. Guyton, J. E. Hall, 9th ed., Saunders, 1996

Essentials of Anatomy & Physiology, R.R. Seeley, T.D. Stephens e P. Tate, McGraw-Hill, New York, 2005.

Electroencephalography. Basic principles, clinical applications and related fields, E Niedermeyer, F Lopes da Silva, 5th ed., Lippincot Williams and Wilkins, 2004

Mapa IV - Circuitos Eléctricos e Sistemas Digitais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Circuitos Eléctricos e Sistemas Digitais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electrical Circuits and Digital 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; TP:14; 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):

José Maria Longras Figueiredo T:28; TP:14; 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 – Familiarizar os alunos com os conceitos e as técnicas de análise essenciais para a compreensão do funcionamento de circuitos eléctricos e de sistemas digitais.

B – Estudar os princípios de operação de componentes e de dispositivos electrónicos, e desenvolver capacidades de análise de circuitos electrónicos e de sistemas digitais usando métodos analíticos e ferramentas de simulação.

C – Ser capaz de projectar e montar circuitos electrónicos em placas de teste, e analisar a sua operação usando o multímetro e osciloscópio e ferramentas computacionais.

D – Criar competências de análise de circuitos electrónicos e desenvolver atitudes de trabalho em laboratório fundamentais para posteriores cursos em Electrónica e Instrumentação.

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

A - Familiarize students with the concepts and analysis techniques essential for understanding the operation of electrical circuits and digital systems.

B - Study the principles of operation of electronic components and devices, and develop analysis capabilities of electronic circuits and digital systems using analytical methods and simulation tools.

C - Be able to design and assemble electronic circuits on test boards, and analyze their operation using the multimeter, oscilloscope and computer tools.

D - Create skills on analysis of electronic circuits and develop attitudes of laboratory work fundamental for subsequent courses in Electronics and Instrumentation.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Elementos de Circuitos e Leis Fundamentais
2. Técnicas Sistemáticas de Análise de Circuitos
3. Princípio da sobreposição, teoremas de Thévenin e de Norton
4. Circuitos com Fontes Dependentes
5. Amplificador Operacional e Aplicações
6. Análise de Circuitos Dinâmicos (no Tempo e na Frequência)
7. Circuitos com Díodos e Aplicações
8. Representação de Informação em Sistemas Digitais
9. Funções e Portas Lógicas
10. Circuitos Combinatórios de Média Dimensão (MSI)
11. Introdução aos Circuitos Sequenciais
12. Conversores Analógico-Digitais (ADCs) e Digital-Analógicos (DACs).

4.4.5. Syllabus:

1. Circuit Elements and Fundamental Laws
2. Systematic Circuit Analysis Techniques
3. Principle of superposition, Thévenin and Norton theorems
4. Circuits with Dependent Sources
5. Operational Amplifier and Applications
6. Analysis of Dynamic Circuits (in Time and Frequency)
7. Diode Circuits and Applications
8. Information Representation in Digital Systems
9. Logic Functions and Logic Gates
10. Medium Dimension Combinatorial Circuits (MSI)
11. Introduction to Sequential Circuits
12. Analog to Digital Converters (ADCs) and Digital to Analog Converters (DACs).

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

Por forma a atingir os objectivos A e B, o estudo começa com a revisão dos conceitos de electromagnetismo essenciais à compreensão do funcionamento de circuitos eléctricos simples, prosseguindo com a análise de circuitos contendo apenas componentes eléctricos elementares. De seguida são discutidas as técnicas de análise de circuitos e apresentadas ferramentas de simulação. A análise analítica e a simulação de circuitos abrangem o estudo das dinâmicas temporais e as respostas em frequência. O objectivo C é atingido através da realização de sessões laboratoriais onde os alunos implementam, após estudo prévio, e caracterizam circuitos funcionais representativos. Para atingir o objectivo D, a abordagem privilegia o desenvolvimento de capacidades de discernimento crítico no que se refere ao emprego dos conceitos e das técnicas de análise de circuitos eléctricos e electrónicos, e a discussão das aplicações dos circuitos funcionais mais representativos.

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

In order to achieve objectives A and B, the study begins by reviewing the concepts of electromagnetism essential to understanding the operation of simple electrical circuits. Then it continues with the analysis of circuits containing elemental electrical components, introducing the circuit analysis techniques and simulation tools. Analytical analysis and circuit simulation include the study of temporal dynamics and frequency responses. Objective C is achieved by conducting laboratory sessions where students implement, after previous study, and characterize representative functional circuit blocs. In order to achieve objective D, the approach focuses on promotion of critical insight into the use of electrical and electronic circuit analysis concepts and techniques, and discussion of the applications of the most representative functional circuits.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: *Atividade expositiva, onde são trabalhados os conteúdos usando o quadro e meios audiovisuais, onde também é dada orientação aos alunos para a abordagem da bibliografia.*

TEÓRICO-PRÁTICA: *Resolução de exercícios e problemas de aplicação tipo, a análise qualitativa e quantitativa dos modelos de representação de componentes e/ou circuitos. Sempre que oportuno são usadas ferramentas de simulação.*

PRÁTICA LABORATORIAL: *Realização de montagens e teste de circuitos. Compreende sessões de trabalho autónomo e de actividade em sala de aula. Trabalho autónomo a realizar antes da aula: estudo e simulação de circuitos. Atividade em sala de aula: montagem de circuitos, teste e análise de resultados. Trabalho autónomo posterior à aula: análise dos resultados e composição do material a usar na apresentação oral (ver avaliação)*

AVALIAÇÃO: *Avaliação contínua da prática laboratorial e apresentação oral dos resultados obtidos em duas das aulas práticas; exame final.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: *Expository activity, where the contents are worked using the board and audiovisual media, where students are also given guidance on how to approach the bibliography.*

PROBLEM CLASSES: *Resolution of exercises and problems of application type, the qualitative and quantitative analysis of models of representation of components and / or circuits. Whenever appropriate simulation tools are used.*

LABORATORY CLASSES: *Assembly and testing of circuits. It comprises self-employment and classroom activity sessions. Autonomous work to be done before class: study and simulation of circuits. Classroom activity: circuit assembly, test and analysis of results. Autonomous work after class: analysis of the results and composition of the material to be used in the oral presentation (see evaluation).*

EVALUATION: *Continuous assessment of laboratory practice and oral presentation of the results obtained in two of the practical classes; Final exam.*

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

Por forma a atingir os objetivos A e B, os conceitos são apresentados e discutidos usando circuitos com configurações de fácil perceção, sendo considerados com detalhe todos aspetos que facilitem a aprendizagem, tirando partido de noções e conceções de outras áreas de conhecimento que sejam familiares aos alunos.

A abordagem dos temas é feita partindo dos casos/exemplos mais simples para os mais complexos, garantindo que o aluno, em cada fase da discussão, tem oportunidade de compreender, qualitativa e quantitativamente, o significado e a aplicabilidade dos assuntos em análise, as etapas das metodologias próprias das técnicas de análise, a função e o princípio de operação dos componentes, e a funcionalidade e aplicabilidade dos circuitos em consideração.

Nas aulas teóricas são expostos os conteúdos programáticos, e discutidos os princípios de funcionamento bem como as principais aplicações dos dispositivos e circuitos.

Nas sessões teórico-práticas são analisados exercícios e problemas tipo que ajudam a consolidar a aprendizagem dos conceitos, promovem o treino no emprego das metodologias de análise, e a análise crítica da aplicabilidade dos modelos usados para representar os componentes e circuitos reais.

Nas atividades da prática laboratorial é proposto o estudo de circuitos tipo que os alunos montam em placas de teste seguida da caracterização e análise. Para cada sessão laboratorial é disponibilizado o guia do trabalho, onde estão definidos os objetivos, e é indicado o procedimento a seguir. As componentes de trabalho autónomo (anterior e posterior à atividade em sala de aula) são claramente definidas no guia, sendo fundamental que o aluno as realize. Estas componentes podem incluir o dimensionamento, a análise analítica e/ou a simulação de circuitos. O emprego de ferramentas de simulação e teste é fortemente estimulado, servindo como elemento de motivação para o estudo fora das horas de contacto. Os alunos contam sempre com o apoio dos docentes nas várias as fases do processo de ensino-aprendizagem.

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

In order to achieve the objectives A and B, the concepts are presented and discussed using circuits with configurations of easy perception, considering in detail all aspects that facilitate learning, taking advantage of notions and conceptions of other areas of knowledge that are familiar to the students.

The approach of the themes is made from the simplest cases to the most complex, ensuring that the student, in each phase of the discussion, has the opportunity to understand, qualitatively and quantitatively, the meaning and applicability of the subjects under analysis, the methodologies proper of the analysis techniques, the function and principles of operation of the components, and the functionality and the applicability of the devices and circuits under consideration.

In the theoretical classes we present the syllabus, and discuss the operation principles and the functionality and the applicability of the circuits under analysis.

Theoretical-practical sessions comprise problem-solving exercise, discussion of problems that help to consolidate the concepts, training of the analysis methodologies, and the critical analysis of the applicability of the models used to represent the real components and circuits.

In the laboratory practice activities it is proposed the study of basic circuits blocks that students have to assemble on test breadboard in order to perform their characterization and analysis. For each laboratory session a work guide is provided which defines the objectives, and presents a possible procedure. The components of autonomous work (before and after the classroom activity) are clearly defined in the guide, and it is essential that the student performs them. These components may include the determination of circuit parameters, the analytical analysis and / or circuit simulation. The use of simulation and testing tools is strongly encouraged, serving as a motivating element for study outside of contact hours. Students are always supported by the lecturers at various stages of the teaching-learning process.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *“Basic engineering circuit analysis”, J. David Irwin, R. Mark Nelms, 11.ª edição, John Wiley & Sons, Inc. 2015.*
- *“Logic and Computer Design Fundamentals,” M. Morris Mano, Charles R. Kime, Tom Martin, 5.ª Edição, Pearson Higher Education, Inc., 2015;*
- *“Electronics Fundamentals: Circuits, Devices and Applications”, Thomas L. Floyd, David L. Buchla, 8.ª Edição, Pearson Education Limited 2014.*
- *“Digital Fundamentals,” Thomas L Floyd, Global Edition (11e), Pearson Education Limited, 2014;*
- *Slides das aulas teóricas; Guias das aulas laboratoriais.*

Mapa IV - Fisiologia Humana

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fisiologia Humana

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Human Physiology

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; 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):

Luís Monteiro Rodrigues T:42; PL:21

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

<sem resposta>

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

A unidade curricular de Fisiologia Humana constitui uma das unidades curriculares fundamentais do conhecimento biológico humano, em particular no domínio das ciências da saúde. Abordando o funcionamento normal dos diversos órgãos e sistemas que constituem o conjunto de funções da vida de relação, são aqui aplicados e, nalguns casos, integrados conhecimentos até aqui adquiridos a nível dos princípios básicos da chamada Fisiologia Geral na unidade de Anatomia Humana.

Assim, a unidade curricular de Fisiologia dirige-se especialmente à Fisiologia Especial, isto é, a fisiologia dos órgãos e sistemas, abordada na perspectiva da elaboração das bases conceptuais essenciais ao capítulo da Fisiologia de Adaptação e Integração. A unidade é concluída com a demonstração integrada da aplicação do conhecimento a algumas áreas da engenharia biomédica e biofísica, designadamente no diagnóstico por métodos electrométricos e imagiológicos.

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

The Human Physiology course is one of the fundamental curricular units of human biological knowledge, particularly in the field of health sciences. Addressing the normal functioning of the various organs and systems that constitute the set of functions of relationship life, here are applied and, in some cases, integrated knowledge hitherto acquired on the basic principles of the so-called General Physiology in the Human Anatomy unit.

Thus, the course of Physiology is directed especially to the Special Physiology, that is, the physiology of organs and systems, approached from the perspective of elaboration of the conceptual bases essential to the chapter of Adaptation and Integration Physiology. The unit concludes with the integrated demonstration of the application of knowledge to some areas of biomedical and biophysical engineering, namely in the diagnosis by electrometric and imaging methods.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - Introdução. Análise dos objectivos programáticos e do Sistema de avaliação. Revisão de conceitos base e princípios fisiológicos fundamentais*
- 2 - Bases fisiológicas da consciência e do comportamento.*
- 3 - Fisiologia cardiovascular e Sangue*
- 4 - Fisiologia respiratória*
- 5 - Fisiologia renal*
- 6 - Fisiologia Gastrointestinal e Glândulas anexas*
- 7 - Fisiologia da Integração e da Adaptação*
- 8 - Gestão energética do organismo.*
- 9 - Fome, sede e saciedade*
- 10 - Gestão neuro-endócrina e Gestão Energética*
- 11 - Crescimento - Condicionantes Ambientais e genéticos.*
- 12 - Fisiologia da reprodução humana*
- 13 - Fisiologia aplicada aos métodos electrométricos de diagnóstico humano: a electrencefalografia; o electrocardiograma e electromiograma*
- 14 - Fisiologia aplicada aos métodos imagiológicos de diagnóstico humano, da ultrassonografia à ressonância magnética*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction. Analysis of the program objectives and the evaluation system. Review of basic concepts and fundamental physiological principles*
- 2 - Physiological basis of consciousness and behavior.*
- 3 - Cardiovascular Physiology and Blood*
- 4 - Respiratory Physiology*
- 5 - Renal physiology*
- 6 - Gastrointestinal Physiology and Attached Glands*
- 7 - Physiology of Integration and Adaptation*
- 8 - Energy management of the body.*
- 9 - Hunger, thirst and satiety*
- 10 - Neuroendocrine Management and Energy Management*
- 11 - Growth - Environmental and genetic conditions.*
- 12 - Physiology of human reproduction*
- 13 - Physiology applied to electrometric methods of human diagnosis: electroencephalography; the electrocardiogram and electromyogram*
- 14 - Physiology applied to human diagnostic imaging methods, from ultrasound to magnetic resonance imaging*

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

A unidade curricular cobre os tópicos principais da Fisiologia Humana de maneira a fornecer aos alunos fundamentos sólidos desta disciplina e o grau de aprofundamento necessário nesta fase do ciclo de estudos, em que têm de

abordar problemas Biomédicos usando abordagens da Engenharia e Física.

