

NCE/19/1901133 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:
Universidade De Coimbra

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

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):
Faculdade De Ciências E Tecnologia (UC)

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:
Licenciatura em Engenharia Biomédica

1.3. Study programme:
Bachelor in Biomedical Engineering

1.4. Grau:
Licenciado

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:
Engenharia Biomédica

1.5. Main scientific area of the study programme:
Biomedical Engineering

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):
529

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

1.9. Número máximo de admissões:**90****1.10. Condições específicas de ingresso.**

As condições específicas de ingresso são fixadas pelo Reitor, sob proposta das Unidades Orgânicas (artigo 31 do Regulamento Académico da UC, RAUC nº 341/2015, DR 2ª série, nº 116 de 17 de junho de 2015), com o elenco das provas de ingresso fixado pela Comissão Nacional de Acesso ao Ensino Superior, sob proposta da UC. As vagas são fixadas anualmente pela Direção Geral do Ensino Superior.

- Concurso Nacional de Acesso: Física e Química (07) e Matemática A (19), com a classificação mínima de 100 pontos em cada prova.

Existe ainda a possibilidade de ingressar por:

- Reingresso, transferência e mudança de curso

- Concurso especial de acesso (CEA) para maiores de 23 anos

- CEA para titulares de curso médio ou superior

- Concurso especial para estudantes internacionais (com regulamento próprio, disponível em <http://www.uc.pt/candidatos-internacionais/regulamento/Regulamento-EEI-DR.pdf>).

Estas vias de ingresso seguem a legislação portuguesa, detalhada em https://www.uc.pt/candidatos/escola_1.

1.10. Specific entry requirements.

The specific admission conditions are fixed by the Rector, on a proposal from the Organic Units (article 31 of the Academic Regulation of the UC, RAUC nº 341/2015, DR 2nd series, nº 116 of June 17, 2015), with the list of entrance tests fixed by the National Commission for Access to Higher Education, under proposal of the UC. Vacancies are fixed annually by the General Directorate of Higher Education.

- National Access Contest: Physics and Chemistry (07) and Mathematics A (19), with a minimum classification of 100 points in each test.

There is also the possibility of joining by:

- Re-entry, transfer and change of course

- Special access contest (SAC) for people over 23

- SAC for holders of medium or higher education

- Special contest for international students (with its own regulation, available at <http://www.uc.pt/candidatos-internacionais/regulamento/Regulamento-EEI-DR.pdf>).

These access tracks follow Portuguese legislation, detailed at https://www.uc.pt/candidatos/escola_1.

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:****Universidade de Coimbra, incluindo a Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Faculdade de Medicina****1.12. Premises where the study programme will be lectured:****University of Coimbra, including the Faculty of Sciences and Technology and the Faculty of Medicine****1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):****[1.13._Regulamento_Creditacao_Formacao_Anterior_Experiencia_Profissional_UC.pdf](#)****1.14. Observações:**

Para obtenção do grau de Licenciado em Engenharia Biomédica (LEB) é necessário completar 180 ECTS, incluindo um Projeto em Engenharia Biomédica (12 ECTS) no sexto semestre. Este projeto tem características de projeto integrador, refletindo a formação multidisciplinar obtida nesta Licenciatura. Pode decorrer em ambiente clínico, industrial ou académico (neste caso em laboratórios e centros de investigação, ligados ou não a Universidades), em contexto de investigação ou de inovação de caráter aplicado (em qualquer dos casos existe sempre um orientador ligado à Universidade de Coimbra). Em todas as circunstâncias o Projeto será orientado para um tema de investigação científica ou desenvolvimento tecnológico na área da Engenharia Biomédica.

À lecionação do curso está associada outra Unidade Orgânica da Universidade de Coimbra, a Faculdade de Medicina, e esta associação tem como objetivo principal a excelência da formação ao permitir que os seus docentes, investigadores e especialistas lecionem unidades curriculares ou módulos específicos de unidades curriculares da

LEB.

A Licenciatura em Engenharia Biomédica não inclui estágio, mas estão disponíveis estágios de verão, de frequência voluntária, em unidades de investigação, clínicas e empresas, para os alunos interessados em aprofundar os seus conhecimentos em áreas específicas.

1.14. Observations:

To obtain a Bachelor's Degree in Biomedical Engineering (LEB) it is necessary to complete 180 ECTS, including a Project in Biomedical Engineering (12 ECTS) in the sixth semester. This project has characteristics of integrative project, reflecting the multidisciplinary training obtained in this Degree. It can be carried out in a clinical, industrial or academic environment (in this situation in laboratories and research centers, linked or not to Universities), in a research or innovation context of applied character (in any case there is always a supervisor connected to the University of Coimbra). In all circumstances, the Project will be oriented to a topic of scientific investigation or technological development in the area of Biomedical Engineering.

Another Organic Unit of the University of Coimbra, the Faculty of Medicine, is associated with teaching courses of the LEB, and this association has as its main objective the excellence of training by allowing its teachers, researchers and specialists to teach curricular units or specific modules of LEB curricular units.

The degree in Biomedical Engineering does not include internships but just summer internships, with voluntary attendance, available on research units, clinics and companies for students interested in deepening their knowledge in specific areas.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho Científico da FCTUC

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FCTUC

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

[2.1.2._CC_FCTUC_18_12_2019.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da FCTUC

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FCTUC

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

[2.1.2._Extrato_ataCP_FCTUC_20200415_signed_100k.pdf](#)

Mapa I - Reitor da Universidade de Coimbra

2.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade de Coimbra

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

[2.1.2._67_Eng_Biomedica_Licenciatura_compressed.pdf](#)

Mapa I - Plano de correspondência

2.1.1. Órgão ouvido:

Plano de correspondência

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

[2.1.2._LEB_compressed.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 LEB pretende assegurar uma sólida formação de base em áreas estruturantes como a física, a matemática e as ciências biomédicas, para além de áreas específicas de Engenharia Biomédica, e desenvolver competências para o prosseguimento de estudos e para a eventual iniciação à prática profissional.

No final da LEB, o estudante deverá possuir:

conhecimentos essenciais em Física, Matemática, Ciências Biomédicas, Programação e Análise de Sinais e Sistemas, configurando uma formação inicial de banda larga em Engenharia Biomédica que lhe permita prosseguir a sua formação avançada em diversas áreas de especialização.

competências necessárias ao exercício da profissão, como espírito científico e criatividade, sentido crítico e de responsabilidade, capacidade de aprender autonomamente, de trabalhar em grupo e em equipas interdisciplinares e capacidade de comunicação.

uma formação teórica e laboratorial que permita iniciar a atividade profissional em áreas relacionadas com a Engenharia Biomédica

3.1. The study programme's generic objectives:

The LEB aims to provide a solid base training in structuring areas like physics, mathematics and biomedical sciences, and on specific areas of Biomedical Engineering, and to develop skills for following advanced studies and for the eventual start of professional practice.

At the end of LEB, the student should have:

- essential knowledge of Physics, Mathematics, Biomedical Sciences, Programming and Signals and Systems Analysis, configuring an initial training of broad spectrum in Biomedical Engineering that allows him/her to follow his/her advanced training in different areas of specialization.

- skills required for professional practice, as scientific aptitude and creativity, sense of responsibility and critical thinking, autonomous learning ability, teamwork skills, including in interdisciplinary teams and communication skills.

- theoretical and laboratorial training that allows to begin professional practice in areas related to Biomedical Engineering.

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

Adquirir os conhecimentos essenciais de Física, Matemática, Bioquímica, Biologia Celular e Molecular, Fisiologia, Programação e Teoria de Sinal e Sistemas necessários à Engenharia Biomédica.

Compreender funções biológicas do ponto de vista da Engenharia, interpretá-las em termos fisiológicos usando modelos matemáticos e realizar a sua implementação computacional.

Compreender a estrutura e funcionamento geral de sistemas informáticos e desenvolver aplicações locais e distribuídas.

Resolver problemas relacionados com a deteção de radiação e a sua interação com a matéria.

Compreender as abordagens envolvidas no desenvolvimento e uso de biomateriais e obter competências laboratoriais para a sua síntese, processamento e caracterização.

Adquirir competências necessárias ao exercício da profissão: comunicação, espírito científico e criatividade, sentido crítico e de responsabilidade, aprendizagem autónoma, capacidade de trabalhar em equipas interdisciplinares, gerir recursos e cumprir prazos

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

Acquire the essential knowledge in Physics, Mathematics, Biochemistry, Cell and Molecular Biology, Physiology, Programming and Signals and Systems Theory required by Biomedical Engineering.

Understand biological functions from the point of view of engineering, interpret them in physiological terms using mathematical models and implement these models computationally.

Understand the general structure and operational behavior of informatics systems and develop local and distributed applications.

Solve problems related to ionizing radiation detection and its interaction with matter.

Understand the approaches used in the development and synthesis of biomaterials and have laboratory skills for their synthesis, processing and characterization.

Acquire skills required for professional practice: communication, scientific aptitude and creativity, sense of responsibility and critical thinking, autonomous learning, teamwork in interdisciplinary teams, manage resources and comply with deadlines.

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 Licenciatura em Engenharia Biomédica (LEB) está perfeitamente enquadrada no projeto educativo, científico e cultural da Universidade de Coimbra, uma vez que pretende fornecer formação de elevada qualidade, ao nível das melhores instituições europeias, numa área do conhecimento em franca expansão e com grande impacto social. Tendo a Engenharia Biomédica evoluído de uma especialização interdisciplinar entre áreas do conhecimento já estabelecidas, para uma disciplina da Engenharia, torna-se indispensável a sua inclusão na oferta formativa de uma Universidade

Global, como a Universidade de Coimbra.

Os objetivos da LEB são totalmente compatíveis com a estratégia e projeto da UC relativos à criação, difusão e transferência de conhecimento através da investigação e do ensino. A Engenharia Biomédica é tema de investigação em 2 Laboratórios Associados e, pelo menos, 10 Centros de Investigação sedeados na UC. Existe um corpo vasto de investigadores e docentes altamente especializados com atividades de investigação e desenvolvimento na área da Engenharia Biomédica pelo que a existência da oferta formativa nesta área, a nível dos 3 ciclos, é um processo natural face à missão da UC e às competências nela instaladas.

Nos últimos anos assistiu-se no mundo ocidental a uma mudança de paradigma na prestação de cuidados de saúde. Atualmente, os sistemas de saúde são muito mais dependentes da tecnologia, com a indústria a acompanhar esta mudança de forma a satisfazer a procura. Por outro lado, as pressões demográficas e a exigência dos cidadãos por melhores cuidados de saúde, têm levado ao aumento da percentagem do produto nacional bruto dos diferentes estados atribuída ao sector da saúde. Este contexto motiva e estimula o aumento dos desenvolvimentos científicos e de engenharia direcionados para a prestação de cuidados de saúde e conduz à aposta em soluções tecnológicas para controlar o aumento dos custos. Daqui resulta a necessidade de mais profissionais especializados em Engenharia Biomédica, capazes de trabalhar na indústria, nos hospitais, em centros de investigação, no ensino e em agências governamentais. Face ao seu projeto educativo, científico e cultural e aos recursos, infraestruturas e competências que possui na área da Engenharia Biomédica, a Universidade de Coimbra não pode deixar de ter uma sólida oferta formativa na área da Engenharia Biomédica. A LEB será um dos pilares desta oferta formativa.

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

The Bachelor in Biomedical Engineering (LEB) fits perfectly in the educational, scientific and cultural project of the University of Coimbra, since it intends to provide high quality training, at the level of the best European universities, in a knowledge domain in strong expansion and with large social impact. As Biomedical Engineering evolved from an interdisciplinary specialization between established knowledge domains into an Engineering branch by itself, it becomes mandatory to include it on the educational offer of a global university, such as the University of Coimbra. The objectives of LEB are fully compatible with the strategy and project of UC on knowledge creation, diffusion and transfer through research and teaching. Biomedical Engineering is a research theme on 2 Associated Laboratories and at least 10 Research Centers established in UC. There is large body of highly specialized professors and researchers with research and development activities in the field of Biomedical Engineering. Therefore, having an educational offer in this field, covering all three study cycles, is a natural process when considering the mission of UC and its expertizes. Over the last years, the western world witnessed a paradigm change in healthcare. Currently, the healthcare systems rely much more on technology and the industry is following this change to satisfy the demand. On the other side, the demographic pressure and the citizens demand for better healthcare has led to the increase of the percentage of gross national product assigned by countries to the healthcare sector. This context leads to an increase in the scientific and engineering developments directed to healthcare and to bet in technological solutions to keep the costs controlled. Hence, the need for more Biomedical engineering professionals, capable to work in the industry, on hospitals, on research centers and on government agencies. In face of its educational project, the University of Coimbra must have a solid educational offer in Biomedical Engineering. The LEB will be one of the pillars of this offer.