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

The course covers the main topics of Human Physiology in order to provide students with solid foundations of this discipline and the degree of depth required at this stage of the study cycle, where they have to address Biomedical problems using approaches from Engineering and Physics.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Aulas magistrais com frequência voluntária seguindo o programa definido.

PRÁCTICA LABORATORIAL

Aulas de laboratório tutoradas, orientadas por um docente, de frequência obrigatória e destinadas a aprofundarem alguns dos temas leccionados nas aulas magistrais. Estimula-se a participação dos alunos através de problemas pré-enunciados e sua resolução ou através de material didático adequado (modelos informáticos de simulação de sinais e funções biológicas).

AVALIAÇÃO

1 - Frequência de 2/3 das aulas Práticas.

A aprovação da avaliação prática (mínimo de 9.5 Valores) é condição para o acesso ao exame final da unidade curricular.

2 - A avaliação prática apresenta um peso relativo de 40% na classificação final da unidade curricular. Esta avaliação é realizada semanalmente na aula prática.

3 - A Classificação Final da unidade curricular corresponderá à soma ponderada da contribuição da avaliação contínua (40%) com a avaliação final teórica (60%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL

Master classes with voluntary frequency following the defined program.

LABORATORY PRACTICE

Tutored laboratory classes, guided by a teacher, of compulsory attendance and intended to deepen some of the subjects taught in the master classes. Students are encouraged to participate through pre-stated problems and their resolution or through appropriate teaching materials (computer models for simulating signals and biological functions).

EVALUATION

1 - Attendance of 2/3 of the practical classes.

The approval of the practical evaluation (minimum 9.5 values) is a condition for access to the final exam of the course.

2 - The practical evaluation has a relative weight of 40% in the final grade of the course. This assessment is held weekly in the practical class.

3 - The final grade of the curricular unit will correspond to the weighted sum of the contribution of continuous assessment (40%) and the final theoretical evaluation (60%).

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

A alternância entre aulas teóricas e práticas permite aos alunos consolidar os conhecimentos adquiridos e favorece a aprendizagem.

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

The alternation between theoretical and practical classes allows students to consolidate their knowledge and favors learning.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BERNE, Robert M., et al, Physiology, 5th ed., St. Louis, Mosby, 2008, ISBN 0-323-02225-1

Introduction to the Human Body: The Essentials of Anatomy and Physiology, G. J. Tortora e S. R. Grabowsky, 7th Edition, Wiley, 2006, ISBN: 978-0471691235

GUYTON, Arthur C., et al. Textbook of medical physiology, 11th ed, Philadelphia, W.B. Saunders Company, 2000, ISBN 0-7216-8677-X

LINGAPPA, Vishwanath, et al., Physiological medicine : a clinical approach to basic physiology, New York, McGraw-Hill, 2000, ISBN 0-07-038128-3

TRESGUERRES, Jess, et al. Fisiologia humana, 2 ed., Madrid, McGraw-Hill, 1999 (2000), ISBN 84-486-0237-4

VANDER, Arthur, et al Human physiology : the mechanisms of body function, 8th ed., Boston, McGraw-Hill, 2001, ISBN 0-07-290801-7

WIDMAIER, Eric P., et al., Human physiology : the mechanisms of body , 9th ed, Boston, McGraw-Hill , 2001, ISBN 0-07-243793-6

Mapa IV - Biomecânica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biomecânica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomechanics

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; 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):

Nuno Araújo T:27; TP:13,5

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

Ricardo Matias T:15; TP:7,5

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

Transmitir aos alunos um conhecimento funcional da Mecânica Analítica, que se baseia nas aproximações Lagrangeana e Hamiltoniana, e a sua aplicação às áreas da Biomecânica e Robótica.

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

Give students a working knowledge of Analytical Mechanics, which is based on the Lagrangean and Hamiltonian approximations, and its application to the areas of Biomechanics and Robotics.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Revisão da Mecânica Newtoniana*
- 2. Princípios variacionais. Equações de Lagrange*
- 3. Problema de dois corpos.*
- 4. Cinemática dum corpo rígido*
- 5. Dinâmica dum corpo rígido*
- 6. Equações de Hamilton*
- 7. Transformações canónicas*
- 8. Teoria de Hamilton-Jacobi*
- 9. Oscilações lineares*
- 10. Movimento e Movimento articular*
- 11. Sistemas e métodos de análise de movimento articular 3D - parte I*
- 12. Sistemas e métodos de análise de movimento articular 3D - parte II*
- 13. Medidas de análise de movimento articular 3D*
- 14. Validade e fidedignidade dos métodos de análise de movimento articular*
- 15. Análise de movimento articular 3D - membros inferiores*
- 16. Análise de movimento articular 3D - membros superiores*

17. *Análise de movimento articular 3D - tronco*
18. *Aplicações em Saúde e Desporto*
19. *Aplicações em Exosqueletos e Robótica*

4.4.5. Syllabus:

1. *Review of Newtonian Mechanics*
2. *Variational Principles. Lagrange Equations*
3. *Two-body problem.*
4. *Rigid Body Kinematics*
5. *Dynamics of a rigid body*
6. *Hamilton Equations*
7. *Canonical Transformations*
8. *Hamilton-Jacobi Theory*
9. *Linear Oscillations*
10. *Movement and joint motion*
11. *Methods and systems for joint motion analysis - part I*
12. *Methods and systems for joint motion analysis - part II*
13. *Metrics for analysing 3D joint motion*
14. *Validate and reliability of joint motion analysis methods*
15. *3D joint motion analysis - lower limbs*
16. *3D joint motion analysis - upper limbs*
17. *3D joint motion analysis - trunk*
18. *Health and Sports Applications*
19. *Exoskeletons and Robotics Applications*

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

As matérias ensinadas são fundamentais para qualquer estudo dos temas desenvolvidos na disciplina e podem ser encontradas nos livros de referência neste assunto.

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

The subjects taught are basic to any study of the themes developed in the course and can be found in reference books on this subject.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Exposição da matéria

TEÓRICO-PRÁTICAS

Resolução computacional de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. Estudo experimental da biomecânica e robótica com recurso a wearables, videocâmaras, sistemas robóticos e exosqueletos.

AVALIAÇÃO

Avaliação contínua com base no desempenho do aluno nas aulas laboratoriais (30% da nota final) e um exame escrito presencial que engloba toda a matéria leccionada (70% da nota final). A avaliação contínua implica a presença em 2/3 das aulas laboratoriais.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL

Exposure of the subject

PROBLEM CLASSES

Computational resolution of problems on the subject given in lectures. Experimental study of biomechanics and robotics using wearables, video cameras, robotic systems and exoskeletons.

EVALUATION

Continuous assessment based on student performance in laboratory classes (30% of the final grade) and an in-person written exam that covers all the subjects taught (70% of the final grade). Continuous assessment involves attending 2/3 of the laboratory classes.

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

A combinação de aulas teóricas e de teórico-práticas é adequada para atingir os objetivos da disciplina, transmitindo aos alunos um conhecimento funcional da mecânica analítica de modo que não só assimilem os conceitos como também sejam capazes de os aplicar na área da engenharia biomédica e biofísica.

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

The combination of lectures and problem classes is appropriate to achieve the objectives of the course, giving students a working knowledge of analytical mechanics so that they not only assimilate concepts but are able to apply them in the field of biomedical and biophysical engineering.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. H. Goldstein, "Classical Mechanics" (Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1969)
2. L. N. Hand, J. D. Finch, "Analytical Mechanics" (Cambridge University Press, 1998)
3. Irving P. Herman, "Physics of the Human Body", 2nd Edition (Springer, 2016)
4. Joseph Hamill, Kathleen Knutzen, Timothy Derrick, "Biomechanical Basis of Human Movement", 4th Edition (Walters Kluwer 2014)
5. Susan J. Hall, "Basic Biomechanics", 8th Edition (McGraw Hill, 2019)
6. Kevin M. Lynch, Frank C. Park, "Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control", 1st Edition (Cambridge University Press 2017)
7. Richards J. The Comprehensive Textbook of Clinical Biomechanics, 2nd Edition. Elsevier. 2018
8. Robertson G, et al. Research Methods in Biomechanics, 2nd Edition. Human Kinetics. 2014.

Mapa IV - Economia e Gestão**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Economia e Gestão***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Economics and Management***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CEGO***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):***Raquel João Fonseca 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 - Dotar os alunos com capacidades para a compreensão da lógica e funcionamento das actividades económicas.**B – Viabilizar a percepção tanto dos fundamentos do planeamento e das funções nucleares da gestão empresarial, como da importância da inovação em tal contexto.**C – Fornecer um conjunto de conhecimentos teóricos e práticos, cuja articulação proporcionará capacidades de interlocução em diferentes matérias de economia e de gestão.**D – Suportar a possibilidade de posterior desenvolvimento de conhecimentos nestas áreas do saber.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A - Provide students with skills for understanding the logic and functioning of economic activities.**B - Enable the perception both of nuclear planning and business management functions, and the relevance of innovation in that context.*

C - Provide a set of theoretical and practical knowledge, which will reveal joint interaction capabilities in different fields of economics and management.

D - Enable the possibility of further development of knowledge in these areas.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Parte I – Economia

- 1. Bases da economia Os princípios fundamentais da escolha individual. Micro vs. macroeconomia.*
- 2. Trade-offs e as trocas comerciais Fronteira de possibilidade de produção; Vantagem comparativa*
- 3. Oferta e Procura Curva da procura; Curva da oferta; Equilíbrio; Elasticidade*
- 4. Contabilidade nacional PIB; Índice de preços; Deflador; Inflação e deflação.*
- 5. Bens públicos e recursos comuns Bens públicos vs. bens privados T6. Funções do Estado Política fiscal; política monetária*
- 6. Introdução à empresa Conceito de empresa*

Parte II - Gestão

- 7. Princípios de gestão Funções da empresa*
- 8. Capital da empresa Constituição de capital da empresa; Capital próprio; Valor nominal vs. valor contabilístico; Aumento de capital*
- 9. Gestão financeira Fluxos económicos, financeiros e monetários; Activos fixos e circulantes; Passivo; Balanço e Demonstração de Resultados*
- 10. Gestão da produção Gestão das capacidades; Programação das operações; Gestão de projectos; Gestão de stocks*

4.4.5. Syllabus:

Part I - Economics

- T1. First principles Individual choice. Micro vs. macroeconomics.*
- T2. Trade-offs and trade. The production possibility frontier; Comparative advantage.*
- T3. Supply and demand. The demand curve; the supply curve; Equilibrium; Elasticity*
- T4. The National accounts. GDP; Aggregate price level; GDP price index; Inflation and deflation*
- T5. Public goods and common resources Public goods vs. private goods*
- T6. Government policies Fiscal policy; Monetary policy*

Part II – Management

- T7. Introduction to the firm. The firm*
- T8. Management principles Functions of the firm*
- T9. Equity The firm's capital structure; Equity; Nominal value vs. accounting value; Equity increases*
- T10. Financial management Economic, monetary and financial flows; Current and non-current assets; Debt; Balance sheet and income statement*
- T11. Production management Capacity management; Operations planning; Project management; Stock management*

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 e da gestão. O foco em diversos assuntos permite ir criando uma noção interligada dos vários conceitos. Por outro lado, os tópicos da componente teórico-prática servirão para ir reforçando as capacidades específicas ao serviço das aplicações no campo da Economia e Gestão.

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

The various subjects included in the program empowers the student with a global vision of Economics and Management. The focus on various subjects allows to create an interconnected notion of the various concepts. On the other hand, the topics of the practical component will support the capacities of the applications in the field of Economics and Management.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: De natureza expositiva, com recurso ocasional a casos reais.

TEÓRICO-PRÁTICA: Realização de exercício de aplicação

AVALIAÇÃO: Exame final escrito (17 valores) e uma apresentação em grupo durante a aula teórico-prática (3 valores).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: The classes will be expository in nature, featuring occasionally some real cases.

PROBLEM CLASSES: Case-based exercises are often carried out in practical classes.

EVALUATION: Evaluation is done by a final written exam (17/20) and a group presentation taking place during the class (3/20).

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 e Gestão só pode ser amplamente alcançada através de uma exposição com rigor e detalhe. Por outro lado, os casos reais 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 Economics and Management can only be widely achieved through an exposition with accuracy and detail. On the other hand, case-based scenarios are essential to build and interconnect the various concepts that are introduced.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Paul Krugman, Robin Wells, "Economics", 2nd Edition, Worth Publishers (2009)
- Ana Maria Sotomayor, Jorge Rodrigues, Manuela Duarte, "Princípios de Gestão das Organizações", Rei dos Livros (2013)
- José Eduardo Carvalho, "Gestão de Empresas – Princípios fundamentais", Edições Sílabo
- Joaquim Silva Ribeiro, Victor Sequeira Roldão, "Gestão das Operações – Uma abordagem integrada", Monitor (2007)

Mapa IV - Desenho Assistido por Computador

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Desenho Assistido por Computador

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computer Assisted Design

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:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:14; PL:21

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

António Joaquim Rosa Amorim Barbosa 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):

A - Familiarizar o aluno com as metodologias mais recentes de projeto (desenho) assistido por computador (CAD), nas vertentes conceptual e prática.

B - Permitir a utilização prática, incluindo uma introdução formal sumária, dos métodos baseados em varrimentos com base paramétrica de computação gráfica que permitam posteriormente a sua aplicação na definição de estudos de simulação de elementos finitos.

C - Apresentar e discutir os principais processos de fabrico e maquinação com aplicação prática de programação CNC. Apresentar as vantagens e limitações da manufactura aditiva e subtractiva.

D – Dirigir os conhecimentos de desenho para as competências necessárias à construção de instrumentos científicos ou equipamentos especializados com elevado conteúdo tecnológico em Engenharia Física ou Engenharia Biomédica.

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

A – Make the student familiar with the most resct methods of computer assited design both regarding the used conceps and the pratical applications.

B – Provide the student with the pratical and conceptual knowledge of parametic feature based CAD systems that allow their later usage and finite element study frameworks.

C – To present to the student the main methods of manufacturing and machining including the basic principles of CNC programing. Introduce the tradeoffs in additive and subtractive manufacturing.

D – Provide to the students the particular expertise that is required to develop scientific or high tecnologia instruments that fall into the applications in physics engeneering and biomedical engeneering.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução e evolução histórica dos métodos computacionais para a descrição geométrica em ambiente computacional.

2. Elementos de geometria analítica em 3D e os modelos construtivo, por representação de superfícies e por varrimentos. Conceitos de geometria paramétrica.

3. Metodologia do desenho técnico em instrumentação física e biomédica.

4. Representação bi-dimensional para fabrico. Normalização; projecções; representação de corte e secções; cotagem. Fabrico e maquinação com aplicação prática de programação CNC.

5. Componente Prática: Exemplificação com utilização do sistema SolidWorks/Dassault.

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction on the historical evolution of the computational methods applied to the geometrical description.

2. Elements of 3D analytic geometry and construtive modeling by boundary representation and sweeping methods. Concepts of parametric geometry.

3. Methods of technical project in physical and biomedical instrumentation.

4. 2D drawing notations to support manufacturing. Design normalization; projections; notations for cuts and sections; dimensioning. Manufacturing and machining as pratical application of CNC programing.

5. Pratical component: All pratical work will be carried out within the SolidWorks/Dassault.

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

Os conteúdos adequam-se aos objetivos centrais da disciplina fornecendo tanto a formação prática como os conceitos necessários a um entendimento mais aprofundado da história e tendências mais recentes do domínio.

Para atingir o objectivo A introduz-se uma perspectiva da evolução do domínio e apresentam-se os novos modelos de geometria computacional aplicados aos sistemas CAD.

O objectivo B é atingido pela utilização de um sistema de CAD de carácter profissional.

O objectivo C é atingido através da introdução dos principais processos de fabrico associados aos sistemas CAD e, em particular, aos sistemas de programação CNC.

Para atingir o objectivo D utiliza-se abordagem versátil cobrindo vários domínios das engenharias tradicionais, sempre numa perspectiva de desenvolvimento de instrumentos científicos ou com aplicação de tecnologias que são domínios de aplicação da Engenharia Física ou Engenharia Biomédica.

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

The contents fit the core objectives of the course providing both the practical training and the concepts needed for a deeper understanding of the history and latest trends of the domain.

The objective A is achieved by introducing a perspective of the domain evolution and the new computational geometry models applied to CAD systems are presented.

Objective B is achieved by using a professional CAD system.

Objective C is achieved by introducing the main manufacturing processes and their modern association with CAD systems and, in particular, CNC programming systems.

To achieve Objective D, a versatile approach is used covering various domains of traditional engineering, always with a view to developing scientific instruments or applying technologies to Physical Engineering or Biomedical Engineering.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: Exposição dos conceitos em ambiente computacional; utilização do software de desenho paramétrico; desenvolvimento de casos práticos concretos associados à instrumentação científica.

PRÁTICA COMPUTACIONAL: Aprendizagem seguindo o desenvolvimento de pequenos projetos exemplo.

AVALIAÇÃO:

20% - Avaliação contínua nas aulas PL e T incluindo a avaliação de respostas a questionários.

40% - Primeiro teste parcial: Teste escrito elaborado presencialmente em salas com um computador com o software CAD por aluno. Perguntas conceptuais e de natureza mais concreta.

40% - Segundo teste parcial: Teste escrito elaborado presencialmente em salas com um computador com o software CAD por aluno. Incluindo também perguntas conceptuais e de natureza mais concreta.

Atendendo à natureza desta unidade curricular, não existe exame final nas épocas normal e de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: CAD concepts in computational environment; use of parametric design software; development of concrete case studies associated with scientific instrumentation.

LABORATORY: Learning by following the development of small example projects.

EVALUATION:

20% - Continuous assessment in PL and T classes including assessment of questionnaire responses.

40% - First partial test: Written test solved in class with the help of a computer with CAD software per student. Including also conceptual and more concrete questions.

40% - Second partial test: Written test solved in class with the help of a computer with CAD software per student. Including also conceptual and more concrete questions.

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

O ensino dos métodos de projecto 3D em mecânica implica a familiarização com ferramentas de trabalho complexas o que só se efetiva com a utilização e trabalho concreto. A metodologia de avaliação está adequada a este programa.

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

Teaching 3D design methods in mechanics implies familiarization with complex work tools which is only effective with practical use and work. The evaluation methodology is appropriate for this program.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Building Scientific Apparatus, Ed., J. H. Moore, et. al., Cambridge University Press, 2009*
- *Space Modeling with SolidWorks and NX, Jože Duhovnik · Ivan Demšar Primož Drešar, Springer, 2015*
- *Manufacturing Engineering and Technology (in SI units), Serope Kalpakjian e Steven Schmid, 6 ed, Prentice Hall*
- *Manuais do software utilizado (Solidworks)*
- *Apresentações em vídeo de tutoriais.*

Mapa IV - Empreendedorismo em Ciências

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Empreendedorismo em Ciências

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Entrepreneurship in Science

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEGO

4.4.1.3. Duração:

Semestral/One Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*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):*Os objectivos de aprendizagem desta unidade curricular são:**A. Despertar e motivar os alunos de Ciências para as temáticas do empreendedorismo e inovação de base tecnológica;**B. Desenvolver competências pessoais e soft skills essenciais ao seu sucesso profissional;**C. Desenvolver competências de gestão de inovação e de ambientes tecnológicos criativos e disruptivos**D. Fornecer conhecimento e cultura sobre o panorama nacional e internacional relativamente à temática do empreendedorismo.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The learning objectives of this course are:**A. Awakening and motivating science students to the themes of entrepreneurship and technology-based innovation;**B. Development of personal skills and soft skills essential to their professional success;**C. Development of innovation management skills and creative and disruptive technology environments**D. Knowledge and culture about the national and international panorama regarding entrepreneurship.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Empreendedorismo e as suas diferentes formas**2. Introdução à Inovação e os seus diversos modelos**3. Pensamento criativo e disruptivo - Design Thinking como ferramenta**4. Aplicação dos conceitos de Design Thinking à Inovação Científica**5. Conceitos básicos de mercado e novos modelos de negócio digitais**6. Seminários por empreendedores de Ciências de Sucesso – Story telling**7. Construção de modelos de negócios – introdução ao Business Model Canvas – Segmentos de Clientes e Proposta de Valor**8. Conceitos básicos de planeamento e gestão – projectos I2B**9. Fontes de financiamento e investimento**10. Comunicação de ciência e Pitching***4.4.5. Syllabus:***1. Entrepreneurship and its different forms**2. Introduction to Innovation and its various models**3. Creative and Disruptive Thinking - Design Thinking as a Tool**4. Application of Design Thinking concepts to Scientific Innovation**5. Market fundamentals and new digital business models**6. Seminars by Successful Science Entrepreneurs - Story telling**7. Building Business Models - Introduction to Business Model Canvas - Customer Segments and Value Proposition**8. Planning and Management Basics - I2B Projects**9. Sources of finance and investment**10. Science Communication and Pitching***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Sendo o principal objectivo desta UC a introdução à temática do empreendedorismo e inovação tecnológica e o despertar da curiosidade e interesse sobre estas temáticas os conteúdos programáticos estão desenhados para*

fornecer uma breve introdução a cada um destes temas, com uma exploração superficial de cada tema. Para atingir os objectivos:

A & D– São fornecidos vários exemplos da vida real de sucesso e insucesso de empreendedorismo e transferência de conhecimento através da utilização de aulas abertas e seminários com oradores convidados

B – São desenvolvidos os projectos I2B na perspectiva da inovação e validação da proposta de valor no mercado nacional de ideias de base tecnológica e científica

C – São criados vários momentos de debate, análise de casos de estudo e exemplos de empreendedorismo e negócios e são fornecidas e experimentadas várias ferramentas e métodos de gestão e desenvolvimento de negócios utilizando o Business Model Canvas (BMC).

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

The main objective of this course is to introduce entrepreneurship and technological innovation and arouse curiosity and interest in these themes. The syllabus is designed to provide a brief introduction to each of these themes, with a cursory exploration of each theme. To achieve the objectives:

A & D - Several real-life examples of successful and unsuccessful entrepreneurship and knowledge transfer are provided through the use of open lectures and guest speaker seminars.

B - I2B projects are developed from the perspective of innovation and validation of the value proposition in the national market of technological and scientific ideas.

C - Several moments of debate, case study analysis and examples of entrepreneurship and business are created and various business management and development tools and methods are provided and tested using the Business Model Canvas (BMC).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Através de metodologias Learning by Doing, e com um conjunto diversificado de ferramentas, os alunos irão explorar o empreendedorismo assente em inovação como meio para fomentar a valorização (económica e social) do conhecimento gerado na FCUL.

O pensamento criativo e disruptivo será desenvolvido com recurso a metodologias Design Thinking. O recurso ao Story Telling e a partilha de casos de sucesso e insucesso na 1ª pessoa permitirá aos alunos contactarem com a realidade das startups nacionais e a forma como utilizam a inovação e o conhecimento nos seus percursos.

Neste processo, os alunos desenvolverão competências pessoais e soft skills relevantes para o seu desenvolvimento profissional e pessoal.

Os alunos serão avaliados continuamente ao longo do semestre, realizando:

- 2 apresentações orais do projecto I2B e respectivos BMC*
- Uma apresentação individual de um Pitch*
- 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):

Through Learning by Doing methodologies, and with a diverse set of tools, students will explore innovation-based entrepreneurship as a means to foster the (economic and social) enhancement of the knowledge generated at FCUL. Creative and disruptive thinking will be developed using Design Thinking methodologies. Using Story Telling and sharing first-person successes and failures will enable students to get in touch with the reality of national startups and how they use innovation and knowledge in their path.

In this process, students will develop personal skills and soft skills relevant to their professional and personal development.

Students will be continuously assessed throughout the semester, performing:

- 2 oral presentations of the I2B project and its BMC*
- An Individual Performance of a Pitch*
- 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 a sua autoria. 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 e aulas abertas, seminários e/ou visitas a empresas nacionais. 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 project of their own. 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 students to strengthen the soft skills needed in today's job market as well as improve 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 learned through their application to real business cases, in the form of debate and open classes, seminars and/or visits to national companies. 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 - Física Médica em Diagnóstico e Terapia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física Médica em Diagnóstico e Terapia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Medical Physics in Diagnosis and Therapy

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; 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):

Alexandre Andrade T:42; 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):

Identificar e compreender os princípios físicos e de engenharia que servem de base às diferentes técnicas de diagnóstico e terapia. Familiarizar os alunos com avanços tecnológicos recentes em diagnóstico e terapia. Fornecer os fundamentos para unidades curriculares de maior especificidade e para o estágio curricular no final do ano lectivo.

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

Identify and understand the physical engineering principles behind the different techniques of diagnosis and therapy. Familiarize students with recent technological advances in diagnosis and therapy. Provide the basis for disciplines of greater specificity and for the internship that will take place by the end of the academic year.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Radiologia: Produção de raios X e interação com a matéria. Detecção de raios X. Radiografia convencional. Fluoroscopia. Mamografia e tomossíntese. Tomografia computadorizada (TC).

Medicina nuclear: Decaimento radioativo. Câmara gama, cintigrafia. Tomografia de fóton único (SPECT). Tomografia de emissão de positrões (PET).

Ultrassons: Propagação das ondas sonoras e interação com a matéria. Transdutores e efeito piezoelétrico. Resolução espacial. Modos A, B e TM. Ecografia Doppler.

Ressonância magnética: princípios e aplicações. Ressonância magnética funcional, angiografia.

Bioelectricidade: Princípios básicos. Eletromiografia, eletrocardiografia, eletroencefalografia.

Imagens multimodais: PET/CT, PET/Ressonância.

Radioterapia: Noções básicas de dosimetria. Radioterapia (LINAC) e terapia com feixes de partículas. Braquiterapia.