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 - n.a.

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

*n.a.***4.2.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***n.a.***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
Ciências Biomédicas	CBIO	42	0	
Engenharia	ENG	18	0	
Engenharia Biomédica	ENGBIOM	36	0	
Física	F	42	0	
Gestão	GES	6	0	
Química	Q	6	0	
Matemática	M	30	0	
(7 Items)		180	0	

4.3 Plano de estudos**Mapa III - n.a. - 1º ano, 1º Semestre / 1st year, 1st Semester****4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***n.a.***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***n.a.***4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****1º ano, 1º Semestre / 1st year, 1st Semester****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática I / Mathematical Analysis I	M	Semestral	162	42T+28TP	6	
Álgebra Linear e Geometria Analítica / Linear Algebra and Analytical Geometry	M	Semestral	162	42T+28TP	6	
Biologia Celular e Molecular / Cellular and Molecular Biology	CBIO	Semestral	162	28T+42PL	6	
Física I / Physics I	F	Semestral	162	28T+28TP	6	
Química Geral / General Chemistry	Q	Semestral	162	28T+21TP+9PL	6	
(5 Items)						

Mapa III - n.a. - 1º ano, 2º Semestre / 1st year, 2nd Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***n.a.***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):**

*n.a.***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)
Bioquímica / Biochemistry	CBIO	Semestral	162	28T+14TP	6	
Análise Matemática II / Mathematical Analysis II	M	Semestral	162	42T+28TP	6	
Anatomia e Histologia / Anatomy and Histology	CBIO	Semestral	162	14T+12TP+13PL+3S	6	
Computadores e Programação / Computers and Programming	ENG	Semestral	162	56PL	6	
Física II / Physics II	F	Semestral	162	28T+42TP	6	

(5 Items)

Mapa III - n.a. - 2º ano, 1º Semestre / 2nd year, 1st Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***n.a.***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***n.a.***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)
Análise Matemática III / Mathematical Analysis III	M	Semestral	162	42T+28TP	6	
Eletromagnetismo / Electromagnetism	F	Semestral	162	42T+18TP+10PL	6	
Fundamentos de Fisiologia I / Fundamentals of Physiology I	CBIO	Semestral	162	42T+14PL	6	
Termodinâmica e Processos de Transferência / Thermodynamics and Transfer Processes	F	Semestral	162	42T+24TP+4PL	6	
Técnicas Laboratoriais de Física / Laboratory Techniques for Physics	F	Semestral	162	14T+42PL	6	

(5 Items)

Mapa III - n.a. - 2º ano, 2º Semestre / 2nd year, 2nd Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***n.a.***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***n.a.*

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)
Ondas e Ótica / Waves and Optics	F	Semestral	162	42T+28PL	6	
Análise e Processamento de BioSinais / Biosignals Processing and Analysis	ENGBIOM	Semestral	162	28T+14TP+28PL	6	
Eletrónica / Electronics	ENG	Semestral	162	28T+42PL	6	
Fundamentos de Fisiologia II / Fundamentals of Physiology II	CBIO	Semestral	162	42T+14PL	6	
Métodos Computacionais para Biomedicina / Computational Methods for Biomedicine	CBIO	Semestral	162	28T+28PL	6	

(5 Items)

Mapa III - n.a. - 3º ano, 1º Semestre / 3rd year, 1st Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****n.a.****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****n.a.****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)
Bioestatística / Biostatistics	M	Semestral	162	28T+28PL	6	
Física Quântica / Quantum Physics	F	Semestral	162	42T+18TP+10PL	6	
Modelos Computacionais de Processos Fisiológicos / Computational Model of Physiological Processes	CBIO	Semestral	162	24T+36PL+10S	6	
Inovação e Empreendedorismo Tecnológico / Innovation and Technological Entrepreneurship	GES	Semestral	162	28T+28S	6	
Radiações em Biomedicina / Radiations in Biomedicine	ENGBIOM	Semestral	162	28T+22TP+9PL	6	

(5 Items)

Mapa III - n.a. - 3º ano, 2º Semestre / 3rd year, 2nd Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****n.a.****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****n.a.**

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	Observações / Observations (5)
Biomecânica / Biomechanics	ENGBIOM	Semestral	162	42T+20TP+8PL	6	
Introdução aos Biomateriais / Introduction to Biomaterials	ENGBIOM	Semestral	162	28T+28PL	6	
Sistemas Informáticos / Informatics Systems	ENG	Semestral	162	28T+14TP+28PL	6	
Projeto em Engenharia Biomédica / Project in Biomedical Engineering	ENGBIOM	Semestral	324	4S	12	
(4 Items)						

4.4. Unidades Curriculares**Mapa IV - Análise e Processamento de BioSinais****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*****Análise e Processamento de BioSinais*****4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Biosignals Processing and Analysis*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****ENGBIOM*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****162*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****T: 28; TP: 14; PL: 28*****4.4.1.6. ECTS:*****6*****4.4.1.7. Observações:*****Prevêem-se 4 turmas PL*****4.4.1.7. Observations:*****There will be 4 PL groups*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****João Pedro Barreto (T: 28; TP: 14; 2x(PL: 28))*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****Marco Alexandre Cravo Gomes 2x(PL:28); prevêem-se 4 turmas PL / there will be 4 PL groups***

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

A unidade curricular é uma introdução ao processamento analógico e digital de sinais usando Sistemas Lineares e Invariantes no Tempo (SLIT), que é um tópico fundamental em engenharia transversal a vários domínios de aplicação incluindo comunicações, processamento de fala, processamento de imagem, electrónica, controlo de sistemas e tratamento de bio-sinais.

No final da unidade curricular o estudante deverá compreender as propriedades fundamentais de sinais e sistemas e saber representa-los tanto no domínio do tempo como da frequência de forma a analisar e pre-dizer o seu comportamento. Para além das competências teóricas com introdução de muitos conceitos transversais, como sejam a noção de transformada ou convolução, que servem vários propósitos, o aluno irá ainda adquirir competências práticas através da resolução problemas e realização de mini-projetos em Matlab.

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

The curricular unit is an introduction to analog and digital signal processing using Linear and Time-Invariant Systems (SLIT), which is a fundamental topic in engineering transversal to several application domains including communications, speech processing, image processing, electronics, control of systems and treatment of bio-signals.

Learning outcomes include understanding the fundamental properties of signals and systems, representing signals and systems in both time and frequency domains, and being able to use these representations to analyze and anticipate their behavior. In addition to the theory with the introduction of many transversal concepts, such as the notion of transformed or convolution, which serve several purposes, the student will also acquire practical skills through problem solving and mini-projects in Matlab.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução aos sinais e sistemas.*
2. *Análise de Fourier de sinais e sistemas lineares e invariantes no tempo.*
3. *Transformada de Laplace.*
4. *Transformada de Z.*
5. *Introdução a filtragem digital e controlo de sistemas*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to signals and systems.*
2. *Fourier representation of signals and linear time-invariant systems.*
3. *The Laplace transform.*
4. *The Z transform.*
5. *Introduction to digital filtering and control theory*

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

No capítulo 1 é realizada uma introdução aos sinais e sistemas contínuos e discretos no tempo, sistemas lineares e invariantes no tempo (LIT), integral e soma de convolução e resposta a impulso.

No capítulo 2 é desenvolvida a aplicação da teoria de Fourier à análise e síntese de sinais periódicos (séries de Fourier) e de sinais aperiódicos (transformada de Fourier) em tempo contínuo e discreto. A resposta de sistemas LTI a exponenciais complexas periódicas é estudada o que permite introduzir os conceitos de resposta em frequência e filtragem.

A representação de sinais usando exponenciais complexas em tempo contínuo e em tempo discreto é explorada nos capítulos 3 e 4 através da utilização da transformada de Laplace e da transformada de Z.

No capítulo 5 é realizada uma breve introdução ao projeto de filtros digitais e a teoria de controlo como forma de consolidar conhecimentos e motivar disciplinas mais avançadas que têm esta UC como base.

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

In Chapter 1 the concepts of signals and systems are developed, namely, continuous and discrete-time signals and systems, linear and time invariant systems (LTI), integral and sum of convolution and impulse response.

In chapter 2 the Fourier theory is applied to analysis and synthesis of both periodic and aperiodic continuous time signals (Fourier series and transform). The response of LTI systems to periodic complex exponentials is studied which allows introducing the important concepts of frequency response and filtering.

The signal representation based on continuous time and discrete time complex exponentials is developed in chapters 3 and 4 by using, respectively, Laplace transform and the Z transform.

Finally, the chapter 5 deals with a brief introduction to the topics of digital filter design and control theory as a way to consolidated knowledge and motivate for more advanced studies that build in the fundamentals herein taught

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição detalhada dos conceitos, princípios e teorias fundamentais, recorrendo a meios

audiovisuais. Aulas teóricas-práticas com a resolução de problemas de aplicação prática, que exijam a conjugação de conceitos teóricos distintos e promovam o raciocínio crítico face a problemas mais complexos. Aulas práticas laboratoriais onde se realiza a resolução de exercícios laboratoriais e de pequenos projetos em Matlab com o objetivo de demonstrar a utilidade prática dos conhecimentos lecionados.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes with detailed presentation, using audio-visual means, of the concepts, principles and fundamental theories. Theoretical-practical classes for solving practical exercises, which require the combination of different theoretical concepts in order to promote critical reasoning in the presence of more complex problems.

Laboratory classes to solve practical exercises and small application projects using the Matlab tools for signal processing whose objective is to demonstrate the practical usefulness of the theory taught in T and TP classes.

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

Estratégia e o método de ensino adoptado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, e assim levar ao desenvolvimento, para além de competências técnicas específicas, de algumas competências genéricas, de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.

Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que os alunos resolvam nas aulas teórico-práticas e nas aulas laboratoriais estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese.

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

The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature.

With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in both theoretical-practical and laboratory classes, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, analysis and synthesis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Simon Haykin and Barry Van Veen, Signals and Systems, 2nd Edition, 2003 John Wiley & Sons. Inc, ISBN 0-471-16474-7

Alex Palamides and Anastasia Veloni, Signals and Systems Laboratory with Matlab, 2011 CRC Press, ISBN 978-1-4398-3055-0

LEITURA COMPLEMENTAR

A. Oppenheim, A. Willsky and S. Hamid, Signals and Systems, 2nd Edition, 1996 Pearson Publisher, ISBN-13: 978-0138147570

Rangaraj M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis, 2nd Edition, 2015 IEEE Press, ISBN-13: 978-0470911396

Abdulhamit Subasi, Practical Guide for Biomedical Signals Analysis Using Machine Learning Techniques: A MATLAB Based Approach, 2019 Academic Press, ISBN-13: 978-0128174449

Mapa IV - Biologia Celular e Molecular

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biologia Celular e Molecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Molecular Cell Biology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBIO

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

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

Esta unidade curricular visa que os alunos adquiram conhecimentos essenciais sobre a biologia, ao nível molecular e celular. Os estudantes ficarão a conhecer a composição molecular de uma célula e a saber qual a função das diferentes macromoléculas; ficarão também a conhecer os diferentes organitos celulares e a saber relacionar a sua estrutura com a função desempenhada. Os alunos terão ainda contacto com as novas terapias celulares envolvendo, por exemplo, células estaminais. Espera-se que os alunos venham a compreender as bases moleculares da hereditariedade, que percebam como ocorre o fluxo de informação genética do gene até à proteína e à célula, e os mecanismos celulares que regulam a expressão genética. Finalmente, os alunos aprenderão os princípios que estão na base da tecnologia de ADN recombinante, dos avanços na área da genómica e da possibilidade de criar animais geneticamente modificados.