Terapia com Laser: Princípios e Aplicações.

Terapia com ultrassons.: “High-intensity focused ultrasound”.

Terapia por estimulação magnética e elétrica.

4.4.5. Syllabus:

Radiology: X-ray production and interaction with matter. X-ray detection. Conventional radiography. Fluoroscopy. Mammography and tomosynthesis. Computed tomography (CT).

Nuclear Medicine: Radioactive Decay. Gamma camera, scintigraphy. Single photon tomography (SPECT). Positron emission tomography (PET).

Ultrasound: Sound wave propagation and interaction with matter. Transducers and piezoelectric effect. Spatial resolution. Modes A, B and TM. Doppler ultrasound.

Magnetic resonance: principles and applications. Functional magnetic resonance imaging, angiography.

Bioelectricity: Basic Principles. Electromyography, electrocardiography, electroencephalography.

Multimodal images: PET/CT, PET/MRI.

Radiotherapy: Basics of dosimetry. Radiotherapy (LINAC) and particle beam therapy. Brachytherapy.

Laser Therapy: Principles and Applications.

Ultrasound Therapy: High-intensity focused ultrasound.

Magnetic and electrical stimulation therapy.

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

As temáticas abordadas cobrem as técnicas imagiológicas de diagnóstico mais usadas actualmente, bem como as formas de terapia mais avançadas. Desta forma, os alunos ficarão conhecer aprofundadamente temas que provavelmente serão os temas a desenvolver durante o estágio, ficando ainda aptos a compreender unidades curriculares de maior especificidade nos anos seguintes do mestrado.

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

The topics covered cover the most commonly used diagnostic imaging techniques today, as well as the most advanced forms of therapy. In this way, students will get to know in depth subjects that are likely to be the topics to develop during the internship, being able to understand more specific curricular units in the following years of the master's degree.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA

Nas aulas teóricas será adoptada uma abordagem expositiva dos diferentes temas a abordar, sendo a exposição acompanhada por diapositivos criados pelo docente, procurando-se incentivar a participação dos alunos. Será utilizada a plataforma moodle para disponibilizar os elementos de apoio.

TEÓRICO-PRÁTICA

Nas aulas teórico-práticas serão resolvidos exercícios práticos e realizadas simulações sobre as temáticas apresentadas nas aulas teóricas.

AVALIAÇÃO

Avaliação Periódica:

Dois testes a realizar durante o semestre (cada um corresponde a 50% da nota final)

Avaliação Final: Exame a realizar fim do semestre, com nota mínima de 10 valores, que substitui os dois testes.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In the theoretical lectures an expositive approach of the different topics addressed, always encouraging student participation. The Moodle platform will be used to provide supporting elements. Practical classes will be devoted to exercises and simulations on the topics presented in the lectures.

Periodic Evaluation:

Two tests conducted during the semester (each one corresponds to 50% of final grade)

Final Evaluation: Written exam held at the end of the semester, with a minimum passing grade of 10/20 values. This is for those students who fail at the mid-term tests or opt not to do them.

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

As metodologias de ensino permitem, através das aulas teóricas, uma aprendizagem dos fundamentos das principais aplicações da física médica ao diagnóstico e terapia, cimentada pela discussão dos mesmos e através da resolução de problemas nas aulas teórico-práticas. Esta mistura deverá permitir que os alunos adquiram conhecimento e que fiquem em condições de o aplicar em situações novas, em linhas com os objetivos da unidade curricular.

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

A mix of theoretical lectures, exercise solving and discussions should allow the students to acquire knowledge and become able to apply it to new situations, in line with the main goals of this curricular unit.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bushberg et al., "The Essential Physics of Medical Imaging", Lippincott Williams & Wilkins

Hobbie, "Intermediate Physics for Medicine and Biology", Springer|AIP Press

Kutz, "Standard Handbook of Biomedical Engineering & Design", McGraw-Hill

Mapa IV - Eletrónica Analógica e Digital

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletrónica Analógica e Digital

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Analog and Digital 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; TP:14; 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):***José António Soares Augusto T:28; TP:14; PL:28***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A – Estudar, a níveis médio e avançado, aspectos importantes para a análise e síntese de circuitos analógicos e digitais. Relevância dada ao domínio de técnicas de projecto importantes.**B – Oferecer uma panorâmica geral e equilibrada das áreas da Electrónica e da Instrumentação modernas.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A – To study, at the intermediate and advanced levels, important aspects of the analysis and synthesis of analog and digital circuits. The relevance is on mastering important design techniques.**B – To offer a broad and balanced view of the areas of modern Electronics and Instrumentation.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Projecto de máquinas de estado com circuitos digitais sequenciais*
- 2. Linguagens de descrição de hardware (HDLs) no projeto de sistemas digitais e sua implementação em sistemas reconfiguráveis (FPGAs)*
- 3. Análise e projecto de filtros activos e passivos*
- 4. Transístores bipolares (BJTs) e suas aplicações analógicas e digitais*
- 5. Transístores de efeito de campo (FETs) e suas aplicações analógicas e digitais*
- 6. Amplificador operacional: estudo alargado e circuitos de aplicação relevantes*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Design of state machines with digital sequential circuits.*
- 2. Hardware description languages (HDLs) in digital systems design and their implementation in reconfigurable circuits (FPGAs)*
- 3. Analysis and design of active and passive filters*
- 4. Bipolar transistors (BJTs) and their analog and digital applications*
- 5. Field effect transistors (FETs) and their analog and digital applications*
- 6. The operational amplifier: detailed study and relevant application circuits*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*Os objectivos deste curso são apresentar aos alunos os sistemas electrónicos analógicos e digitais e ensinar-lhes técnicas relevantes de análise e de projecto. Nessa medida, o conteúdo programático proposto é de banda larga, focando variadas sub-áreas (circuitos digitais, filtros, amplificadores). É estimulado o recurso a ferramentas computacionais usadas em ambientes industriais de projecto, tais como os simuladores analógicos e a aplicação de linguagens de descrição de hardware (Verilog), o que tem por objectivo mostrar aos estudantes como se processa o desenvolvimento prático de sistemas electrónicos.**Tenta-se equilibrar a importância 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:***The goals of this course are the introduction of the students to analog and digital electronic systems, and to teach them the relevant techniques for their analysis and design. Accordingly, it is developed a wide band syllabus focusing several sub-areas (digital circuits, filters, discrete and integrated amplifiers). The use of industrial design tools, such as circuit simulators and hardware description languages (Verilog) is suggested and fostered, with the aim of giving the students a feel of practical electronic development.*

We try to provide a reasonable balance of theory, problem solving and laboratory practice so that the students develop a good set of skills and knowledge about the available trails for tackling practical problems, what can be very useful to them in the future.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: Aulas expositivas

TEÓRICO-PRÁTICA: Análise de casos, resolução de problemas.

PRÁTICA LABORATORIAL: Montagem prática, análise e teste de circuitos electrónicos.

AValiação - Avaliação mista, incluindo exame, avaliação contínua no laboratório e resolução individual de problemas (opcional).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORETICAL: Lectures

PROBLEM CLASSES: Case analysis, problems' resolution.

LABORATORY: Assembly, analysis and test of electronic systems.

EVALUATION: Mix of exam grade, laboratory practice grade and homework assignment grade (optional).

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, e habilitá-los-á a tornarem-se autónomos em estudos futuros.

O programa proporciona uma panorâmica alargada dos sistemas electrónicos modernos, quer ao nível do entendimento do seu funcionamento e das suas aplicações, quer ao nível das técnicas de projecto apropriadas para cada classe de circuitos.

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

The teaching methodology will foster in the students the ability to follow an integrated approach to the matters under study and will provide them with the means for being autonomous in future electronics' studies.

The syllabus provides a broad view on modern electronics systems, both at the analysis and understanding level, at the applications level and at the design level.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Monografias escritas pelo corpo docente, focando certas secções da matéria.*
- *Oliveira, Santos, "Electrónica – Uma Visão de Projecto", Un. Porto, 2018.*
- *Spencer, Ghausi, "Introduction to Electronic Circuit Design", Prentice-Hall, 2003.*
- *Agarwal, Lang, "Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits", Morgan-Kaufman|Elsevier, 2005.*
- *Horowitz, Hill, "The Art of Electronics", Cambridge, 2nd Edition, 1989 (3rd Ed. 2015).*
- *Arroz, Monteiro, Oliveira, "Arquitectura de Computadores", IST Press, 2006.*
- *Tietze, Schenk, "Electronic Circuits: Design and Applications", Springer-Verlag, 1991.*
- *Sedra, Smith, "Microelectronic Circuits", 3rd, 4th, 5th Ed., 1998 (...).*

Mapa IV - Processamento de Sinal

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processamento de Sinal

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Signal 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; TP: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):***José António Soares Augusto T:28; TP:21***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Guiomar Evans PL:21***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A – Conhecer os fundamentos e técnicas utilizados no processamento de sinais analógicos e digitais**B – Familiaridade com aspectos importantes do processamento digital de sinais***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A – To get some knowledge about the foundations and techniques used in analog and digital signal processing**B – To get familiar with important aspects of digital signal processing***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Fundamentos de sinais e sistemas**2. Sistemas analógicos e equações diferenciais**3. Transformada de Laplace**4. Sistemas discretos e equações às diferenças**5. Transformada Z**6. Convolução**7. Função de sistema e resposta na frequência**8. Análise de Fourier**9. Projecto de filtros digitais FIR e IIR**10. Processos estocásticos em sistemas lineares e invariantes no tempo**11. Tópicos de processamento estatístico de sinais***4.4.5. Syllabus:***1. Signals and systems fundamentals**2. Analog systems and differential equations**3. Laplace transform**4. Discrete systems and difference equations**5. Z transform**6. Convolution**7. System function and frequency response**8. Fourier Analysis**9. Digital filter design – IIR and FIR**10. Stochastic processes in linear time-invariant systems**11. Topics on statistical signal processing***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os itens 1-7 do conteúdo programático focam-se no objectivo A, pois consistem dos fundamentos da teoria dos sistemas e sinais contínuos e discretos.**Os itens 8-11 destinam-se a atingir o objectivo B, pois tratam quase exclusivamente do processamento digital de sinais, quer determinístico, quer estatístico (a exceção ao domínio digital é alguma análise de Fourier focada no domínio contínuo no item 8).***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The items 1-7 in the syllabus are focused in objective A, since they consist in the fundamentals of system's and signal's theory in the continuous and discrete domains.**The items 8-11 fulfill objective B, since they are almost exclusively dedicated to digital signal processing, be it deterministic or statistical (the exception is a small amount of continuous Fourier analysis explained in item 8).*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*TEÓRICA: Aulas expositivas**TEÓRICO-PRÁTICA: Análise de casos, resolução de problemas**PRÁTICA LABORATORIAL: Realização de (cerca de) seis trabalhos focando aspectos importantes do processamento de sinal. É usada uma ferramenta de CAD matemático (Scilab)**AVALIAÇÃO - Avaliação mista, incluindo exame, avaliação contínua no laboratório e resolução individual de problemas (opcional)***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***THEORETICAL: Lectures**PROBLEM CLASSES: Case analysis, resolution of problems and exercises.**LABORATORY: It consists of about six experiments which target important aspects of signal processing. It is used a CAD tool for mathematics (Scilab).**EVALUATION: Mix of exam grade, laboratory practice grade and homework assignment grade (optional).***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, e habilitá-los-á a tornarem-se autónomos em estudos futuros.**O programa proporciona uma panorâmica alargada do processamento de sinal moderno, com ênfase no processamento digital, quer ao nível do entendimento dos algoritmos importantes e das suas aplicações, quer ao nível do desenvolvimento das técnicas e modelos apropriados para cada classe de sistemas.***4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:***The teaching methodology will foster in the students the ability to follow an integrated approach to the matters under study and will provide them with the means for being autonomous in future studies of signal processing.**The syllabus provides a broad view on modern signal processing, with an emphasis on digital signal processing, both at the analysis and understanding of the important algorithms level, at the applications level and at the development of techniques and models level.***4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:**

- Papoulis, "Circuits and Systems", Holt, Rinehart and Winston, 1980.
- Oppenheim, Schaffer, "Digital Signal Processing", Prentice-Hall, 1975.
- Kunt, "Digital Signal Processing", Artech House, 1986.
- Oppenheim, Schaffer, Buck, "Discrete-Time Signal Processing", 2nd ed., Prentice-Hall, 1999.
- Oppenheim, Willsky, Nawab, "Signals and Systems", 2nd ed., Prentice-Hall, 1996.

Mapa IV - Tópicos de Física em Engenharia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Tópicos de Física em Engenharia***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Topics of Physics in Engineering***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CFIS***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: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):*Hugo Alexandre Teixeira Duarte Ferreira T:6; TP:10.5***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Pedro Miguel Dinis de Almeida T:6; TP:10.5**José Pedro Oliveira Mimoso T:6**Daniel Galaviz Redondo T:6**Manuel Adler Sanchez de Abreu T:6**Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes T:6**Nuno Miguel Azevedo Machado de Araújo T:6***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objectivo desta UC é que os alunos aprendam os princípios da física moderna, física do estado sólido, matéria mole, fluídos e de lasers e plasmas e suas relações com a engenharia biomédica. Em particular pretende-se capacitar o aluno com competências de pesquisa e estudo autónomo e pensamento crítico na utilização dos conceitos da física na resolução de problemas e construção de soluções em engenharia biomédica e biofísica.

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

The aim of this course is for students to learn the principles of modern physics, solid state, soft matter, fluid and laser and plasma physics and their relationships with biomedical engineering. In particular it is intended to empower the student with autonomous research and study skills and critical thinking in the use of physics concepts in problem solving and development of solutions in biomedical engineering and biophysics.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. O Universo a diferentes escalas: forças e campos*
- 2. Relatividade, a microgravidade e a astromedicina*
- 3. Introdução à Mecânica Quântica*
- 4. Física de Partículas e a terapia hadrónica*
- 5. Física Atómica e os biossensores espectrofotométricos*
- 6. Física Nuclear e os sistemas PET*
- 7. Física Molecular e a auto-assemblagem de Lipossomas*
- 8. Física Estado Sólido: metais, semicondutores, supercondutores, isolantes e os actuadores biomédicos*
- 9. Física da Matéria Mole, elasticidade, novos tecidos e robótica mole*
- 10. Física de Fluídos e Transporte e os sistemas Lab-on-a-Chip*
- 11. Física de Lasers e Plasmas e as suas aplicações clínicas e estéticas*

4.4.5. Syllabus:

- 1. The Universe at different scales: forces and fields*
- 2. Relativity, microgravity and astromedicine*
- 3. Introduction to Quantum Mechanics*
- 4. Particle Physics and Hadronic Therapy*
- 5. Atomic Physics and Spectrophotometric Biosensors*
- 6. Nuclear Physics and PET Systems*
- 7. Molecular Physics and Liposome self-assembly*
- 8. Solid State Physics: Metals, Semiconductors, Superconductors, Insulators and Biomedical Actuators*
- 9. Soft Matter Physics, Elasticity, New Tissues, and Soft Robotics*
- 10. Fluid and Transport Physics and Lab-on-a-Chip Systems*
- 11. Lasers and Plasmas Physics and their Clinical and Aesthetic Applications*

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

Os conteúdos programáticos compõem um conjunto abrangente de tópicos de física que aqui se ensinam de forma introdutória, construindo sempre que possível pontes para a engenharia biomédica e biofísica. Deste modo, os alunos aprenderão os conceitos e referências fundamentais que lhes permitirão investigar e aplicar os conhecimentos e métodos mais adequados na resolução de problemas da engenharia biomédica e biofísica cumprindo-se assim os objetivos de aprendizagem.

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

The syllabus comprises a comprehensive set of physics topics that are taught in an introductory manner, building bridges for biomedical engineering and biophysics wherever possible. In this way, students will learn the fundamental concepts and references that will allow them to investigate and apply the most appropriate knowledge and methods in solving biomedical engineering and biophysics problems, thus fulfilling the learning objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICAS:

Aulas expositivas que versam sobre os conteúdos programáticos

TEÓRICO-PRÁTICAS

Resolução de exercícios sobre tópicos das aulas teóricas com papel e lápis ou recorrendo a Matlab ou Método de Elemento Finito (FEM) (ex. COMSOL, ANSYS)

AVALIAÇÃO

Exame escrito (50%)

Avaliação contínua nas aulas teórico-práticas com resolução computacional de um exercício sobre um tópico à escolha (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

THEORY:

Lectures on the syllabus

THEORETICAL-PRACTICES

Solving exercises on paper and pencil lectures or using Matlab or Finite Element Method (FEM) (eg COMSOL, ANSYS)

EVALUATION

Written exam (50%)

Continuous assessment in theoretical-practical classes with computational resolution of an exercise on a topic of choice (50%)

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

As aulas expositivas versam sobre os conteúdos programáticos e as aulas teóricas consolidam, de uma forma mais prática por resolução analítica ou numérica/computacional, os conhecimentos adquiridos. Em particular, a utilização de software Matlab e de Método de Elemento Finito permite preparar o aluno para a translação e prática profissional em engenharia biomédica e biofísica.

Os métodos de avaliação por exame escrito e por avaliação contínua e por resolução computacional de um exercício sobre um tópico à escolha, dentro dos abordados em aulas teóricas, permite aferir a consolidação dos conhecimentos e a capacidade do aluno em pesquisar e aplicar os conceitos e métodos mais adequados na resolução dos exercícios.

Por conseguinte, as metodologias de ensino estão coerentes com os objetivos de aprendizagem.

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

The lectures deal with the syllabus and the theoretical classes consolidate, in a more practical way by analytical or numerical/computational resolution, the acquired knowledge. In particular, the use of Matlab and Finite Element Method software enables students to be prepared for translation and professional practice in biomedical engineering and biophysics.

The methods of assessment by written examination and continuous assessment and computational resolution of an exercise on a topic of choice, within those covered in lectures, allows to assess the consolidation of knowledge and the student's ability to research and apply the concepts and methods more appropriate in solving the exercises.

Therefore, teaching methodologies are consistent with learning objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Raymond A. Serway, John W. Jewett, Brooks/Cole, 2013, 9th Edition

Soft Matter Physics, Masao Doi, Oxford University Press, 2013

An Introduction to Continuum Mechanics, J. N. Reddy, Cambridge University Press, 2013, 2nd Edition

Biofluid Mechanics: An Introduction to Fluid Mechanics, Macrocirculation, and Microcirculation, David Rubenstein, Wei Yin, Academic Press, 2015, 2nd Edition

Basic Transport Phenomena in Biomedical Engineering, Ronald L. Fournier, CRC Press, 2018

Recursos fornecidos pelo docente

Mapa IV - Métodos Numéricos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Métodos Numéricos***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Numerical Methods***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CFIS***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):***Cristovão de Sousa Dias 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 os algoritmos fundamentais em métodos numéricos.**B – Adquirir a habilidade de escolher o método apropriado para cada problema específico.**C – Conseguir interpretar resultados numéricos.**D – Conseguir implementar algoritmos numéricos de forma simples e eficiente numa linguagem de programação.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A – Understand the fundamental algorithms in numerical methods.**B – Acquire the ability to choose the proper method for each specific problem.**C – Be able to analyze numerical results.**D – Implement numerical algorithms in a simple and efficient way using a programming language.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Apresentação da disciplina; Introdução aos métodos numéricos; Representação de inteiros e reais no computador; Erros de arredondamento.**2. Raízes de uma função: Método gráfico; Método da Bisseção; Método de Newton; Método da Secante; Otimização de uma função: Método do número de ouro; Método do gradiente; Método de Newton; Algoritmo genético;**3. Sistemas de equações: Método de substituição inversa; Eliminação de Gauss; Escolha parcial de pivot; Decomposição LU; Método de Gauss-Seidel; Método de Newton**4. Integração numérica: Regra do Trapézio; Regra de Simpson; Integração de Romberg**5. Equações diferenciais ordinárias: Método de Eurler; Runge-Kutta de ordem 2; Runge-Kutta de ordem 4**6. Análise de dados: Retirar significado dos dados; Séries temporais; Processamento de imagens; Regressões, Método dos mínimos quadrados; Algoritmos de clustering (kmeans); Redução de dimensionalidade (PCA); Redes complexas; Machine learning***4.4.5. Syllabus:**

1. *Introduction to numerical methods: Representation for integer and real numbers. Rounding errors.*
2. *Roots of a function: Graphical method; Bisection method; Newton method; Secant method; Optimization of a function: Golden number method; Gradient descent; Newton method; 2D Gradient descent; Genetic algorithms;*
3. *System of equations: Back substitution; Gauss elimination; Pivoting; LU Factorization; Gauss-Seidel; Newton method*
4. *Numerical integration: The trapezoidal rule; Simpson's rule; Romberg integration*
5. *Ordinary differential equations: Euler's method; 2nd order Runge-Kutta; 4th order Runge-Kutta.*
6. *Data analysis: Find significance from data; Temporal series; Image processing; Regression; Least-squares method; Clustering algorithms (k-means); Dimensionality reduction (PCA); Complex networks; Machine learning.*

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

Para atingir o objetivo A, é necessário que frequente as aulas teóricas.

Para atingir os objetivos B, C, e D é necessário que frequente as aulas práticas e entregue os relatórios.

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

To accomplish the objective A, it is necessary to attend the theoretical classes.

To accomplish the objectives B, C, and D, it is necessary to attend the laboratory classes and deliver the reports.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: Exposição das diferentes técnicas na aula teórica. Participação dos alunos nas aulas fortemente encorajada através da discussão das vantagens e limitações de cada uma das técnicas.

PRÁTICA: Implementação de técnicas.

AVALIAÇÃO:

Exercícios práticos (60%) – Entrega de 10 relatórios (com o código correspondente) em grupos de 3 (escolhidos aleatoriamente todas as aulas). Serão contabilizados os melhores 8 trabalhos para a média. Avaliação de 0 a 20. A participação em 8 aulas práticas é obrigatória e a avaliação da prática deverá ser superior a 9.5 valores.

Exame final (40%) – Exame escrito com avaliação de 0 a 20 valores (obrigatório). A nota final será uma média ponderada da componente prática e exame.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: Introduction to different techniques during the theoretical class. The active participation of students during the class is encouraged through constant discussion about the advantages and limitations of the different techniques.

PRACTICAL: Implementation of the techniques

VALUATION:

Laboratory (60%): Deliver 10 reports (with the corresponding code) forming groups of 3 students (randomly chosen in each class). Only the 8 best reports are considered. The classification of the reports is on a scale of 0 to 20. It is mandatory to participate in, at least, 8 laboratory classes and get a final minimum evaluation of 9.5

Final exam (40%): Written exam (mandatory) with a classification on a scale of 0 to 20. The final score will be a weighted average of the laboratory and exam score.

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

Para atingir os objetivos estabelecidos, deve assistir as aulas teóricas e deve implementar todas as técnicas propostas nas aulas práticas.

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

To accomplish the proposed objectives it is necessary to attend all the theoretical classes and implement all techniques proposed during the laboratory classes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Steven C. Chapra, *Applied Numerical Methods with Matlab, McGraw Hill, International Edition, 2012*
- Alfio Quateroni and Fausto Saleri, *Scientific computing with Matlab and Octave, Springer-Verlag, Berlin, 2006.*
- William H. Press, et al., *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing (third edition), Cambridge University Press, Cambridge, 2007.*
- Alejandro L. Garcia, *Numerical Methods for Physics, CreateSpace Independent Publishing Platform, San José, 2015.*
- Joel Grus, *Data Science from Scratch: First Principles with Python, O'Reilly Media, 2015.*

Mapa IV - Processamento de Sinais e Imagens Biomédicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processamento de Sinais e Imagens Biomédicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomedical Signal and Image 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:42***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Pedro Cavaleiro Miranda 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):***Adquirir bases teóricas sobre processamento digital de sinal e imagem. Explorar aplicações concretas a problemas de processamento de sinais e imagens médicos. Desenvolver competências relacionadas com o uso de meios informáticos, em particular o pacote "Matlab", para o desenvolvimento e aplicação de algoritmos.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Acquire theoretical bases on digital signal and image processing. Explore practical applications to problems related to medical signal and image processing. Develop skills related to the use of computers, especially the package "Matlab", for the development and application of algorithms.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Processamento de sinal: aquisição de sinal, amostragem, análise espectral, filtragem. Processamento de imagem: aquisição, características de uma imagem, filtragem, segmentação. Aplicações concretas dos conceitos dados a situações de natureza médica.***4.4.5. Syllabus:***Signal processing: signal acquisition, sampling, spectral analysis, filtering. Image processing: acquisition, image properties, filtering, segmentation. Application to specific problems regarding medical signal and image processing.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***A exposição aos conceitos teóricos básicos, e o seu aprofundamento sempre que isso se justifique, estão de acordo com o objectivo de proporcionar ao aluno fundamentos sólidos que ele/ela poderá usar no resto do curso ou na sua vida profissional. A ênfase que é dada à aplicação prática, por meio da realização de exercícios em ambiente de aula prática, permite consolidar os conhecimentos teóricos e desenvolver aptidões de resolução de problemas concretos, cruciais para a formação académica do aluno.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Exposure to basic theoretical concepts, and its deepening whenever it is appropriate, are consistent with the aim of providing the student with a solid background that he / she can put to good use throughout the rest of his/her academic path or professional life. The emphasis placed on practical application by means of solving exercises in lab classes allows to consolidate the theoretical knowledge and develop skills in solving concrete problems, crucial to the student's academic training.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

Aulas teóricas: exposição de conceitos teóricos e de aspectos da sua aplicação a problemas práticos. Aulas práticas: resolução de problemas e exercícios propostos durante as aulas; discussão de aspectos práticos relacionados com a aplicação a problemas concretos dos conceitos introduzidos nas aulas teóricas; programação de scripts e funções em Matlab. O trabalho será realizado em grupos de 2 a 4 alunos. Trabalho: 1 trabalho de grupo Resolução por escrito (incluindo código Matlab) + discussão oral no final do semestre. Grupos formados por 2 a 3 elementos Resolução individual de duas das perguntas/exercícios (à escolha) que constarão dos guiões das aulas PL, ao longo do semestre Entrega 1 semana após a respectiva aula PL. Resolução por escrito (incluindo código Matlab) + discussão oral no final do semestre Em alternativa: avaliação final na época de exames.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures: explanation of theoretical concepts and aspects of its application to practical problems. Lab classes: solving problems and proposed exercises, discussion of practical aspects related to the application to concrete problems of the concepts introduced in lectures, programming scripts and functions in Matlab. The study will be conducted in groups of 2 to 4 students. Project: 1 group project Written resolution (including Matlab code) + oral discussion at the end of the semester. Groups formed by 2 or 3 elements Individual resolution of two of the questions / exercises (selected by students) provided during lab classes throughout the semester Delivery one week after the lab class. Written resolution in writing (including Matlab code) + oral discussion at the end of the semester Alternatively: final evaluation during examination period.