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

The aim of this course is that the students acquire essential knowledge on biology, at the molecular and cellular levels. The students will know the molecular composition of the cell, and the cellular function of the different macromolecules; in addition, they will learn about the different cellular organelles and will be able to relate their structure to the fulfilled function. The students will also come in contact with the potential of novel cellular therapies, for example involving stem cells. It is expected that the students will understand the molecular bases of the hereditary succession, and that they understand the flow of genetic information from genes to proteins and cells; in addition, the mechanisms that regulate gene expression will be explored. Finally, the students will learn the principles that underlie recombinant DNA technology, genomics and the possibility to create genetically modified animals.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1. Introdução à Biologia Celular****A célula-unidade básica da vida.****a) Células eucariotas e procariotas****b) Visualização de células: métodos em biologia celular****c) Organização celular: Organelos que processam informação; O sistema endomembranar; Organelos que processam energia; Forma e movimento celular; A superfície celular e as junções intercelulares.****d) Tecnologia de células estaminais e medicina regenerativa, princípios básicos.****2. Homeostase e comunicação celular****a) Comunicação celular****b) Receptores celulares****c) Segundos mensageiros****d) Regulação hormonal****e) Regulação e homeostase celular****3. Informação e hereditariedade****a) Organização dos genomas: DNA, genes e cromossomas; o genoma humano****b) Replicação e reparação do DNA.****c) Fluxo de informação genética: do DNA à proteína.****d) Regulação da transcripcional e pós-transcripcional da expressão genética e diferenciação celular.**

e) Tecnologia de DNA recombinante

4. Interface da biologia celular e molecular com novas terapias biomédicas

4.4.5. Syllabus:

1. The cell: basic life unit

a) Prokaryotic and eukaryotic cells

b) Methods in cell biology

c) Cellular organization

c.1. Information processing organelles

c.2. The endomembrane system: the endoplasmic reticulum, the Golgi complex and lysosomes: intracellular protein traffic and targeting

c.3. Energy processing organelles: mitochondria and chloroplasts.

c.4. The cytoskeleton: cell shape and movement

c.5. Cell surfaces and junctions

2. Cell communication and homeostasis

a) Cell communication and receptors

b) Second messengers

c) Regulation by hormones

d) Cell homeostasis

e) The cell cycle

3. Information pathways and inheritance

a) The organization of eukaryotic genomes; DNA structure

b) DNA replication and repair

c) From gene to protein

d) Transcriptional and post-transcriptional regulation of gene expression

e) DNA technology

4. Interface between molecular cell biology and new biomedical therapies

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

O conteúdo programático versa sobre temas atuais de biologia celular, concentrando-se por um lado em temas de fundo, que permitem uma compreensão sólida desta área, e por outro em temas emergentes. Os trabalhos experimentais propostos vão de encontro aos temas abordados na componente teórica da disciplina, e permitem explorar os conceitos introduzidos.

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

The syllabus includes modern topics in cell biology and it is focused on one hand on well established topics that provide a solid background to understand cell biology and on the other hand on emerging themes. The proposed experimental work is related to the topics discussed in the lectures, and allows the students to test the concepts that they learn about.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino é uma combinação de:

1) aulas teóricas formais, em que frequentemente a apresentação de conceitos recorre às evidências experimentais originais que contribuíram para a construção desses conceitos;

2) aulas práticas em que é promovida a total autonomia dos alunos na execução das experiências. A proposta que é feita aos alunos é a de que façam na íntegra o trabalho experimental.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies combine

1) Lectures in which the concepts are presented when possible on the basis of the original experimental evidence that supports them;

2) Laboratory work. For these classes, the students are encouraged to work autonomously, and are asked to prepare solutions and the biologic material, to collect data and to interpret data on their own.

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

As metodologias de ensino adotadas visam promover a autonomia do aluno na aprendizagem, e centrar o aluno na aplicação dos conhecimentos adquiridos na interpretação de evidências experimentais. Tendo em conta que os conceitos de biologia celular, os estabelecidos e os emergentes, só podem ser compreendidos se forem compreendidas as evidências experimentais que lhes servem de base, estimula-se nesta disciplina a aquisição da

capacidade de interpretar e avaliar criticamente evidências experimentais.

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

The teaching methodologies aim to promote the student's autonomy in learning, and to focus the student on using the knowledge acquired to interpret experimental data. Given that both established and emergent concepts in cell biology are only possible to grasp when the data that support them is understood, the students are stimulated to learn how to interpret and evaluate critically experimental data.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Life: The Science of Biology. David Sadava et al. (2014) Sinauer Associates, Inc (10ª Edição)

• *Campbell Biology. Jane B Reece et al. (2014) Pearson (10ª Edição)*

• *The Cell - A Molecular Approach, G.M. Cooper & Robert E. Hausman (2015) Sinauer Associates (7ª Edição).*

• *Molecular Cell Biology, Harvey Lodish et al. (2016) W.H. Freeman and Company (8ª Edição).*

• *Cell and Molecular Biology: Concepts and Experiments, Gerald Karp, Janet Iwasa, Wallace Marshall (2015 - 8ª Edição).*

• *Biologia Celular e Molecular, Carlos Azevedo, Claudio E Sunkel (2012) LIDEL-edições técnicas, Ida. (5ª Edição)*

Mapa IV - Análise Matemática I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

42:T; 28:TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

prevêem-se 4 turmas TP

4.4.1.7. Observations:

There will be 4 TP groups

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

Adérito Luís Martins Araújo (42:T; 28:TP)

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

Dmitry Vorotnikov 3(28:TP); prevêem-se 4 turmas TP / there will be 4 TP groups*

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

O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:

1. Estudar a continuidade e diferenciabilidade de funções reais de variável real;
2. Traçar curvas em coordenadas polares e paramétricas;
3. Calcular derivadas e primitivas de funções elementares;
4. Resolver problemas envolvendo aproximações lineares, diferenciais e derivação implícita;
5. Usar o Teorema Fundamental do Cálculo para calcular áreas de figuras, comprimentos de curvas suaves e volumes de sólidos de revolução;
6. Resolver equações diferenciais de variáveis separáveis e lineares de primeira ordem;
7. Resolver problemas envolvendo aplicações das equações diferenciais em contextos de modelação matemática.

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

The student who successfully completes this course will be able to:

1. Analyse the continuity and differentiability of real functions of real variable;
2. Draw curves in polar and parametric coordinates;
3. Compute derivatives and primitives of elementary functions;
4. Solve problems involving linear approximations, differential and implicit differentiation;
5. Use the Fundamental Theorem of Calculus to compute areas, lengths and volumes of solids of revolution;
6. Solve first order differential equations by separable of variables and solve linear differential equations of first order;
7. Solve problems involving applications of differential equations in mathematical modelling.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I. Funções e curvas reais de variável real

- I.1 Funções trigonométricas, funções hiperbólicas e suas inversas
- I.2 Limites, continuidade e diferenciabilidade de funções reais de variável real
- I.3 Curvas parametrizadas e coordenadas polares

II. Integração

- II.1 Primitivas
- II.2 Integral definido e aplicações
- II.3 Integrais impróprios

III. Equações diferenciais ordinárias de primeira ordem

- III.1 Variáveis separáveis
- III.2 Equações lineares

4.4.5. Syllabus:

I. Functions and curves of a real variable

- I.1 Trigonometric and hyperbolic functions and their inverses
- I.2 Limits, continuity and differentiability of functions of a real variable
- I.3 Parameterized curves and polar coordinates

II. Integration

- II.1 Primitives
- II.2 Riemann integral and applications
- II.3 Improper integrals

III. Ordinary Differential Equations

- III.1 Separable differential equations
- III.2 First order linear differential equations

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

No âmbito do objetivo de aprendizagem que se refere ao cálculo de limites de sucessões e funções, o programa contempla a formalização e consolidação dos conceitos de limite e de derivada de função real. A noção de derivada é também necessária para os conteúdos programáticos e objetivos de aprendizagem subsequentes, nomeadamente os que se referem à integração. A técnica de primitivação é fundamental ao cálculo integral e suas aplicações. Finalmente, para o domínio dos métodos principais de resolução de equações diferenciais ordinárias, é necessário aprender os métodos indicados nas últimas secções do programa.

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

The syllabus contemplates the formalisation and consolidation of the concepts of limit and derivative of real function which is necessary for the learning outcome that refers to the computations of limits of sequence and functions. The notion of derivative is also necessary for the subsequent topics and expected learning outcomes, namely those concerning integration. The integration of functions technique is fundamental to integral calculus and its applications. Finally, to learn the main methods of solving ordinary differential equations, it is necessary to learn the methods

indicated in the last sections of the program.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre é disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching in this course will assume two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching is mostly expository. During an example class teaching will consist of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasized. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support will be available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

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

Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.

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

During the theoretical part of classes, the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- [1] Adérito Araújo, *Análise Matemática I, Notas de Curso, Coimbra, 2018.* (Disponível online)
- [2] James Stewart, *Cálculo, volumes I e II, tradução da 8ª edição norte-americana, Cengage Learning, 2017.*
- [3] Edwin "Jed" Herman e Gilbert Strang (entre outros), *Calculus, volumes 1, 2 e 3, OpenStax, 2018.* (Disponíveis online em: <https://openstax.org/details/books/calculus-volume-1>; <https://openstax.org/details/books/calculus-volume-2>; <https://openstax.org/details/books/calculus-volume-3>)
- [4] Gilbert Strang, *Calculus, Wellesley-Cambridge Press, 1991.* (Disponível online em: <https://ocw.mit.edu/resources/res-18-001-calculus-online-textbook-spring-2005/textbook/>)
- [5] Elon Lages Lima, *Curso de Análise, volume 1, 11a edição, Projecto Euclides, IMPA, 2004.*

Mapa IV - Análise Matemática II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Análise Matemática II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

LEB

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

42:T; 28:TP

4.4.1.6. ECTS:**6****4.4.1.7. Observações:***prevêem-se 3 turmas TP***4.4.1.7. Observations:***there will be 3 TP groups***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Joana Nunes da Costa (42:T; 28:TP)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Ana Paula Escada 2*(28:TP); prevêem-se 3 turmas TP / there will be 3 TP groups***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:*

- 1. Reconhecer funções de duas variáveis que não são contínuas num ponto;*
- 2. Calcular as direções de maior crescimento de uma função real de duas variáveis;*
- 3. Resolver um problema de extremos condicionados;*
- 4. Calcular áreas e volumes usando integrais duplos e triplos, bem como o centro de massa de um sólido (com densidade homogênea ou não);*
- 5. Calcular áreas e comprimentos de curvas no espaço usando integrais curvilíneas e integrais de superfície;*
- 6. Resolver problemas envolvendo as ligações entre os diversos integrais estudados (integrais duplos, triplos, curvilíneas e de superfície);*
- 7. Resolver problemas envolvendo aplicações dos integrais estudados em contextos de modelação matemática.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The student who successfully completes this course will be able to:*

- 1. Detect non-continuous real functions of two variables at a given point;*
- 2. Compute the directions of greatest growth of a real function of two variables;*
- 3. Solve a constrained extrema problem;*
- 4. Compute areas and volumes, as well as the center of mass of a solid (with arbitrary density function), using double and triple integrals;*
- 5. Compute areas and lengths of curves in space using line and surface integrals;*
- 6. Solve problems involving the connections between the types of integrals studied (double, triple, line and surface integrals);*
- 7. Solve problems involving applications of integration to mathematical modelling.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*I. Funções reais de várias variáveis reais**I.1 Limite e continuidade**I.2 Derivação parcial**I.3 Diferenciabilidade**I.4 Regra da Cadeia**I.5 Derivadas Direcionais e vetor gradiente**I.6 Funções vetoriais e matriz jacobiana**I.7 Extremos de funções. Multiplicadores de Lagrange**II. Cálculo integral em R^2 e R^3* *II.1 Integral duplo e aplicações**II.2 Integral triplo e aplicações**II.3 Mudanças de variáveis**II.4 Integral curvilíneo. Teorema de Green**II.5 Integral de superfície. Teoremas de Stokes e da divergência***4.4.5. Syllabus:***I. Real functions of several variables**I.1 Limits and continuity**I.2 Partial derivatives**I.3 Differentiability**I.4 Chain rule*

- I.5 Directional derivatives and gradient vector**
- I.6 Vector valued functions and Jacobian matrix**
- I.7 Extrema of functions. Lagrange multipliers**

II Integral calculus in R2 and R3

- II.1 Double integrals and applications**
- II.2 Triple integrals and applications**
- II.3 Change of variables**
- II.4 Line integrals. Green's Theorem**
- II.5 Surface integrals. Stoke's and divergence theorems**

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

Os objetivos de aprendizagem que se referem às propriedades elementares das funções reais de duas variáveis (continuidade e direções de maior crescimento) estão apoiados no estudo da extensão da noção de limite ao contexto de funções com mais do que uma variável e no estudo da noção de derivação parcial. A derivação parcial tem também um papel fundamental na resolução de problemas de extremos condicionados. Os objetivos subsequentes, ainda que diretamente relacionados com o cálculo de integrais apoiam-se no estudo das funções vetoriais. O conhecimento da integração dupla, tripla, curvilínea e de superfície e suas aplicações é também fundamental.