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

A alternância entre aulas teóricas e práticas é adequada porque permite consolidar, nas aulas práticas, os conceitos expostos nas aulas teóricas. Esta consolidação passa pela aplicação dos conceitos a problemas concretos, o que permite ao aluno aperceber-se de aspectos de aplicabilidade que ultrapassam a mera definição teórica, o que conduz a uma aprendizagem mais completa e eficaz. Nas aulas práticas, o trabalho é realizado em grupo, o que favorece o debate e a partilha entre os alunos, promovendo assim a disseminação dos conhecimentos, para além de reproduzir o ambiente de trabalho em equipa que irão encontrar em ocasiões futuras.

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

The alternation between theoretical and practical teaching is appropriate because it allows the consolidation in lab classes of the concepts presented in the theoretical lectures. This consolidation involves the application of concepts to real world problems, which allows the student to become aware of aspects of applicability beyond the mere theoretical definition, leading thereby to a more complete and efficient learning process. In lab classes, the work is done in group, which promotes discussion and sharing among students, thus promoting the dissemination of knowledge, in addition to reproducing the teamwork environment that they will find on future occasions.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*"Biosignal and Medical Image Processing" John L. Semmlow CRC Press, 2009 (2nd edition)
"Image Processing with Matlab" O. Demirkaya, M.H. Asyali, P.K. Sahoo, CRC Press, 2009
"Biomedical Image Analysis" R.M. Rangayyan CRC Press, 2005*

Mapa IV - Física e Tecnologia das Radiações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física e Tecnologia das Radiações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physics and Technology of Radiations

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:

<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):

Daniel Galaviz T:28

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

Luis Filipe Dos Santos Garcia Peralta PL:28

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

A - Apresentar os fundamentos da física da radiação, radioatividade e núcleo atómico.

B – Conhecer as formas e técnicas de deteção e de produção das radiações ionizantes de origem natural e artificial.

C – Conhecer experimentalmente as várias técnicas de deteção da radiação, assim como diversos aspectos da interação de diferentes tipos de radiação com diversos materiais.

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

A – Present the basics of radiation physics, radioactivity and the atomic nucleus.

B – Learn the detection and production techniques of ionizing radiations of natural and artificial origin.

C – Approach experimentaly various radiation detection techniques, as well as several aspects of the interaction of radiation with different materials.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução à física das radiações*
- 2. Métodos de deteção da radiação*
- 3. Métodos estatísticos*
- 4. O núcleo atómico*
- 5. Leis do decaimentos radioativo*
- 6. Decaimentos alfa, beta e gama*
- 7. Interação da radiação com a matéria*
- 8. Fontes de radiação e aceleradores*
- 9. Neutrões*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction to radiation physics*
- 2. Radiation detection methods*
- 3. Statistical methods*
- 4. The atomic nucleus*
- 5. Radioactive decay laws*
- 6. Alpha, beta and gamma decay*
- 7. Interaction of radiation with matter*
- 8. Radiation sources and accelerators*
- 9. Neutrons*

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

Esta UC foca os aspectos mais relevantes das radiações ionizantes, nas componentes física e tecnológica de produção de radiação. A física da interação da radiação com a matéria é abordada em detalhe. São discutidos os processos de produção da radiação através de dispositivos artificiais e de fenómenos físicos como a desintegração radioativa.

A compreensão dos processos nucleares que conduzem à emissão de radiação é fundamental para as aplicações tecnológicas da radiação, pelo que é feita uma introdução à física do núcleo atómico, bem como um estudo dos processos mais relevantes de desintegração radioativa. No estudo da radiação é fundamental a compreensão dos processos de interação com a matéria para uma correta interpretação dos dados obtidos com detectores de radiação ionizante.

Nesta UC são discutidos os processos de interação de partículas carregadas (electrões, prótons, alfas, etc) e de fotões com os materiais. Um curto capítulo é dedicado à interação de neutrões com a matéria.

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

This course focuses on the most relevant aspects of ionizing radiation, considering the physics and technology components of radiation production. The physics behind the radiation-matter interaction is studied. The processes of radiation production through artificial devices and physical phenomena like radioactive disintegration are studied.

The understanding of the nuclear processes that induce the emission of radiation is crucial to advance in the use of radiation technologies, therefore an introduction to the physics of the atomic nucleus is done, as well as a study of the most relevant radioactive disintegration processes. It is also fundamental the understanding of the radiation-matter interaction processes for a correct interpretation of the data obtained with ionizing radiation detectors.

In this course the processes of interaction of charged particles and photons with matter are discussed. A final chapter is devoted to the interaction of neutrons with matter.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICA: Expositivas

PRÁTICA LABORATORIAL: Realização de experiências

AVALIAÇÃO:

Realização de trabalhos de laboratório (35%)

Apresentação de uma experiência em formato poster (10%)

Realização de trabalhos para casa na plataforma Moodle (15%)

Exame final (40%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

LECTURES: Oral exposition

LABORATORY: Execution of practical works

EVALUATION:

Execution of laboratory work (35%)

Oral presentation in poster format of one of the laboratory experiments (10%)

Homework via the Moodle Platform (15%)

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 física das radiações onde são abordados diversos aspectos desenvolvidos nas aulas teóricas. Os alunos entram em contacto com os diversos tipos de detecção de radiação e estudam diversos aspectos da interação da radiação com os materiais.

Durante o curso os alunos são solicitados para a resolução de diversos problemas práticos e teóricos, sendo ativamente 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 integrates a strong laboratorial component on radiation physics on which the various aspects developed in the theoretical classes are explored. Students get in touch with the various kinds of radiation detection approaches, and study the various aspects of the interaction of radiation with matter.

During the course students are requested to solve various practical and theoretical problems, being explored new e-learning tools using the Moodle platform.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Radiation Detection and Measurement - G. F. Knoll, 4a ed (2010)

- Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments – W. Leo (1994)

- Introductory Nuclear Physics – K. Krane (1988)

- Atoms, Radiation, and Radiation Protection - J. E. Turner, 3a ed. (2007)

- Physics for Radiation Protection - James Martin (2006)

- Physics and Engineering of Radiation Detection, S. N. Ahmed, (2007)

- Measurement and Detection of Radiation - Nicholas Tsoulfanidis & Sheldon Landsberger, ed. Taylor & Francis 3a ed. (2013)

Mapa IV - Dispositivos Médicos e Saúde Digital

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Dispositivos Médicos e Saúde Digital

4.4.1.1. Title of curricular unit:

*Medical Devices and Digital Health***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:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; TP:14***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Hugo Alexandre Teixeira Duarte Ferreira T:22; TP:11***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Maria Helena Mouriño Silva Nunes T:6; TP:3***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Os objectivos desta unidade curricular são:**A - Perceber os desafios sociais e as megatendências tecnológicas e como os dispositivos médicos e soluções de saúde (e bem-estar) digital podem responder a estes desafios**B - Aprender o que são dispositivos médicos, os seus vários tipos (incluindo software) e classes**C - Aprender a definir os conceitos de e-Health e saúde (e bem-estar) digital e a apresentar exemplos de soluções**D - Reconhecer que a área dos dispositivos médicos é fortemente regulada quer por questões de validação clínica, qualidade e de segurança quer ao nível da proteção de dados**E - Apresentar e discutir criticamente dispositivo médicos e soluções de saúde (e bem-estar digital)**F - Compreender que a tecnologia de dispositivos e soluções digitais biomédicos podem ter outras aplicações não-clínicas***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The objectives of this course are:**A - Understand societal challenges and technological megatrends and how medical devices and digital health (and wellness) solutions can meet these challenges**B - Learn what medical devices are, their various types (including software) and classes**C - Learn how to define e-Health and digital health concepts and provide examples of solutions.**D - Recognize that the area of medical devices is tightly regulated for both clinical validation, quality and data security and protection issues.**E - Present and critically discuss medical device and digital health (and wellness) solutions**F - Understand that the technology of biomedical devices and digital solutions may have other non-clinical applications.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Desafios sociais e megatendências tecnológicas. Implicações para a área da saúde.**2. Ciclos de inovação tecnológica (ex. Nanotecnologia, Genómica, 3D printing, 5G, Inteligência Artificial, Realidades Virtual e Aumentada)**3. Dispositivos Médicos: definições, tipos e classificação de risco, exemplos (ex. consumíveis, sistemas de monitorização, diagnóstico, terapêutica, reabilitação, SaMD e dispositivos implantáveis)**4. e-Health e Saúde (e bem-estar) digital: definições, exemplos (ex. mobile health, apps, wearables, telemedicine, web)**5. Regulamento sobre Dispositivos Médicos (inclui dispositivos médicos implantáveis) e Regulamento sobre dispositivos de Diagnóstico In Vitro. Certificação CE vs. FDA**6. Sistemas de Gestão de Qualidade, incluindo a norma ISO13485. Organismos Notificados e CRO's.**7. Segurança e protecção de dados (GDPR/HIPAA)**8. Aplicações não-clínicas (ex. desporto, entretenimento/gaming, design, neurociências do consumidor, segurança, interação pessoa-máquina)*

4.4.5. Syllabus:

1. *Societal challenges and technological megatrends. Implications for healthcare.*
2. *Cycles of technological innovation (eg Nanotechnology, Genomics, 3D printing, 5G, Artificial Intelligence, Virtual and Augmented Realities)*
3. *Medical Devices: definitions, types and classification according to risk, examples (eg consumables, monitoring systems, diagnosis, therapy, rehabilitation, SaMD and implantable devices)*
4. *e-Health and digital health: definitions, examples (eg mobile health, apps, wearables, telemedicine, web)*
5. *Medical Device Regulation (includes implantable medical devices) and In Vitro Diagnostic Device Regulation. CE vs. FDA certifications*
6. *Quality Management Systems, including ISO13485. Notified Bodies and CRO's.*
7. *Security and Data Protection (GDPR/HIPAA)*
8. *Non-clinical applications (eg sports, entertainment/gaming, design, consumer neuroscience, safety, person-machine interaction)*

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

Os conteúdos programáticos vêm corresponder directamente aos objectivos de aprendizagem, preparando os alunos para um melhor domínio técnico-científico e crítico sobre as soluções biomédicas do futuro. Este trabalho é posteriormente aprofundado no 2º ciclo de estudos, o Mestrado em Engenharia Biomédica e Biofísica.

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

The syllabus directly corresponds to the learning objectives, preparing students for a better technical-scientific and critical mastery of the biomedical solutions of the future. This work is later deepened in the 2nd cycle of studies, the Master in Biomedical Engineering and Biophysics.

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

Aulas expositivas

TEÓRICO-PRÁTICAS

Aulas de discussão participativa sobre soluções de dispositivos médicos e de saúde (e bem-estar) digital e de aplicações não-clínicas

AValiação

Apresentação e discussão crítica sobre dispositivo médico, solução de saúde (e bem-estar) digital ou aplicação não-clínica (50% da nota final)

Relatório escrito sobre contextualização política, económica, social, tecnológica, ambiental e legal (PESTEL) sobre solução apresentada (40% da nota final)

Participação nas aulas (10%)

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

Expository lectures

THEORETICAL-PRACTICAL

Participatory and discussion classes on digital device and health (and wellness) and non-clinical application solutions

EVALUATION

Presentation and critical discussion on medical device, digital health (wellness) or non-clinical application (50% of final grade)

Written report on political, economic, social, technological, environmental and legal contextualization (PESTEL) on the solution presented (40% of final grade)

Class Participation (10%)

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

Os conteúdos programáticos, por intermédio de apresentação expositiva nas aulas teóricas e discussão crítica em aulas teórico-práticas, vêm corresponder directamente aos objectivos de aprendizagem. A avaliação vem igualmente corresponder aos objectivos de aprendizagem ao permitir ao aluno o aprofundamento do conhecimento sobre determinada solução biomédica e da sua contextualização multidimensional.

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

The syllabus, through expository presentation in lectures and critical discussion in theoretical-practical classes, come to correspond directly to the learning objectives. The assessment also corresponds to the learning objectives by allowing the student to deepen knowledge about a particular biomedical solution and its multidimensional contextualization.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Societal Challenges and Technological Megatrends in Healthcare, Hugo Ferreira, 2019, personal edition*
- *Regulation in e-Health, Hugo Ferreira, 2019, personal edition*

- *Outro material disponibilizado pelo docente*

- *Recursos on-line vários (ex. Medgadget, FierceMedTech, CBInsights, Gartner, Gapminder) e outra pesquisa bibliográfica e de mercado conforme necessidades dos alunos*

Mapa IV - Histologia e Bioquímica Clínica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Histologia e Bioquímica Clínica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Histology and Clinical Biochemistry

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:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:14

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Hugo Alexandre Teixeira Duarte Ferreira T:28; TP:14

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

<sem resposta>

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

Nesta UC pretende-se que os alunos:

A - Aprendam jargão técnico (nomenclatura clínica) de modo a melhorarem a sua compreensão de dados em saúde e a sua comunicação com profissionais desta área.