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

The learning outcomes that refer to the elementary properties of real functions of two variables (continuity and directions of greatest growth) are supported by the study of the extension of the notion of limit to the context of functions with multiple variables and also by the study of the notion of partial derivatives. Partial derivatives also play a key part in solving constrained extrema problems. The subsequent learning outcomes, despite referring directly to integration, support themselves in the study of vector valued functions and in the knowledge of double, triple, line and surface integration, as well as their applications.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre é disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching in this course assumes two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching is mostly expository. During an example class teaching consists of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasized. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support is available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

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

Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte teórico-prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.

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

During the theoretical part of classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- [1] James Stewart, *Cálculo, volume II*, tradução da 8ª edição norte-americana, Cengage Learning, 2017.
- [2] Ana d'Azevedo Breda e Joana Nunes da Costa, *Cálculo com Funções de Várias Variáveis*, McGraw-Hill, Lisboa, 1996.
- [3] Edwin "Jed" Herman e Gilbert Strang (entre outros), *Calculus*, volume 3, OpenStax, 2018. (Disponível online em: <https://openstax.org/details/books/calculus-volume-3>)
- [4] Gilbert Strang, *Calculus*, Wellesley-Cambridge Press, 1991. (Disponível online em: <https://ocw.mit.edu/resources/res-18-001-calculus-online-textbook-spring-2005/textbook/>)
- [5] Jerrold E. Marsden e Anthony Tromba, *Vector Calculus*, 5ª edição, W.H. Freeman, 2003.

[6] *Elon Lages Lima, Curso de Análise, volume 2, 11ª edição, Projecto Euclides, IMPA, 2004.*

Mapa IV - Análise Matemática III

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Análise Matemática III

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Mathematical Analysis III

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

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

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
prevêem-se 4 turmas TP

4.4.1.7. Observations:
there will be 4 TP groups

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Joana Nunes da Costa 42:T

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
João Gouveia 28:TP, João Nogueira 3(28:TP); prevêem-se 4 turmas TP / there will be 4 TP groups*

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:

- 1. Determinar a natureza de séries numéricas e calcular a soma de séries geométricas e telescópicas convergentes;*
- 2. Determinar o desenvolvimento em série de Taylor de uma função;*
- 3. Calcular a série de Fourier de uma função periódica;*
- 4. Resolver equações diferenciais lineares de ordem superior à primeira;*
- 5. Resolver um sistema de equações diferenciais lineares com coeficientes constantes;*
- 6. Calcular a transformada de Laplace e a sua inversa;*
- 7. Resolver uma equação diferencial usando a transformada de Laplace ou de Fourier;*
- 8. Resolver problemas envolvendo aplicações das equações diferenciais em contextos de modelação matemática.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The student who successfully completes this course will be able to:

- 1. Determine the nature of convergence of a series and compute the sum of convergent geometric and telescoping series;*
- 2. Compute the Taylor series expansion of a function;*
- 3. Compute the Fourier series of a periodic function;*
- 4. Solve higher order linear differential equations;*
- 5. Solve a system of linear differential equations with constant coefficients;*
- 6. Compute the Laplace transform and its inverse;*

7. Solve a differential equation using the Laplace or Fourier transforms;
8. Solve problems involving applications of differential equations in mathematical modelling;

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I. Séries

- I.1 Sucessões e séries numéricas
- I.2 Critérios de convergência
- I.3 Séries de funções
- I.4 Convergência de séries de funções
- I.5 Séries de potências. Série de Taylor
- I.6 Série de Fourier

II. Equações Diferenciais Lineares

- II.1 Métodos do polinómio anulador, de abaixamento de ordem e da variação das constantes
- II.2 Sistemas de equações lineares com coeficientes constantes
- II.3 Transformadas de Laplace e de Fourier e aplicações

4.4.5. Syllabus:

I. Series

- I.1 Sequences and number series
- I.2 Convergence criteria
- I.3 Series of functions
- I.4 Convergence of series of functions
- I.5 Power series (Taylor polynomial and Taylor series)
- I.6 Fourier Series

II. Linear Differential Equations

- II.1 Annihilator, reduction of order and variation of parameters methods
- II.2 Systems of linear differential equations with constant parameters
- II.3 Laplace and Fourier transforms and applications

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

A capacidade de calcular a soma de uma série geométrica ou de uma série telescópica é o ponto de partida para a teoria geral das séries de números reais. Tal leva ao estudo dos critérios de convergência que, por sua vez, permitem o estudo da natureza da série. O estudo das séries de funções surge naturalmente após o das séries numéricas e será dado ênfase especial aos casos das séries de Taylor e de Fourier. A segunda parte da unidade curricular foca no importante capítulo das equações diferenciais lineares de ordem superior e a sua resolução por várias técnicas, das quais se destacam as recorrentes às transformadas de Laplace e Fourier.

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

The ability to compute the sum of a geometric or telescoping series is a starting point of the general theory of series of real numbers. This leads to the general criteria of convergence of series which, in turn, enables the study of the nature of the series. The study of the series of functions arises naturally after the numerical series and special emphasis will be given to the cases of the Taylor and Fourier series. The second part of the curricular unit focuses on the important chapter of higher order linear differential equations and their resolution by various techniques, such using the Laplace and Fourier transforms.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre é disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching in this course assumes two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching is mostly expository. During an example class teaching consists of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasized. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support will be available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

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

Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte teórico-prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.

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

During the theoretical part of classes the lecturer describes the theory underlying the applications, the required problem solving techniques and many concrete examples. During example parts of classes the student is encouraged to develop his/hers own skills in the fields of the theory and applications. It is this interplay between these two types of teaching that can promote acquisition of the syllabus and the attainment of the course objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] James Stewart, *Cálculo, volume II, tradução da 8ª edição norte-americana*, Cengage Learning, 2017.

[2] Dennis G. Zill, *Equações Diferenciais com Aplicações em Modelagem, tradução da 10ª edição norte-americana*, Cengage Learning, 2016.

[3] Edwin "Jed" Herman e Gilbert Strang (entre outros), *Calculus, volumes 2 e 3*, OpenStax, 2018. (Disponíveis online em: <https://openstax.org/details/books/calculus-volume-2>; <https://openstax.org/details/books/calculus-volume-3>)

[4] Gilbert Strang, *Calculus*, Wellesley-Cambridge Press, 1991. (Disponível online em: <https://ocw.mit.edu/resources/res-18-001-calculus-online-textbook-spring-2005/textbook/>)

[5] Elon Lages Lima, *Curso de Análise, volume 2, 11ª edição*, Projecto Euclides, IMPA, 2004.

Mapa IV - Álgebra Linear e Geometria Analítica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Álgebra Linear e Geometria Analítica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Linear Algebra and Analytic Geometry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

42:T; 28:TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

prevêem-se 2 turmas TP

4.4.1.7. Observations:

there will be 2 TP groups

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

Ana Paula Escada (42:T; 2(28:TP))*

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

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

O estudante aprovado nesta unidade curricular deverá ser capaz de:

1. Classificar e resolver sistemas usando o método de eliminação de Gauss e operações com matrizes;
2. Calcular determinantes de ordem 2 e 3 e desenvolver determinantes de qualquer ordem usando a fórmula de Laplace;
3. Analisar a invertibilidade de uma matriz através da característica ou do determinante;
4. Calcular inversas de matrizes de ordem 2 e 3 usando o algoritmo de Gauss-Jordan;
5. Determinar uma base e a dimensão de um subespaço de R^n e aplicar o processo de ortogonalização de Gram-Schmidt;
6. Aplicar o método dos mínimos quadrados para determinar soluções aproximadas de sistemas;
7. Calcular valores e vetores próprios e averiguar se uma matriz é diagonalizável;
8. Aplicar os conhecimentos adquiridos à resolução de problemas nas diversas áreas da ciência e da engenharia.

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

The student who successfully completes this course will be able to:

1. Solve and classify linear systems using Gauss elimination and matrix operations;
2. Compute 2 by 2 and 3 by 3 determinants and expand any determinant using the Laplace expansion;
3. Study the invertibility of a matrix using the rank or the determinant;
4. Compute the inverse of a matrix of order 2 or 3 using the Gauss-Jordan method;
5. Compute a basis and the dimension of a subspace in R^n and apply the Gram-Schmidt orthonormalisation process;
6. Use the method of least squares to determine approximate solutions of linear systems;
7. Compute eigenvalues and eigenvectors and determine whether a given matrix is diagonalisable;
8. Apply the acquired knowledge to solving problems in science and engineering.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Matrizes e Sistemas de Equações Lineares
2. Determinantes
3. Espaços Vetoriais e Transformações Lineares
4. Espaços Vetoriais com Produto Interno
5. Valores Próprios e Vetores Próprios. Diagonalização de Matrizes
6. Aplicações

4.4.5. Syllabus:

1. Matrices and Linear Systems
2. Determinants
3. Vector Spaces and Linear Transformations
4. Vector Spaces with an Inner Product
5. Eigenvalues and Eigenvectors. Matrix Diagonalisation
6. Applications

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

A disciplina inicia-se com uma introdução à teoria das matrizes e sistemas de equações lineares. O método de eliminação de Gauss, que reduz a matriz do sistema à forma em escada usando operações com matrizes, permite a classificação do sistema e a determinação do conjunto solução. A teoria elementar dos determinantes é relacionada com as noções de característica de uma matriz, sua invertibilidade e com a resolução de sistemas. Estes conteúdos são fundamentais para se atingirem os primeiros quatro objetivos, bem como o sétimo. Segue-se o estudo dos subespaços de R^n , das transformações lineares e do produto interno. Estes tópicos estão envolvidos no processo de ortogonalização de Gram-Schmidt e no método dos mínimos quadrados, que figuram nos objetivos quinto e sexto. Termina-se com a teoria da diagonalização de matrizes dando-se especial ênfase às aplicações que se enquadram no âmbito do ciclo de estudo a que a disciplina está associada.

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

The course starts with the introduction of matrices and linear systems. The Gaussian Elimination reduces the matrix of a linear system to row echelon form, using matrix operations, and enables the classification of the system and the computation of its solution set. The elementary theory of determinants is related to the notion of rank, invertibility of a matrix and to linear system solving. This part of the syllabus is essential to the achievement of the first four learning outcomes, as well as the seventh. The study of subspaces of R^n , linear transformations and inner products follows. These topics are involved in the Gram-Schmidt and least squares processes, of fifth and sixth learning outcomes. The course ends with the theory of diagonalisation of matrices. Special emphasis is given to applications related to the scientific area of the degree to which the course is associated.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são de tipo teórico e teórico-prático. Os métodos de ensino são predominantemente expositivos nas

componentes teóricas. Nas componentes práticas são resolvidos problemas sob a orientação do professor. Na exposição prevalece uma forte interação entre os conceitos e a sua aplicação concreta dando um papel central à visualização e à análise de situações particulares antes de proceder a uma abstração progressiva das noções a introduzir. Ao longo do semestre é disponibilizado apoio tutorial à resolução das tarefas propostas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching in this course assumes two formats: theoretical and example classes. During a theoretical class teaching is mostly expository. During an example class teaching consists of problem solving by the students under the guidance of the lecturer. A strong interaction between notions and their practical application is emphasised. In this task, the visualization and the analysis of concrete examples takes on a central role and prepares the way for the abstract definitions. Tutorial support is available to students to help them on the tasks assigned by the lecturers.

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

Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.

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

Na parte teórica das aulas, a teoria que alicerça as aplicações é explicada, são descritas as técnicas necessárias e são feitos exemplos concretos. Na parte prática o estudante é incentivado a desenvolver as suas próprias competências no domínio da teoria e das suas aplicações. É a ligação entre estes dois tipos de ensino que promove a aprendizagem dos conteúdos da unidade curricular e leva ao alcance dos seus objetivos.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- [1] Ana Paula SANTANA, João QUEIRO (2018). *Introdução à Álgebra Linear. Trajectos Ciência*, 10. Gradiva.
- [2] Chris RORRES, Howard ANTON (2019). *Elementary Linear Algebra: Applications Version*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 12ª ed.
- [3] Gilbert STRANG (2016). *Linear Algebra and its Applications*, San Diego: Harcourt Brace Jovanovich, 5ª ed.
- [4] David R. HILL e Bernard KOLMAN (2013). *Álgebra Linear com Aplicações*, Livros Téc. e Cient. Editora, 9ª ed.
- [5] Luís T. MAGALHÃES (1989). *Álgebra Linear como Introdução a Matemática Aplicada*. Texto Editora.

Mapa IV - Computadores e Programação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Computadores e Programação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computers and Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ENG

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

PL: 56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

prevêm-se 4 turmas PL

4.4.1.7. Observations:*there will be 4 PL groups***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Filipa Isabel Gouveia de Melo Borges Belo Soares 2*(PL: 56)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***António Carlos S Miguel Bento (PL:56), Pedro Almeida Vieira Alberto (PL: 56),prevêem-se 4 turmas PL / there will be 4 PL groups***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Objetivos de importância central:*

- *Conhecimento genérico do funcionamento de um computador e da representação de dados em formato digital.*
- *Capacidade de equacionar a resolução de um problema sobre a forma de um algoritmo.*
- *Conhecimento dos paradigmas da programação imperativa, funcional e por objetos.*
- *Capacidade operacional de programação numa linguagem de programação de muito alto nível (Python).*

Objetivos de importância secundária:

- *Capacidade para procurar e utilizar bibliografia e ferramentas de software adequadas usando a internet.*
- *Conhecimento operacional de algoritmos básicos de análise numérica aplicados a situações simples da física e da engenharia.*
- *Capacidade para realizar, em grupo, e de forma modular, pequenos projetos de software.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*Objectives of major importance:*

- *Acquire a general knowledge about the operation of a digital computer and about data representation.*
- *Learn to develop simple algorithms to solve given problems.*
- *Acquire a generic knowledge about the imperative, functional and object-oriented programming paradigms.*
- *Learn to use a very high level programming language (Python).*

Objectives of secondary importance:

- *Learn to search the internet for required bibliography and appropriate software tools.*
- *Acquire an operational knowledge about basic numerical analysis algorithms applied to typical physical systems and engineer problems.*
- *Learn to develop, with a team, small modular software projects.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Arquitetura (modelo de von Neumann) de um computador digital. Sistemas operativos.**Representação binária de números inteiros e reais, texto, imagens e som.**Introdução à linguagem Python.**A instrução de atribuição. Noção de ponteiro e “aliasing”.**Tipos numéricos: inteiros, inteiros longos, vírgula flutuante e complexos.**Booleanos.**Sequências (listas, tuplas e strings) e conjuntos. Iteração e fatiagem. Abstracções.**Dicionários.**Instruções de controlo de fluxo.**Funções. Espaço dos nomes e regras de alcance. Mecanismo de passagem e devolução de argumentos.**Programação imperativa e funcional.**Módulos. Ficheiros. Formatação. Redirecção dos canais de entrada/saída.**Exceções e estruturas de gestão.**Programação orientada por objetos. Classe e instanciação. Atributos e métodos. Herança, encapsulamento e polimorfismo. Sobrecarga de operadores. Introspeção e metaprogramação.**Recursão. Iteradores e geradores.**Métodos Numéricos básicos aplicados a problemas de Engenharia.***4.4.5. Syllabus:***The architecture (von Neumann model) of a digital computer. Operating systems.**Binary representation of integer and real numbers, text, images and sound.**Introduction to Python programming language.**The attribution instruction. The concept of pointer and aliasing.**Numeric types: integers, long integers, floating point, and complex.**Booleans.**Sequences (lists, tuples and strings) and sets. Iteration and slicing. List comprehension.*

Dictionaries.

Flow control instructions.

Functions. Namespaces and scope. Argument passing and return values mechanism.

Imperative and functional programming.

Modules. Files. Formatting. Input and output redirection.

Exceptions and handling instructions.

Object-oriented programming. Class and instantiation. Attributes and methods. Inheritance, encapsulation, and polymorphism. Operator overload. Introspection and metaprogramming.

Recursion. Iterators and generators.

Basic numerical methods applied to engineer problems.

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

Os objetivos relativos à aquisição de conhecimento (arquitetura do computador, representação de dados, paradigmas de programação) são diretamente alcançáveis através da exposição dos conteúdos programáticos definidos dada a sua equivalência quase literal.

Os objetivos relativos ao desenvolvimento de algoritmos simples e à aquisição de conhecimento sobre algoritmos básicos de análise numérica são alcançáveis através da seleção dos exercícios de programação propostos ao longo do curso.

A utilização da linguagem de programação de distribuição livre Python como ferramenta de exposição dos conceitos fundamentais permite alcançar os restantes objetivos na medida em que permite estimular a utilização da internet como fonte de informação e o trabalho em grupo formal ou informal.

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

The knowledge acquisition objectives (computer architecture, data representation, programming paradigms) are directly met through the exposition of the defined syllabus since they are almost literally equivalent.

The objectives related with the development of simple algorithms and the knowledge acquisition about basic numerical analysis algorithms are met through the selection of programming exercises to be solved during the course.

The use of a freely distributed programming language like Python as the tool to present the fundamental concepts offers the possibility to meet the other objectives since the use of the internet as a source of information is easily stimulated and the formal or informal collaborative work is also easily developed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino desta disciplina é prático, com grande ênfase na compreensão e desenvolvimento de algoritmos para problemas concretos, incluindo uma primeira abordagem a algumas ferramentas de análise numérica aplicada a problemas simples de física e de lógica.

As aulas comportam uma pequena exposição introdutória sobre aspetos formais da linguagem e no restante os alunos são desafiados a resolver interactivamente um conjunto de problemas utilizando a linguagem Python.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course is taught in a practical approach with a great emphasis on the understanding and development of algorithms for real problems, including a first approach to some numerical analysis methods applied to simple physical and engineering problems.

Each class may start with a short presentation of some formal aspects of the language after which the students are asked to solve a set of problems using Python interactively.

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

As aulas têm um carácter marcadamente prático e interativo e estão, por isso, perfeitamente alinhadas com os objetivos de aprendizagem. De facto, as aulas permitem a cada aluno aprender ao seu ritmo e a utilizar os recursos disponíveis na medida do desenvolvimento.

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

The classes are taught with a special focus in the programming practice, being very interactive and are, for that reason, perfectly aligned with the learning outcomes. In fact, the nature of the classes lets each student to set his learning pace and to use the available resources in accordance with his development stage.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *Documentação online do Python:*

- Homepage: <http://www.python.org>

- Tutorial: <http://docs.python.org/tutorial/introduction.html>

- Tutorial em português: <http://turing.com.br/pydoc/2.7/tutorial/introduction.html>

2. *Learning Python, 5th Edition, M. Lutz, D. Ascher, Ed. O'Reilly Media Inc, CA, 2013*

3. *How to think like a computer scientist, A. Downey, J. Elkner & C. Mayers, Green Tee Press, 2018*

4. *Numerical methods in engineering with Python*, J Kiusalaas, Cambridge University Press, 2014
 5. *Learning to Program with Python*, Richard L. Halterman,, Southern Adventist University, 2011

Mapa IV - Ondas e Ótica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular: *Ondas e Ótica*

4.4.1.1. Title of curricular unit: *Waves and Optics*

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere: *F*

4.4.1.3. Duração: *Semestral*

4.4.1.4. Horas de trabalho: *162*

4.4.1.5. Horas de contacto: *T: 42; PL: 28*

4.4.1.6. ECTS: *6*

4.4.1.7. Observações: *prevêem-se 6 turmas PL*

4.4.1.7. Observations: *there will be 6 PL groups*

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): *Francisco Paulo de Sá Campos Gil (T: 42; 3*(PL: 28))*

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular: *Vitali Iourievitch Tchepel 3*(PL: 28)*

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

Objetivos formativos:

- A- Estabelecer a teoria matricial para a análise de sistemas ópticos reais e compreender as limitações desses sistemas.*
- B- Estudar a propagação e interferência de ondas electromagnéticas em vários meios e analisar a polarização, a refração e a reflexão de ondas entre dois meios distintos.*
- C- Compreender as técnicas interferométricas e suas aplicações.*
- D- Saber como funcionam e para que servem as fibras ópticas, os lasers e os hologramas.*

Competências genéricas: Competência em análise e síntese; Competência em comunicação oral e escrita; Conhecimentos de informática relativos ao âmbito do estudo; Competência para resolver problemas; Competência em raciocínio crítico; Compromisso éticos; Adaptabilidade a novas situações; Criatividade; Preocupação com a qualidade; Competência em autocritica e auto-avaliação.

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

Training objectives:

- A- Establish matrix theory to analyze actual optical systems and understand the limitations of these systems.*
- B- Understand the propagation and interference of electromagnetic waves in various media and learn to analyze the polarization, the refraction and reflection of waves between two distinct media;*

C- Understand the interferometric techniques and their applications.

D- Learn the basics of fiber optics, lasers and holograms.

Generic skills: Competence in analysis and synthesis; Competence in oral and written communication; Computer skills related to the scope of the study; Competence to solve problems; Competence in critical reasoning; Ethical commitment; Adaptability to new situations; Creativity; Concern with quality; Competency in self-criticism and self-evaluation.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Óptica geométrica : lentes espessas; análise matricial de sistemas ópticos; teoria das aberrações de Seidel; análise computacional de sistemas ópticos.**
- 2. Ondas: ondas progressivas a 1, 2 e 3 dimensões; sobreposição de ondas; ondas estacionárias 2D e 3D; pacotes de ondas; velocidade de grupo.**
- 3. Ondas electromagnéticas: meios óticos dispersivos; polarização da luz; birrefringência; equações de Fresnel.**
- 4. Interferência e interferometria: filmes dieléctricos; interferência por reflexão múltipla; interferómetro de Michelson; Óptica de Fourier.**
- 5. Fibras ópticas, lasers e holografia : Análise do princípio físico e aplicações.**

4.4.5. Syllabus:

- 1. Geometrical Optics: thick lenses; matrix analysis of optical systems; the theory of Seidel aberrations ; computational analysis of optical systems.**
- 2. Waves: 1, 2 and 3D progressive waves ; superposition of waves; 2D and 3D standing waves; wave packets; group velocity.**
- 3. Electromagnetic waves: dispersive optical media; polarization of light; birefringence; Fresnel equations.**
- 4. Interference and Interferometry: dielectric films; interference by multiple reflection; Michelson interferometer; Fourier optics.**
- 5. Fiber optics, lasers and holography: analysis of the physical concept and applications.**

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: **Os conteúdos estão em linha com a generalidade das disciplinas de Ondas e Ótica de cursos de ciências e tecnologias das universidades nacionais e estrangeiras de referência.**

O ponto A dos objectivos é servido pelos pontos 1 e 3 dos conteúdos; o ponto B dos objectivos é servido pelos pontos 1, 2 e 3 dos conteúdos; o ponto C dos objectivos é servido pelos pontos 4 e 5 dos conteúdos;o ponto D dos objectivos é servido pelo ponto 5 dos conteúdos.

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

The contents are in line with most of the disciplines of Waves and Optics of scientific and technological courses in other Portuguese universities as well as in reputable foreign universities.

Point A of the objectives is served by points 1 and 3 of the syllabus; point B of the objectives is served by points 1, 2 and 3 of the syllabus; point C of the objectives is served by points 4 and 5 of the syllabus; point D of the objectives is served by point 5 of the syllabus.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- 1- Aulas teóricas com exposição dos conceitos e teorias fundamentais e discussão de aplicações práticas desses conceitos, incluindo a resolução de problemas exemplificativos da matéria leccionada;**
- 2- Aulas laboratoriais.**

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- 1- Lectures with exposure of concepts and fundamental theories, and discussion of practical applications of these concepts, including problem solving with typical examples of the subjects under study;**
- 2- Laboratory classes.**

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: **Os métodos são os habituais numa disciplina com os objetivos indicados.**

Os pontos 1 e 2 dos métodos de ensino servem os pontos A, B, C e D dos objectivos; o ponto 2 dos métodos de ensino servem também todas as competências genéricas propostas (não numeradas).

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

The methodologies are the usual ones in a course unit with the indicated objectives.