B - Conheçam de forma introdutória as ferramentas e técnicas utilizadas na Anatomia Patológica e que tenham contacto com o tipo de dados clínicos usados nesta especialidade médica

C - Conheçam de forma introdutória as ferramentas e técnicas utilizadas na Patologia e que tenham contacto com o tipo de dados clínicos usados nesta especialidade médica

D- Conheçam os desafios destas áreas de especialidade e os tópicos correntes de investigação e de translação relacionados com engenharia biomédica e biofísica.

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

In this course it is intended that students:

A - Learn technical jargon (clinical nomenclature) to improve their understanding of health data and their communication with health professionals.

B - Gain introductory knowledge of the tools and techniques used in Anatomical Pathology and have contact with the type of clinical data used in this medical specialty.

C - Gain introductory knowledge of the tools and techniques used in Clinical Pathology and have contact with the type of clinical data used in this medical specialty.

D- Know the current challenges of these areas of expertise and the current research and translational topics related to biomedical and biophysical engineering.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Histologia

1. *Técnicas de preparação histológica*
2. *Técnicas de coloração: H&E, PAS, Masson's, van Gieson, Giemsa, etc, e técnicas imunohistoquímicas*
3. *Técnicas de microscopia em histologia: óptica e electrónica, e orientações para interpretação*
4. *Revisão de células e organelos; divisão e replicação celular*
5. *Histologia normal*
6. *Citopatologia, Histopatologia e Autópsia*
7. *Tópicos avançados: microscopia AFM, patologia digital e autópsias virtuais*

Bioquímica Clínica

1. *Espécimens para análise: fluídos corporais*
2. *Ferramentas: microscópios, analisadores/sensores, strips de teste, placas de cultura, incubadoras, centrifugadoras, termocicladores*
3. *Avaliação macroscópica e microscópica, coloração Gram, imunocitoquímica, FISH*
4. *Análise química, ELISA, DNA chips e microarrays*
5. *Culturas e PCR*
6. *Aplicações: química clínica, hematologia, microbiologia, imunologia, citogenética, genética bioquímica e molecular*
7. *Tópicos avançados: genómica pessoal, sistemas point-of-care e text-mining*

4.4.5. Syllabus:

Histology

1. *Histological preparation techniques*
2. *Staining techniques: H&E, PAS, Masson's, van Gieson, Giemsa, etc., and immunohistochemical techniques.*
3. *Microscopy techniques in histology: optics and electronics, and guidelines for interpretation*
4. *Review of cells and organelles; cell division and replication*
5. *Normal Histology*
6. *Cytopathology, Histopathology and Autopsy*
7. *Advanced Topics: AFM Microscopy, Digital Pathology, and Virtual Autopsies*

Clinical biochemistry

1. *Specimens for analysis: body fluids*
2. *Tools: microscopes, analyzers / sensors, test strips, culture plates, incubators, centrifuges, thermal cyclers*
3. *Macroscopic and microscopic evaluation, Gram staining, immunocytochemistry, FISH*
4. *Chemical analysis, ELISA, DNA chips and microarrays*
5. *Cultures and PCR*
6. *Applications: clinical chemistry, hematology, microbiology, immunology, cytogenetics, biochemical and molecular genetics*
7. *Advanced Topics: Personal Genomics, Point-of-Care Systems, and Text-Mining*

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

Os conteúdos programáticos abordam as áreas de Anatomia Patológica e de Patologia Clínica de uma forma introdutória, facultando ao mesmo tempo a oportunidade de aprendizagem da nomenclatura clínica. Pretende-se assim, que os alunos abram horizontes nestas novas áreas, ao mesmo tempo que melhoram as suas capacidades de compreensão dos dados clínicos.

São também abordados tópicos avançados nestas áreas com o objectivo de motivar os alunos a desenvolverem soluções com base na engenharia biomédica e biofísica em contextos futuros. Desta forma, os conteúdos programáticos vêm corresponder aos objetivos de aprendizagem.

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

The syllabus addresses the areas of Pathological Anatomy and Clinical Pathology in an introductory manner, while providing the opportunity to learn the clinical nomenclature. It is intended that students open horizons in these new areas, while improving their understanding of clinical data. Advanced topics in these areas are also addressed to motivate students to develop solutions based on biomedical engineering and biophysics in future contexts. In this way, the syllabus comes to correspond to the learning objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

TEÓRICAS

Aulas expositivas sobre os conteúdos programáticos

TEÓRICO-PRÁTICAS

Observação e discussão de preparações histológicas (slides) com microscopia óptica ou recursos digitais
Observação e discussão de análises clínicas

AVALIAÇÃO*Exame escrito (50%)**Avaliação contínua nas aulas teórico-práticas (50%)***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):****THEORY***Lectures on syllabus***THEORETICAL-PRACTICES***Observation and discussion of histological preparations (slides) with optical microscopy or digital resources**Observation and discussion of clinical analyzes***EVALUATION***Written exam (50%)**Continuous assessment in practical classes (50%)***4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

As aulas expositivas versam sobre os conteúdos programáticos, promovendo o conhecimento dos tópicos e da nomenclatura clínica e sobre perspectivas de ligação ao desenvolvimento de soluções de engenharia biomédica e biofísica. As aulas teórico-práticas permitem consolidar a informação aprendida nas aulas expositivas e ainda gerar um ambiente de discussão crítica deste tipo de dados clínicos.

A metodologia de avaliação permite aferir, via exame escrito e de forma contínua nas aulas teórico-práticas, o conhecimento aprendido.

Desta forma, as metodologias de ensino vêm corresponder aos objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

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

The lectures deal with the syllabus, promoting knowledge of topics and clinical nomenclature and perspectives in connection with and development of biomedical and biophysical engineering solutions. The practical classes allow consolidating the information learned in the lectures and also generate an environment for critical discussion of these types of clinical data.

The assessment methodology allows to assess, via written exam and continuously in theoretical-practical classes, the knowledge learned.

Thus, the teaching methodologies come to correspond to the learning objectives of the curricular unit.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Wheater's Functional Histology: A Text and Colour Atlas, Barbara Young, Geraldine O'Dowd, Philip Woodford, Elsevier, 2014, 6th Edition

Clinical Chemistry: Principles, Techniques and Correlations, Michel L. Bishop, Edward P. Fody, Larry E. Schoeff, Wolters Kluwer, 2018, 8th Edition

Microbiology: Laboratory Theory & Application, Essentials, Michael J. Leboffe, Burton E. Pierce, Morton Publishing Company, 2019

Recursos/slides facultados pelo docente

Recursos on-line:

<http://www.histologyguide.com/>

<https://labtestsonline.org/>

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

Estágio em Engenharia Biomédica e Biofísica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Internship in Biomedical Engineering and Biophysics

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:

336

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:28

4.4.1.6. ECTS:

12

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 OT: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 – Tornar possível um primeiro contacto com investigação nas áreas da Engenharia Biomédica e Biofísica, realizada em instituições de investigação, hospitalares e/ou empresariais de prestígio nacional e internacional.**B – Desenvolver competências aprofundadas na área de investigação realizada no estágio.**C – Desenvolver competências transversais, como escrita científica e apresentação oral de trabalhos.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***A – To provide the students with a first contact with research in the field of Biomedical Engineering and Biophysics, in the form of an internship in highly-regarded national and international research, hospital and/or enterprise institutions.**B - Students will gain an in-depth knowledge in the research area of their choice.**C - Students will develop soft skills such as scientific writing and oral presentation.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***A realização desta unidade curricular assenta sobre as seguintes etapas e conta com o apoio dos docentes envolvidos nesta cadeia:**1 - escolha do tema de Estágio;**2 - escolha de uma Instituição de acolhimento para a realização do Estágio e de um orientador externo;**3 - aprofundamento dos conhecimentos teóricos e práticos necessários para a realização do Estágio;**4 - realização do trabalho de Estágio na instituição de acolhimento;**5 - Preparação de um relatório e a sua apresentação oral e discussão perante um júri.***4.4.5. Syllabus:***This curricular unit entails the following steps, to be carried out with the assistance of the lecturers involved in the unit:**1. choice of the topic for the internship;**2. choice of a host institution to carry out the internship and of an external supervisor;**3. improvement of theoretical and practical knowledge required for the internship;**4. carrying out the internship at the host institution;**5. writing the report and presenting it in front of a panel.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***A realização do Estágio e a execução dos processos a ele associados complementam a formação base dos alunos e permite uma mais fácil integração dos mesmos na investigação na área da Engenharia Biomédica e Biofísica.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The accomplishment of the Internship and the execution of the processes associated with it complement the basic formation of the students and allows an easier integration of the same ones in the research in the Biomedical*

Engineering and Biophysics area.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

ORGANIZAÇÃO TUTORIAL

Na primeira sessão são apresentados os objetivos e o funcionamento da unidade curricular, assim com os métodos de avaliação.

Nas semanas seguintes o progresso do aluno é acompanhado individualmente por um dos docentes associados à unidade curricular.

Os alunos assistem a seminários todas as semanas até começarem o estágio. Durante os seminários, os alunos são expostos a diversas áreas de conhecimento não exploradas em detalhe durante a licenciatura, e são encorajados a discutir as ideias expostas.

AVALIAÇÃO

A avaliação baseia-se em 3 elementos: o relatório final de Estágio, a apresentação oral e discussão perante o painel de avaliação e a apreciação do orientador externo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

TUTORIAL

The objectives, the functioning and the assessment of the curricular unit are presented in the first lecture.

In the following weeks the progress of the student is individually accompanied by one of the teachers associated with the course unit.

Students sit in seminars every week until the start of the internship. During seminars, students are exposed to several areas of knowledge which have not been exploited during the degree. Students are encouraged to engage in discussion.

ASSESSMENT

The assessment is based on 3 elements: the final report of the Internship, the oral presentation and discussion to the evaluation panel and the evaluation of the external supervisor.

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

Os trabalhos desenvolvidos pelos alunos, em colaboração estreita com um professor orientador, permitem que os mesmos ganhem experiência prática de implementação dos conteúdos teóricos a que foram expostos, num contexto de investigação.

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

The students' projects, developed under the supervision of an external supervisor, allow students to gain experience in putting theoretical knowledge into practice, in a research context.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Não aplicável/Non-applicable

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.n.º2284 / 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 algumas 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, na UC de Introdução à Engenharia Biomédica. Na UC de Estágio (3º 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 some 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 Introduction to Biomedical Engineering. In the Internship (3rd 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 licenciado é entre 180 e 240, com uma duração de 6 a 8

semestres de trabalho dos alunos.

Nesta proposta de licenciatura em Engenharia Biomédica e Biofísica optou-se por exigir 180 unidades de crédito e 6 semestres de trabalho. É esta a regra habitual na União Europeia no caso em que os 2ºs ciclos têm 2 anos e 120 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 bachelor's degree is between 180 and 240, lasting between 6 and 8 semesters of student work.

In this bachelor's degree proposal in Biomedical Engineering and Biophysics it was decided to have 180 credit units and 6 semesters of work. This is the usual rule in the European Union in the case that 2nd cycles have 2 years and 120 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:

As unidades curriculares de carater transversal são fixadas anualmente pela FCULisboa.

As unidades curriculares opcionais do 3ºano/2º semestre poderão funcionar em regime de quartil.

4.7. Observations:

The cross-curricular units are set annually by FCULisboa.

The optional curricular units of the 3year/2nd semester 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: 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 / Degree / Specialist	Especialista Área científica / Scientific Area	Regime de tempo /	Informação/ Information
-------------	----------------------	----------------------------	--	-------------------	-------------------------

					Employment regime	
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 Conceição	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica	100	Ficha 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	
Raquel João Espinha Fonseca	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Investigação Operacional	100	Ficha submetida	
Maria Helena Mourão Silva Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Estatística e Investigação Operacional, com especialização em Probabilidades e Estatística	100	Ficha submetida	
Patrícia Ferreira Neves Faisca	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	
Mário João de Jesus Branco	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Informática Teórica / Matemática	100	Ficha submetida	
Ilda Perez Fernandez Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida	
Alessandro Margheri	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida	
Maria Alexandra de Oliveira Silva Braga Pedreira de Brito	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Pharmacy	0	Ficha submetida	
Ana Rute do Nascimento Mendes Domingos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida	
Hugo Ricardo Nabais Tavares	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida	
Ana Cristina Melo e Sousa Albuquerque Barroso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida	
Joaquim Eduardo Gonçalves Severino	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Estatística e Investigação Operacional	100	Ficha submetida	
José Pedro Oliveira Mimoso	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Astronomia e Astrofísica	100	Ficha submetida	
Iveta Rombeiro do Rego Pimentel	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física da Matéria Condensada Teórica	100	Ficha submetida	
Maria Margarida Teixeira de Faria Meireles	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida	
Maria Teresa Faria da Paz Pereira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática - especialidade de Análise Matemática	100	Ficha submetida	
José Maria Longras Figueiredo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida	
Cristóvão de Sousa Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida	
José Manuel de Nunes Vicente e Rebordão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física / Óptica	100	Ficha submetida	

José Manuel Gonçalves Barroso	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Biologia - Biologia Celular	100	Ficha submetida
Daniel Galaviz Redondo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física Nuclear	100	Ficha submetida
Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Helena Margarida Moreira de Oliveira Vieira	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor	Biomedicina	100	Ficha submetida
Carlos Eduardo Ramos dos Santos Lourenço	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Neurocomputação	100	Ficha submetida
Maria da Estrela Borges de Melo Jorge	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química Inorgânica/Química do Estado Sólido	100	Ficha submetida
Ricardo da Costa Branco Ribeiro Matias	Investigador	Doutor	Biomechanics, Human Kinetics	0	Ficha submetida
				3700	

<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.