Point 1 and 2 of the teaching methodologies serves points A, B, C and D of the objectives; point 2 of the teaching methodologies also serves all points of general skills (not numbered).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *E. Hecht, "Óptica", Ed. C. Gulbenkian;*
2. *F. L. Pedrotti, L. S. Pedrotti, "Introduction to Optics", 1992;*
3. *M. Ferreira, "Óptica e Fotónica", Lidel, 2003;*
4. *A. P. French, "Vibrations and Waves"*
5. *"Física Experimental: uma introdução", C. Abreu et al.,*

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

Eletrónica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electronics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ENG

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 28; PL: 42

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

prevêem-se 8 turmas TP

4.4.1.7. Observations:

there will be 8 PL groups

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

José Paulo Pires Domingues (28T; 42PL)

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

António Miguel Morgado (42PL), António Carlos S Miguel Bento 3(42 PL), João Manuel Cardoso 3*(42PL); prevêem-se 8 turmas TP / there will be 8 PL groups*

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

- Perceber o funcionamento dos dispositivos electrónicos fundamentais (amplificadores operacionais, díodos, transístores bipolares e transístores MOS)

- *Desenvolver a capacidade para analisar e projectar circuitos electrónicos básicos*
- *Aplicar os teoremas dos circuitos lineares na compreensão e simplificação de circuitos electrónicos*
- *Compreender e utilizar os modelos básicos dos dispositivos semicondutores*
- *Utilização de ferramentas de modelação e simulação de circuitos*

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

Understand the operation of the fundamental electronic devices (operational amplifiers, diodes, bipolar transistors and MOS transistors)

- *Develop the skill for analyzing and designing basic electronic circuits*
- *Applying the theorems of linear circuits to understand and simplify electronic circuits*
- *To understand and use the basic models of semiconductor devices*
- *To use circuits models and simulation tools*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Teoremas dos circuitos lineares; sinais analógicos e digitais; espectro de frequência; modelos de amplificadores.*
2. *Amplificadores operacionais: modelo ideal; montagem inversora e não inversora; amplificador diferencial; integrador e diferenciador; amplificador não ideal.*
3. *Díodos: diodo ideal; curvas características; modelos; junção pn. Díodos zener. Circuitos rectificadores. Limitadores e restauração dc.*
4. *Transístores bipolares de junção (BJT): estrutura e funcionamento; curvas características; funcionamento como amplificador e como interruptor. Polarização. Modelos para sinais fracos. Amplificadores de andar único. Inversor digital BJT.*
5. *Transístores MOSFET: estrutura e funcionamento; curvas características; funcionamento como amplificador e como interruptor. Polarização. Modelos para sinais fracos. Amplificadores de andar único. Inversor digital CMOS.*
6. *Introdução à electrónica digital. Conversão analógico-digital e digital-analógica.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction: theorems of linear circuits; analog and digital signals; frequency spectrum; amplifier models.*
2. *Operational amplifiers: ideal operational amplifier; inverting and non-inverting configuration; differential amplifier; Integrator and differentiator; non-ideal amplifier.*
3. *Diodes: ideal diode; characteristic curves; models; the p-n junction. Zener diodes. Rectifier circuits. Clippers and dc restoration.*
4. *Bipolar Junction Transistors (BJT): structure and operation; characteristic curves; operation as amplifier and switch. Polarization. Models for small signals. Single stage amplifiers. Digital inverter BJT.*
5. *MOSFET Transistors: structure and operation; characteristic curves; operation as amplifier and switch. Polarization. Models for small signals. Single stage amplifiers. Digital CMOS inverter.*
6. *Introduction to digital electronics. Analog-to-digital and digital-to-analog conversion.*

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

Os conteúdos programáticos seguem uma estrutura típica de cursos básicos de Eletrónica, estrutura essa presente nas principais referências bibliográficas a nível global. A compreensão de circuitos eletrónicos, principalmente os que incorporam amplificadores operacionais, é um objetivo maior da unidade curricular, tal como os dispositivos básicos baseados em semicondutores (díodos e transístores) e, imediatamente a seguir, a ponte para os conversores analogico-digitais e digital-analógicos. A compreensão dos conceitos fundamentais associados ao conteúdo programático e sua aplicação prática na análise e implementação de circuitos configuram os objetivos da unidade curricular.

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

The syllabus follows a typical structure of basic electronics courses, which is present in the main bibliographic references globally. Understanding electronic circuits, especially those that incorporate operational amplifiers, is a major objective of the curricular unit, as are basic semiconductor-based devices (diodes and transistors) and, immediately after, the bridge for analog-to-digital and digital-to-analog converters. The understanding of the fundamental concepts associated with the syllabus and its practical application in the analysis and implementation of circuits configure the objectives of the course.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas expositivas complementadas com aulas laboratoriais e de simulação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Expository theoretical lectures supplemented with laboratory and simulation classes.

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

As metodologias de ensino incorporam elementos de ensino teórico, resolução de exercícios e análise detalhada de exemplos de aplicação, prática-laboratorial e simulação coerentes com o enunciado dos objetivos. Uma parte significativa das horas de contacto é dedicada a atividades laboratoriais em bancada com trabalhos executados pelos alunos sob a supervisão dos docentes. Os alunos têm assim a oportunidade de contacto com componentes, dispositivos, métodos de montagem de circuitos e aparelhos e equipamentos de medida, fundamentais para a sua formação.

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

The teaching methodologies incorporate elements of theoretical teaching, resolution of exercises and detailed analysis of application examples, laboratory practice and simulation consistent with the statement of objectives. A significant part of the contact hours is dedicated to laboratory activities on a bench with work performed by students under the supervision of teachers. Thus, students have the opportunity to get in touch with components, devices, methods of assembling circuits, instruments of measurement and other equipment, essential for their training.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Microelectronic Circuits, Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith, Oxford University Press, 5th, 6th and 7th ed.

Princípios de Electrónica, Albert P. Malvino, McGraw-Hill, 6ª to 8th ed.

Eletrónica - Uma visão de projeto, Pedro Guedes de Oliveira, Dinis Magalhães Santos, 2005

Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits, Anant Agarwal and Jeffrey Lang, 2005

Mapa IV - Técnicas Laboratoriais de Física

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Técnicas Laboratoriais de Física

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Laboratory Techniques in Physics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 14; PL: 42

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

prevêem-se 6 turmas PL

4.4.1.7. Observations:

prevêem-se 6 turmas PL

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

Joaquim Marques Ferreira dos Santos (T:14; 2(PL:42))*

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

Paulo Jorge Baeta Mendes (2(PL:42)), Décio Ruivo Martins (2*(PL:42)); prevêem-se 6 turmas PL / there will be 6 PL groups*

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

- 1. Aquisição de conceitos básicos relativos à análise de dados de medidas directas e indirectas de grandezas: métodos para adopção das melhores estimativas para os valores das grandezas medidas e para parâmetros de correlação funcional entre várias grandezas; bases do método de ajuste por minimização do qui-quadrado.**
- 2. Desenvolvimento de competências experimentais e laboratoriais relativas à realização de medidas com diversos instrumentos e obtenção de estimativas para as grandezas medidas, com relevância para a identificação das características dos instrumentos e as origens de erros sistemáticos e aleatórios.**
Além daquelas competências de importância central, a disciplina deve ainda desenvolver as seguintes competências de importância secundária:
- 3. Organização e método de trabalho.**
- 4. Comunicação científica, através da redacção de relatórios escritos.**
- 5. Utilização de meios informáticos para tratamento básico de dados em folha de cálculo.**

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

- 1. Acquisition of basic concepts in data analysis of direct and indirect measurements: methods for estimating the best values associated to the data, as well as of the functional correlations. Least-squares fit by minimization of chi-squared.**
- 2. Development of experimental and laboratory competences related to the measurements with several instruments and estimating the best values, with special emphasis on the identification of the characteristics of the instruments and the origin of systematic and random errors.**

The following secondary competences are also aimed at:

- 3. Organization and work method;**
- 4. Scientific communication, through written reports;**
- 5. Use of computing means for the basic analysis of experimental data;**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Verdadeiro valor de uma grandeza. Erros em medidas. Propagação de erros. Distribuições de probabilidade.**
- 2. O princípio de mínimos quadrados e o princípio de máxima probabilidade.**
Adopção da melhor estimativa para o verdadeiro valor de uma grandeza. Intervalos de confiança.
- 3. Noções gerais sobre ajuste de curvas a resultados experimentais. Ajuste de rectas.**
- 4. Avaliação da qualidade de um ajustamento. O teste do qui-quadrado. Qui-quadrado normalizado.**
- 5. Algumas noções de instrumentação básica: multímetros, osciloscópio, etc.**
- 6. Realização de trabalhos experimentais de medidas directas e indirectas de grandezas físicas.**

4.4.5. Syllabus:

- 1. True value. Errors in measurements. Error propagation. Probability distributions.**
- 2. Least-squares principle and maximum-probability principle.**
- 3. Best estimate of the true value. Confidence intervals.**
- 4. General notions of curve fitting to experimental data. Linear fitting. Evaluation of the quality of the fit. The chi-squared test and the normalized chi-squared.**
- 5. Notions on basic instrumentation: multimeters, oscilloscope, etc.**
- 6. Execution of laboratory works for direct and indirect measurements.**

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

- Os pontos 1 a 4 do programa servem o ponto 1 dos objectivos.*
Os pontos 5 e 6 do programa servem o ponto 2 dos objectivos.
O ponto 6 do programa serve os pontos 3 e 4 dos objectivos.
Os pontos 1 a 4 e 6 do programa servem o ponto 5 dos objectivos.

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

- Points 1 to 4 of the syllabus serve point 1 of the objectives.*
Points 5 and 6 of the syllabus serve point 2 of the objectives.
Point 6 of the syllabus serve points 3 and 4 of the objectives.
Points 1 to 4 and 6 of the syllabus serve point 5 of the objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- 1. Exposição dos tópicos da matéria teórica.**
- 2. Realização supervisionada de trabalhos práticos previamente preparados, em grupos constituídos de acordo com um sistema rotativo. A última hora de aula deve ser dedicada à análise e discussão dos resultados obtidos. Os dados são registados e analisados num logbook individual.**
- 3. Cada grupo elabora, depois da aula e de discutir o trabalho com o professor, relatórios sobre trabalhos seleccionados que incluirá uma introdução de correlação com a matéria teórica e a apresentação dos resultados em**

gráficos e tabelas e a respectiva análise e discussão.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- 1. Data analysis methods are taught in the theoretical lessons.*
- 2. In the laboratory classes students execute, under supervision of the professor, laboratory works previously prepared, in groups constituted in a rotation basis. The last hour of the class is dedicated to data analysis and discussion of results. Data are recorded and analysed in an individual logbook.*
- 3. Afterwards each group writes a report on some works, including an introduction with the necessary theoretical basis and the presentation of the results in graphs and tables, jointlywith the corresponding analysis and discussion*

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

- O ponto 1 das metodologias de ensino serve o ponto 1 dos objectivos.*
O ponto 2 das metodologias de ensino serve os pontos 2 e 3 dos objectivos.
O ponto 3 das metodologias de ensino serve os pontos 4 e 5 dos objectivos.

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

- Point 1 of the teaching methodologies serves point 1 of the learning outcomes.*
Point 2 of the teaching methodologies serves points 2 and 3 of the learning outcomes.
Point 3 of the teaching methodologies serves points 4 and 5 of the learning outcomes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- [1] Liliana Ferreira, Introdução à análise e tratamento de dados experimentais, Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 2012.*
- [2] John R. Taylor, An Introduction to Error Analysis (2nd ed.), University Science Books, California, 1997.*
- [3] I.G. Hughes and T.P.A. Hase, Measurements and their uncertainties, Oxford Univ. Press, 2010.*
- [4] Philip R. Bevington & Keith Robinson, Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences (3rd ed.), McGraw-Hill, New York, 2003.*
- [5] Gordon L. Squires, Practical Physics (4th ed.), Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2001.*

Mapa IV - Física I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physics I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 28; TP: 28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

prevêem-se 2 turmas TP

4.4.1.7. Observations:

there will be 2 TP groups

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**João Manuel de Sá Campos Gil (T: 28; 2*(TP: 28))****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****prevêem-se 2 turmas TP / there will be 2 TP groups****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Reconhecer e utilizar conceitos da Física, estimulando a sua ligação ao estudo dos sistemas com interesse em Eng. Biomédica (EB). Analisar, sintetizar e processar informação.***

- ***Utilizar metodologias e técnicas adequadas em Física, aplicando-as em situações e sistemas com interesse para EB.***
- ***Reconhecer a importância da física na interpretação e explicação de fenómenos da área da EB, da ciência e da tecnologia.***
- ***Preparar, processar, interpretar e comunicar informação física, utilizando fontes bibliográficas, discurso adequado e as ferramentas apropriadas.***

Competências genéricas a atingir:

- . ***Competência em análise e síntese;***
- . ***Competência para resolver problemas;***
- . ***Competência em raciocínio crítico;***
- . ***Competência em aprendizagem autónoma;***
- . ***Ambição profissional;***
- . ***Competência em organização e planificação;***
- . ***Competência em comunicação oral e escrita;***
- . ***Competência em gestão da informação;***
- . ***Adaptabilidade a novas situações;***
- . ***Criatividade;***

(por ordem decrescente de importância)**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****Recognize and use basic concepts of physics, and its connection to the study of systems of interest to Biomedical Engineering (BE). Analyse, synthesize and process information.***

- ***Know how to use physics methodologies and techniques, applying them in situations of interest to BE.***
- ***Recognize the importance of physics in the interpretation and explanation of phenomena in the area of BE, science and technology.***
- ***Prepare, process, interpret and communicate physical information, using relevant bibliographical sources, an appropriate speech and the right tools in classroom.***

Generic skills to achieve

- . ***Competence in analysis and synthesis;***
- . ***Competence to solve problems;***
- . ***Competence in critical thinking;***
- . ***Competence in autonomous learning;***
- . ***Professional ambition;***
- . ***Competence in organization and planning;***
- . ***Competence in oral and written communication;***
- . ***Competence in information management;***
- . ***Adaptability to new situations;***
- . ***Creativity;***

(in decreasing order of importance)**4.4.5. Conteúdos programáticos:****MECÂNICA DA PARTÍCULA E DE SISTEMAS:****Leis de Newton****Forças de atrito****Forças conservativas e energia potencial****Conservação da energia mecânica****Conservação da energia na presença de forças não conservativas****Conservação do momento linear e do momento angular****MECÂNICA DOS FLUIDOS****Princípios fundamentais de hidrostática****Dinâmica de fluidos não viscosos. Equação de Bernoulli - aplicações****Fluidos viscosos: viscosidade, fluidos não newtonianos, fluxo laminar e turbulento, número de Reynolds, força de resistência em fluidos viscosos, equação de Poiseuille - aplicações, lei de Stokes - aplicações**

FENÓMENOS DE SUPERFÍCIE*Tensão superficial de um líquido, superfícies curvas nas interfaces líquido-ar**Energia de coesão e energia de adesão**Superfície de separação entre líquidos não miscíveis**Capilaridade**Camadas monomoleculares**Tensões de contacto líquido sólido***OSCILAÇÕES***Movimento harmónico simples (MHS)**Sobreposição de dois MHS**Oscilações amortecidas, forçadas, ressonâncias.***4.4.5. Syllabus:****MECHANICS OF PARTICLES AND SYSTEMS:***Newton Laws**Friction forces**Conservative forces and potential energy**Conservation of mechanical energy**Energy conservations in the presence of non-conservative forces**Linear and angular momentum conservation***FLUID MECHANICS***Fundamental principles of hydrostatics**Dynamics of non-viscous fluids. Bernoulli equation - applications**Viscous fluids: viscosity, non-newtonian fluids, laminar and turbulent flow, Reynolds' number, friction in viscous fluids, Poiseuille equation - applications, Stokes' law - applications***SURFACE FENOMENA***Surface tension in a liquid, and curved surfaces in the liquid-air interfaces**Cohesive and adhesion energies**Separation surfaces between non miscible liquids**Capilarity**Molecular monolayers**Contact tensions solid liquid***OSCILLATIONS***Simple harmonic oscillator (SHO)**Superposition of two SHO**Damped and forced oscillations and resonances***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os conteúdos estão em linha com a generalidade das disciplinas de Física Geral I de cursos de ciências e tecnologias das universidades nacionais e estrangeiras de referência.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The contents are in line with most of the disciplines of General Physics I of scientific and technological courses in other Portuguese universities as well as in reputable foreign universities.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Ensino expositivo com referências constantes aos sistemas físicos cuja descrição mais possa interessar aos alunos de engenharia biomédica. Será enfatizada a referência a situações do dia a dia que podem ser explicadas recorrendo aos conceitos da física que se aprendem na disciplina. Procurar-se-á desta forma ilustrar a utilidade e a importância da física como disciplina estruturante em cursos de ciências e de tecnologias.***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***Conventional lectures with constant references to physical systems whose description might grab the attention of biomedical engineering students. We emphasize everyday situations that can be explained using the physical concepts included in the syllabus. In this way we try to illustrate the usefulness and the importance of physics as a structural discipline in scientific and technological courses.***4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os métodos são os habituais numa disciplina com os objetivos indicados.*

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

The methodologies are the usual ones in a course unit with the indicated objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Apontamentos do professor.*
- *Raymond A. Serway, John W. Jewett, Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, 10th edition, Brooks Cole.*
- *Doug Giancoli, Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Pearson Education Limited; 4th edition (2013).*
- *Hugh D. Young, Roger A. Freedman, University Physics with Modern Physics 14th Edition, Pearson, 2017.*

Mapa IV - Física II**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Física II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physics II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 28; TP: 42

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

prevêem-se 2 turmas TP

4.4.1.7. Observations:

there will be 2 TP groups

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

João Manuel de Sá Campos Gil (T: 28)

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

Paulo Alexandre Vieira Crespo (2(TP: 42)); prevêem-se 2 turmas TP / there will be 2 TP groups*

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

Reconhecer e utilizar conceitos da Física, estimulando a sua ligação ao estudo dos sistemas com interesse em Eng. Biomédica (EB). Analisar, sintetizar e processar informação.

- *Utilizar metodologias e técnicas adequadas em Física, aplicando-as em situações e sistemas com interesse para EB.*
- *Reconhecer a importância da física na interpretação e explicação de fenómenos da área da EB, da ciência e da tecnologia.*

- Preparar, processar, interpretar e comunicar informação física, utilizando fontes bibliográficas, discurso adequado e as ferramentas apropriadas.

Competências genéricas a atingir

- . *Competência em análise e síntese;*

- . *Competência para resolver problemas;*
 - . *Competência em raciocínio crítico;*
 - . *Competência em aprendizagem autónoma;*
 - . *Ambição profissional;*
 - . *Competência em organização e planificação;*
 - . *Competência em comunicação oral e escrita;*
 - . *Competência em gestão da informação;*
 - . *Adaptabilidade a novas situações;*
 - . *Criatividade;*
- (por ordem decrescente de importância)*

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

- *Recognize and use basic concepts of physics, and its connection to the study of systems of interest to Biomedical Engineering (BE). Analyse, synthesize and process information.*
- *Know how to use physics methodologies and techniques, applying them in situations of interest to BE.*
- *Recognize the importance of physics in the interpretation and explanation of phenomena in the area of BE, science and technology.*
- *Prepare, process, interpret and communicate physical information, using bibliographical sources relevant, an appropriate speech and the right tools in classroom.*

Generic skills to achieve

- . *Competence in analysis and synthesis;*
 - . *Competence to solve problems;*
 - . *Competence in critical thinking;*
 - . *Competence in autonomous learning;*
 - . *Professional ambition;*
 - . *Competency in organization and planning;*
 - . *Competence in oral and written communication;*
 - . *Competence in information management;*
 - . *Adaptability to new situations;*
 - . *creativity;*
- (in descending order of importance)*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

ONDAS

Ondas progressivas. Ondas transversais e longitudinais.

Reflexão, refração e absorção. Ondas estacionárias.

Princípio de Huygens. Difração por uma fenda. Interferência e experiência de Young.

Ondas sonoras; ultra-sons.

Efeito Doppler.

ELECTROMAGNETISMO

Carga eléctrica e lei de Coulomb.

Campo eléctrico e potencial eléctrico.

Condutores, isoladores e dieléctricos.

Corrente eléctrica, lei de Ohm e circuitos de corrente contínua.

Condensadores e circuitos RC.

Bioelectricidade: fenómenos eléctricos nas células; resistência e capacidade membranares.

Campo magnético. Indução electromagnética.

Indutores e circuitos RLC.

ÓPTICA

Princípios e leis da óptica geométrica

Espelhos e lentes ideais

Aberrações

Natureza ondulatória da luz: espectro electromagnético

Interferência, difração e polarização

Lasers: noções básicas

FÍSICA MODERNA

Radiação do corpo negro.

Efeito fotoeléctrico.

Dualidade partícula-onda.

Spin.

Introdução à Física Nuclear.

4.4.5. Syllabus:

WAVES

Progressive waves. Transverse and longitudinal waves.

Reflection, refraction and absorption. Stationary waves.

Huygens principle. Diffraction by a slit. Interference and Young's experiment.

Sound waves, ultrasound.

Doppler effect.

ELECTROMAGNETISM

Electric charge and Coulomb's law.

Electric field and electric potential.

Conductors, insulators and dielectrics.

Electric current, Ohm's law and DC circuits.

Capacitors and RC circuits.

Bioelectricity: electrical phenomena in cells, membrane resistance and capacity.

Magnetic field. Electromagnetic induction.

Inductors and RLC circuits.

OPTICS

Principles and laws of geometrical optics

Ideal mirrors and lenses

Aberrations

Wave nature of light: electromagnetic spectrum

Interference, diffraction and polarization

Lasers: The basics

MODERN PHYSICS

Black body radiation

Photoelectric effect

Wave-particle duality

Spin

Introduction to Nuclear Physics

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos estão em linha com a generalidade das disciplinas de Física Geral II de cursos de ciências e tecnologias das universidades nacionais e estrangeiras de referência.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The contents are in line with most of the disciplines of General Physics II of scientific and technological courses in other Portuguese universities as well as in reputable foreign universities.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Ensino expositivo com referências constantes aos sistemas físicos cuja descrição mais possa interessar aos alunos de engenharia biomédica. Será enfatizada a referência a situações do dia a dia que podem ser explicadas recorrendo aos conceitos da física que se aprendem na disciplina. Procurar-se-á desta forma ilustrar a utilidade e a importância da física como disciplina estruturante em cursos de ciências e de tecnologias.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
Conventional lectures with constant references to physical systems whose description might grab the attention of biomedical engineering students. We emphasize everyday situations that can be explained using the physical concepts included in the syllabus. In this way we try to illustrate the usefulness and the importance of physics as a structural discipline in scientific and technological courses.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os métodos são os habituais numa disciplina com os objetivos indicados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The methodologies are the usual ones in a course unit with the indicated objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
- *Apontamentos do professor.*
- *Raymond A. Serway, John W. Jewett, Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, 10th edition, Brooks*

Cole.

- **Doug Giancoli, *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*, Pearson Education Limited; 4th edition (2013).**

- **Hugh D. Young, Roger A. Freedman, *University Physics with Modern Physics 14th Edition*, Pearson, 2017.**

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:

ENGBIOM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 42; TP: 20 PL: 8

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):

Manuel Joaquim Baptista Fiolhais (T: 42; TP: 20; PL: 8)

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):

- ***Aplicar as leis de conservação da mecânica a alguns problemas de biomecânica.***
- ***Determinar as forças exercidas nas diferentes articulações do corpo humano.***
- ***Caracterizar diferentes materiais pelo seu desempenho em testes sob tracção.***
- ***Determinar deformações e tensões de cedência em materiais sujeitos a vários tipos de forças.***
- ***Resolver problemas de fluidos compressíveis e incompressíveis em equilíbrio.***
- ***Conhecer alguns modelos de visco-elasticidade.***

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

- ***To apply the conservation laws of classical mechanics to problems of biomechanics.***
- ***To determine the forces exerted in different joints of the human body.***
- ***To characterize different materials based on respective uni-axial stress-strain diagram.***
- ***To calculate yielding strains and stresses in materials under different types of forces.***
- ***To solve problems with compressible and incompressible fluids at rest.***
- ***To know a number of models in visco-elasticity.***

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Consequências das leis de Newton e leis de conservação. Aplicações: centro de massa de uma pessoa, o balistocardiograma.

Estática: estabilidade de estruturas em biomedicina.

Tópicos de dinâmica de rotação: ângulos de Euler e matriz de rotação.

Meios deformáveis: conceitos gerais; tensor das deformações; condições de compatibilidade; tensor das tensões; condição de equilíbrio estático; energia da deformação; lei generalizada de Hooke; materiais isotrópicos e isotrópicos bidimensionais, círculo de Mohr; materiais monotrópicos e ortotrópicos; critérios de cedência e rotura; fadiga; aplicações em biomedicina de compressão/tração, torção/flexão.

Equações constitutivas para fluidos: fluidos incompressíveis e compressíveis em equilíbrio, a equação de Euler, fluidos com viscosidade, equação de Navier-Stokes.

Viscoelasticidade: materiais isotrópicos com comportamento visco-elástico linear: modelo de Kelvin-Voigt e standard.

4.4.5. Syllabus:

Consequences of Newton's laws conservation laws. Applications: determination of the center of mass of an individual, the ballistocardiogram.

Statics: stability of structures in problems of biomedicine.

Topics of rotation dynamics: Euler angles and rotation matrix.