40

5.4.1.2. Número total de ETI.

37

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:	37	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):	37	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	37	100	37
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	37

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	36	97.297297297297 37
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 37

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.º 13360/2016, 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 Faculdade de Ciências da ULisboa (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

In Ciências, 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 (Amphitheatres 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

Arduino, Raspberry Pi, Sensores inerciais, câmaras (Kinect e outras), eyetracker, wearables, Bitalino, Interfaces

Cérebro-Computador, Robô Lego NXT, braço robótico, Printer 3D, CNC, fontes de alimentação, geradores de sinais, osciloscópios, outros sistemas e componentes eletrônicos, LASERS e outros sistemas e óticos, outros sensores para para as UC's de índole prática/laboratorial "Projeto de Saúde Digital", "Projeto de Instrumentação Médica", "Eletrónica Aplicada", "Processamento Laser de Biomateriais", "Sensores e Sistemas Óticos", outras. Detectores de radiação (dosimetria) e outro equipamento de física nuclear Aparatos experimentais, equipamento de suporte e consumíveis para laboratórios de "Genética Humana" e "Biologia e Tecnologia de Células Estaminais" (Wet labs). 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

Arduino, Raspberry Pi, Inertial Sensors, Cameras (Kinect and others), eyetracker, wearables, Bitlino, Brain-Computer Interfaces, Lego NXT Robot, Robotic Arm, 3D Printer, CNC, Power Supplies, Signal Generators, Oscilloscopes, Other Systems and electronic components, LASERS and other systems and optics, other sensors for practical / laboratory UCs "Digital Health Project", "Medical Instrumentation Project", "Applied Electronics", "Biomaterials Laser Processing", "Sensors and Optical Systems ", others.

Radiation detectors (dosimetry) and other nuclear physics equipment

Experimental apparatus, support equipment and consumables for "Human Genetics" and "Wet labs" biology and technology laboratories.

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	3	
Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP)	Excelente/Excellent	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	2	
Instituto de Biosistemas e Ciências Integrativas (BIOISI)	Bom/Good	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa	2	

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/5660755e-9445-5a7e-3fea-5d6e7028f0c3>

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/5660755e-9445-5a7e-3fea-5d6e7028f0c3>

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 pacientes com cancro da mama metastático, projeto PTDC FCT

- Tumor Treating Fields (TTF), I&D empresarial Novocure

- NEUROSCIENCE, I&D empresarial Neuroelectronics

- 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 Foudation*
- *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 Neuroelectronics*
- *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 Foudation*
- *Oxytocin and Dopamine Interplay in Humans - on the Biological Basis of Social Cognition, FCT Researcher*
- *Neuroiagiological 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 LEEB mantenha a taxa de empregabilidade de 100% e/ou de inscrição dos seus estudantes num 2º ciclo de estudos.

<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 and/or its students register in a 2nd cycle of studies, 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 candidatos na 1ª fase foi de 280 (2016), 289 (2017), 264 (2018) e 274 (2019). Adicionalmente o número de candidatos 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 Anatomia Humana e Fisiologia Humana são leccionadas em parceria com a FFUL. 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 iteração 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 Human Anatomy and Human Physiology are taught in collaboration with FFUL. 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 1ºs ciclos considerados afins à presente proposta:

- BMT University of Twente, Holanda: <https://tinyurl.com/BMT-TWENTE-NL>
- BCT TU Delft, Holanda: <https://tinyurl.com/BCT-TUDelft-NL>
- BBE University of Groningen, Holanda: <https://tinyurl.com/BBE-UG-NL>

- *BBE Politecnico de Milano, Itália, <https://tinyurl.com/BBE-PM-IT>*
- *BBE FH Aachen, Alemanha, <https://tinyurl.com/BBE-FHA-DE>*
- *BBE Universitat de Barcelona, Espanha, <https://tinyurl.com/BBE-UB-ES>*
- *BBE NUI Galway, Irlanda, <https://tinyurl.com/BBE-NUIG-IR>*
- *BBE Universitat Politècnica de Catalunya, Espanha, <https://tinyurl.com/BBE-UPC-ES>*
- *BBE University College London, Reino Unido, <https://tinyurl.com/BBE-UCL-UK>*

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 (BE) is very attractive at the European level, including Portugal. Presently, the national offer of training in the field of BE 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 1st cycles considered relevant to this proposal are:

- *BMT University of Twente, The Netherlands (NL): <https://tinyurl.com/BMT-TWENTE-NL>*
- *BCT TU Delft, NL: <https://tinyurl.com/BCT-TUdelft-NL>*
- *BBE University of Groningen, NL: <https://tinyurl.com/BBE-UG-NL>*
- *BBE Politecnico de Milano, Italy, <https://tinyurl.com/BBE-PM-IT>*
- *BBE FH Aachen, Germany, <https://tinyurl.com/BBE-FHA-DE>*
- *BBE Universitat de Barcelona, Spain, <https://tinyurl.com/BBE-UB-ES>*
- *BBE NUI Galway, Ireland, <https://tinyurl.com/BBE-NUIG-IR>*
- *BBE Universitat Politècnica de Catalunya, Spain, <https://tinyurl.com/BBE-UPC-ES>*
- *BBE University College London, United Kingdom, <https://tinyurl.com/BBE-UCL-UK>*

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Os cursos analisados têm uma duração típica de 3 anos, sendo alguns de 4 anos (Espanha, Irlanda e alguns no Reino Unido). Alguns cursos apresentam opcionais nos anos finais e a quase totalidade inclui um projeto final.

A maioria dos cursos tem uma formação base em matemática, física e engenharia que dura 1 ano ou mais tipicamente 2 anos, ao que se complementa uma formação mais específica em EB nos anos finais. Exceções na análise realizada são os cursos da UCL, mais parco em formação base, e da NUI Galway mais focado na manufatura e aspetos regulatórios. A UTwente apresenta por seu lado uma estrutura curricular mais distinta de inspiração estudo-de-caso.

Na nossa percepção, a LEBB apresenta uma formação de base das mais robustas e com maior preparação nos aspetos da biofísica, fisiologia e clínica. Também parece ser o curso que mais explicitamente aborda as novas tecnologia de saúde digital e dispositivos médicos e que tem formação mais robusta em economia e empreendedorismo.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The courses analyzed have a typical duration of 3 years, some 4 years (Spain, Ireland and some in the United Kingdom). Some courses have optional curricula in the final years and almost all include a final project.

Most courses have a basic mathematics, physics and engineering background that lasts 1 year or more typically 2 years, which is complemented by more specific BE training in the final years. Exceptions to the analysis carried out are the UCL course, which is sparser in basic training, and the NUI Galway course, which focus more on manufacturing and regulatory aspects. UTwente presents, in turn, a more distinct curricular structure of case-study inspiration.

In our view, LEBB has one of the most robust and well-prepared basic training in biophysics, physiology and clinical aspects. It also seems to be the course that most explicitly addresses new digital health technology and medical devices and has the most robust background in economics and entrepreneurship.

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._DistribuicaoEstudantesEstagio.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:**

a) A LEBB dá particular enfoque à *Biofísica*, isto é à *relação entre a anatomia e fisiologia do ser humano e os sistemas físicos que permitam medir e atuar sobre estas*. Com incidência nas *tecnologias de base física*, a LEBB prepara os seus estudantes para o domínio de *conceitos complexos e de descoberta de soluções integrativas e multidisciplinares*, a reforçar no âmbito de uma formação de 2º ciclo que satisfaça as ambições de carreira dos estudantes.

b) A LEBB é diferenciadora no contacto com as *realidades clínicas, empresariais e I&D* com a realização de estágios de observação e de I&D, no 1º ano e no final da licenciatura. Este último decorre frequentemente em contexto internacional.

- c) O IBEB, numa abordagem única no país, faculta aos estudantes da LEBB um ecossistema de apoio ao ensino, participação em projetos de I&D e empreendedorismo nas áreas da Engenharia Biomédica (EB).
 d) A EB tem sido a área com médias de entrada mais elevadas na FCUL, no CNA.

12.1. Strengths:

- a) LEBB gives particular focus to biophysics, that is, the relationship between the anatomy and physiology of the human being and the physical systems that allow measuring and acting upon them. With a focus on physics-based technologies, LEBB prepares students for the mastery of complex concepts and the discovery of integrative and multidisciplinary solutions, to be reinforced as part of a 2nd cycle training that meets students' career ambitions.
 b) LEBB differentiates itself in contact with clinical, business and R&D realities by conducting observation and R&D internships in the first year and at the end of the degree. The latter often takes place in an international context.
 c) IBEB, in a unique approach in the country, provides LEBB students with an ecosystem to support teaching, participation in R&D projects and entrepreneurship in the areas of Biomedical Engineering (EB).
 d) EB has been the area with the highest entry averages in FCUL, in CNA.

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 dos estágios 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 da LEBB.

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 foster LEBB internationalization.

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) Na realidade do MIEBB 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 na LEBB 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 na área.

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 healthcare costs and greater personalization of care and clinical literacy of populations - Portugal follows these concerns politically.
 b) EB is now considered the 6th best engineering profession in the USA, which is also observed in Europe.
 c) In the reality of MIEBB there is no knowledge of unemployment: there is a constant request from its graduates in the labor market, from the R&D areas, companies in the health area and in information technologies.
 d) To the best of our knowledge, LEBB's training is unique at national and international level due to its focus on Biophysics, R&D and the internationalization of its students.

12.4. Constrangimentos:

- a) Cenário atual de incerteza sobre a resposta do estudantes do ensino secundário aos 1º e 2º ciclos de estudos em Engenharia Biomédica e Biofísica após abolição dos mestrados integrados. A incerteza poderá traduzir-se quer numa menor quer numa maior procura dos ciclos de estudos, com impacto na estratégia de gestão dos cursos e na do próprio Departamento de Física.
 b) Os elevados custos de vida em Lisboa limitam já as escolhas das licenciaturas na capital por parte de alguns potenciais estudantes.
 c) A atual incerteza de saída do Reino Unido da União Europeia (vulgo Brexit) limita as escolhas de estágios neste país, destino frequente para licenciados anteriores. Desconhece-se como esta situação irá condicionar 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) *Current scenario of uncertainty about the response of secondary school students to the 1st and 2nd cycles of studies in Biomedical Engineering and Biophysics after the abolition of integrated masters. Uncertainty may translate into lower and higher demand for study cycles, impacting the course management strategy and that of the Physics Department itself.*
- b) *The high cost of living in Lisbon already limits the choice of undergraduate degrees in the capital by some potential students.*
- c) *The current uncertainty about leaving the United Kingdom from the European Union (aka Brexit) limits the choice of internships in this country, a frequent destination for previous graduates. How this situation will affect the internationalization of the course is unknown.*
- 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 1º ciclo de estudos, a LEBB, com conteúdos formativos e abordagem adaptada à realidade do século XXI, incluindo já a sensibilização dos estudantes para as novas tecnologias e paradigmas da última década. Esta abordagem inclui o desenvolvimento de competências gerais de auto-aprendizagem, gestão de tempo e trabalho de equipa e ainda competências científicas e técnicas gerais em matemática, física, química, biologia, engenharia, gestão e empreendedorismo e específicas em Engenharia Biomédica (EB) com enfoque ímpar no âmbito nacional na Biofísica.

Muito embora um 1º ciclo deva tornar os estudantes conscientes do muito que ainda têm para aprender num 2º ciclo, reconhece-se que a continuação de estudos em EB, engenharia física, na instrumentação biomédica, na ciência de dados ou na gestão da saúde, entre outros, constituem prolongamentos de formação que mesmo os estudantes actuais não desdenhariam.

A EB é uma área em franco crescimento e evolução e que tem granjeado o interesse do mercado de trabalho. Na verdade, ao longo dos anos, o MIEBB têm 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. O MIEBB e o IBEB têm ainda 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 dos 2 ciclos de estudo, ao nível da sustentabilidade financeira da realização de estudos em Lisboa e do contexto sócio-político internacional, a LEBB 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.

12.5. Conclusions:

Within the scope of the split of MIEBB, it is proposed to create a first cycle of studies, LEBB, with formative content and approach adapted to the reality of the 21st century, including the awareness of students about the new technologies and paradigms of the last decade. This approach includes the development of general self-learning, time management and teamwork skills as well as general scientific and technical skills in mathematics, physics, chemistry, biology, engineering, management and entrepreneurship and specific in Biomedical Engineering (EB) with uniquely national focus on biophysics

Although a 1st cycle should make students aware of what they still have to learn in a 2nd cycle, it is recognized that further studies in EB, physical engineering, biomedical instrumentation, data science or health management, among others, are extensions of training that even today's students would not want to miss.

EB is a fast growing and evolving area that has gained the interest of the job market. In fact, over the years, MIEBB has attracted and trained high quality students as demonstrated by their career advancements and developments in biomedical research, hospitals and healthcare or information technology companies. In recent years, MIEBB and IBEB have also 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 have enriched the national and European landscape in the HealthTech and MedTech areas.

Despite the uncertainties regarding student responses to the new reality of the 2 study cycles, the financial sustainability of studying in Lisbon and the international socio-political context, LEBB 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.