Deformable media: general concepts; deformation tensor; compatibility conditions; stress tensor; static equilibrium conditions; energy of deformation; Hooke's generalized law; isotropic materials; bidimensional isotropic materials; the Mohr's circle; monotropic and orthotropic materials; yield and rupture criteria; fatigue; applications to problems in biomedicine involving traction, torsion and flexion.

Constitutive equations of fluids: incompressible and compressible fluids at rest, Euler's equation; viscous fluids, Navier-Stokes equation.

Viscoelasticity: isotropic materials with linear visco-elastic behaviour: Kelvin-Voigt, Maxwell and standard models.

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

Os conteúdos programáticos correspondem aos que constam das unidades curriculares equivalentes de outras Universidades portuguesas e das Universidades europeias e fora da Europa reconhecidas pela sua reputação e melhores práticas. Esses conteúdos programáticos estão totalmente em linha com os objetivos da disciplina (vide pontos 19. e 20. acima) e das competências a serem adquiridos pelos alunos na unidade curricular. Presende-se que o licenciado em Engenharia Biomédica adquira uma formação robusta numa área da mecânica avançada que será certamente necessária na sua futura atividade profissional.

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

The contents of the syllabus correspond to those contained in the equivalent curricular units of other Portuguese Universities and also European and non-European Universities recognized for their reputation and best practices. These contents are fully in line with the objectives of the discipline (see points 19. and 20. above) and the skills to be acquired by students in the course. It is expected that the graduate in Biomedical Engineering acquire a robust training in an area of advanced mechanics that will certainly be necessary in his future professional activity.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação dos diferentes tópicos ilustrados com aplicações práticas.

Os alunos deverão resolver problemas autonomamente. Haverá exemplos práticos relacionados com os tópicos leccionados.

Sempre que necessário haverá uma breve introdução das técnicas matemáticas necessárias à compreensão dos temas e resolução dos problemas físicos: tensores cartesianos, integrais múltiplos, operadores diferenciais.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentation of the different topics with illustrative practical applications.

The students should solve problems autonomously. Practical examples related to presented topics will be addressed.

Whenever necessary there will be a short overview of the mathematical tools involved in the comprehension of presented topics or problem solving: cartesian tensors, multiple integrals, differential operators.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As metodologias de ensino não só são coerentes com os objetivos da unidade curricular como os permitem alcançar com eficácia. São, de resto, metodologias semelhantes às de outras universidades de referência. O treino na resolução de problemas e o recurso a simulações computacionais estão na linha da frente das metodologias e visam dotar o futuro licenciado de uma sólida formação na área da mecânica avançada.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodologies are not only coherent with the objectives of the curricular unit, but also allow them to be achieved effectively. They are, moreover, methodologies similar to those of other leading universities. Training in problem solving and the use of computer simulations are at the forefront of methodologies and aim to endow the future graduate with solid education in the field of advanced mechanics.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

V. Dias da Silva, Mecânica e Resistência dos Materiais, Edições Zuari, 2004.

C. Providência e C. Sousa, Apontamentos de Biomecânica, 2007.

Y. C. Fung, A first course in continuum mechanics: for physical and biological engineers and scientists, 1994.

J. J. Pedroso de Lima, Biofísica Médica, 2003.

N. Ozkaya e M. Nordin, Fundamentals of biomechanics: equilibrium, motion and deformation, Springer, 1999.

George B. Benedek, Felix M. H. Villars, Physics : with illustrative examples from medicine and biology, vol. 1 : mechanics, Springer, 2000.

B. Bhatia e R. N. Singh, Mechanics of deformable media, IOP, 1986.

F. M. F. Simões, Introdução à Mecânica dos Meios Contínuos, IST Press, Lisboa 2017.

Mapa IV - Termodinâmica e Processos de Transferência

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Termodinâmica e Processos de Transferência

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Thermodynamics and Transfer Processes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 42; TP: 24; PL: 4

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Prevêem-se 2 turmas TP e PL

4.4.1.7. Observations:

there will be 2 TP and PL groups

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

Maria Alexandra Albuquerque Faria Pais (T: 21; TP: 24; PL: 4)

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

João Carlos Lopes Carvalho (T: 21, TP: 24, PL: 4)

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

Aquisição de conceitos básicos de termodinâmica e de processos de transferência e de transporte de calor e de massa relevantes para a sua aplicação à compreensão dos mecanismos envolvendo sistemas biológicos e de problemas biomédicos relacionados com esses processos.

Capacidade para procurar e utilizar bibliografia, organizando um conjunto consistente de informações relativas à área referida.

Capacidade para resolver problemas, incluindo o desenvolvimento de competências matemáticas adequadas a esse fim.

Capacidade para executar e interpretar resultados de experiências laboratoriais simples relacionadas com o conteúdo da disciplina.

Competência em gestão da informação

Competência em raciocínio crítico

Competência em aplicar na prática os conhecimentos teóricos

Competência para resolver problemas

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

Learning basic concepts of thermodynamics and of heat and mass transfer and transport processes relevant to understand their applications to mechanisms involving biological systems and to biomedical problems related to these processes.

Skills in the use and search of bibliography to organize a set of information related to the studied areas.

Skills in problems solving, including mathematical skills needed for the purpose.

Laboratory skills through the conduction and interpretation of results of simple experiments related to the studied subjects.

Competence in information management

Competence in critical reasoning

Competence in practical application of theoretical knowledge

Competence on problem solving

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I – Princípios da Termodinâmica:

1. Noções básicas.

2. Primeira lei, coeficientes térmicos e capacidades térmicas, transições de fase.

3. Segunda lei, máquinas térmicas, entropia, potenciais termodinâmicos e condições de equilíbrio.

4. Terceira lei.

II – Transferência de Energia Térmica:

1. Introdução geral aos processos de transferência: definições básicas, balanço e equação geral de fluxos; mecanismos de transferência de calor.

2. Condução de calor: lei de Fourier e balanço de fluxos, geração de calor, estado não estacionário.

3. Convecção: forçada e natural; coeficientes de transferência de calor por convecção.

4. Permutadores de calor: tipos de permutador, calor transferido entre fluidos num permutador.

5. Radiação: corpo negro, corpo cinzento, factor de forma, calor transferido entre dois corpos.

III – Transferência de Massa:

1. Fundamentos da difusão de gases e líquidos.

2. Coeficientes de transferência de massa.

3. Transferência simultânea de massa e calor.

4.4.5. Syllabus:

I – Principles of thermodynamics:

1. Basic concepts.

2. First law, thermal coefficients and heat capacities, phase transitions.

3. Second law, heat engines, entropy, thermodynamic potentials and equilibrium conditions.

4. Third law.

II – Thermal Energy Transfer:

1. General introduction to the transfer processes: basic definitions, general flow balance equation; heat transfer mechanisms.

2. Heat conduction: Fourier law and flow balance; heat generation; non-steady state.

3. Natural and forced convection; convection coefficients.

4. Heat exchangers: types of exchangers; heat transfer between fluids.

5. Radiation: black body, gray body, shape factor, heat transfer between two bodies.

III – Mass transfer:

- 1. Fundamentals of diffusion in gases and liquids.**
- 2. Mass transfer coefficients.**
- 3. Simultaneous heat and mass transfer.**

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
A base de termodinâmica é essencial à compreensão dos mecanismos de transferência de calor. São explorados os conceitos básicos dos três mecanismos de transferência de calor e da transferência de massa ou simultânea de massa e calor. São apresentados exemplos de aplicações à biologia e à engenharia biomédica. Os estudantes são encorajados a extrair e organizar a informação relevante da bibliografia recomendada e de outra existente nas bibliotecas da UC.

As aulas teórico-práticas promovem a autonomia na resolução de problemas, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos conceitos básicos. É fornecida uma lista de problemas para cada capítulo.

As experiências laboratoriais, relacionadas com o primeiro capítulo, trazem uma percepção ainda mais realista sobre os conceitos da termodinâmica, além de desenvolverem as capacidades operacionais em laboratório e permitirem a utilização em situações concretas de ferramentas básicas de análise de dados.

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

A basis of thermodynamics is essential for the understanding of the mechanisms of heat transfer. The three mechanisms of heat transfer, mass transfer and simultaneous heat and mass transfer processes are exploited in their basic concepts. Some examples of applications in biology or biomedical engineering are presented throughout the course. The students are encouraged to extract and organize the relevant information from the recommended and other bibliography existing in the UC libraries.

Practical classes promote autonomy in problems solving, allowing a closer understanding of the basic concepts. A list of problems is given for each chapter.

The laboratory experiments are related to the first chapter and bring an even closer attention to a number of basic relations in thermodynamics. Experimental skills and basic data analysis methodologies are developed.

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

Aulas teóricas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos, princípios e teorias fundamentais.

Aulas teórico-práticas, em que se pretende desenvolver a autonomia dos alunos na resolução de exercícios de aplicação prática, que exijam a conjugação de conceitos teóricos distintos e promovam o raciocínio crítico face a problemas mais complexos.

Realização de trabalhos de laboratório relacionados com os tópicos lecionados no primeiro capítulo, com a elaboração de relatórios focados na análise e interpretação de resultados.

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

Theoretical classes with detailed presentation, using audiovisual means, of the concepts, principles and fundamental theories.

Theoretical-practical classes where the students are encouraged to solve practical problems and exercises that require the combination of different theoretical concepts and promote critical reasoning in the presence of more complex problems.

Conduction of laboratory experiments related to the topics of the first chapter. The students write reports focussed on the analysis and interpretation of results.

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

Nas aulas teóricas apresentam-se e discutem-se detalhadamente os princípios e teorias fundamentais do programa, desenvolvendo algumas demonstrações relevantes. Focam-se os conceitos básicos em revisões globais, correlacionando-os entre si. Os alunos são incentivados a definir questões e organizar as respectivas respostas focadas nos conceitos básicos.

Nas aulas teórico-práticas promove-se a resolução autónoma de exercícios de aplicação prática. O trabalho é iniciado com a orientação do docente, mas espera-se que os alunos desenvolvam a capacidade de resolver todos os problemas pelos seus próprios meios, o que exige a conjugação de conceitos teóricos distintos e promove o raciocínio crítico face a problemas mais complexos.

As experiências laboratoriais trazem uma percepção ainda mais realista sobre os conceitos da termodinâmica, além de desenvolverem as capacidades operacionais em laboratório e permitirem a utilização em situações concretas de ferramentas básicas de análise de dados.

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

The fundamental principles and theories are presented and discussed in the theoretical classes, including some relevant demonstrations. The basic concepts and their relations are focussed in global revisions. The students are encouraged to formulate questions and organize the respective answers focussed on the basic concepts.

In the theoretical-practical classes the students are encouraged to solve practical problems and exercises in an autonomous way. The teacher leads them into the effort of being able to solve all proposed problems. This requires the combination of different theoretical concepts and promotes critical reasoning in the presence of more complex and new problems.

The laboratory experiments clarify some of the concepts of thermodynamics and develop experimental skills. Moreover, they constitute a good occasion of using basic data analysis tools in real situations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

+ Mark W. Zemansky, Richard H. Dittman, *Calor e Termodinâmica (Heat and Thermodynamics)*, McGraw-Hill.

+ C. B. P. Finn, *Thermal Physics*, 2nd ed., Stanley Thornes, 1993

+ Arthur T. Johnson, *Biological Process Engineering: An Analogical Approach to Fluid Flow, Heat Transfer, and Mass Transfer Applied to Biological Systems*, John Wiley Sons, 1999.

+ Yunus A. Çengel e Michael A. Boles, *Thermodynamics, an Engineering Approach*, 3rd ed., New York : McGraw-Hill, 1998

+ Yunus A. Çengel e Michael A. Boles, *Termodinâmica*; trad. Eurico Rodrigues, 2001

+ Ashim K. Datta, *Biological and bioenvironmental heat and mass transfer*, New York : Marcel Dekker, 2002

+ Yunus A. Çengel e Afshin J. Ghajar, *Transferência de Calor e Massa, uma abordagem prática*, 4ªed., 2012

Mapa IV - Eletromagnetismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletromagnetismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electromagnetism

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 42; TP: 18; PL: 10

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

prevêem-se 4 turmas TP e PL

4.4.1.7. Observations:

there will be 4 TP and PL groups

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

Pedro Almeida Vieira Alberto (T: 42; TP: 18; PL: 10)

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

Maria Benilde Faria de Oliveira e Costa (TP: 18, PL: 10), Filipa Isabel Gouveia de Melo Borges Belo Soares (TP: 18, PL: 10), Rui Davide Martins Travasso (TP: 18, PL: 10); prevêem-se 4 turmas TP e PL / there will be 4 TP and PL groups

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

Aprofundamento dos conhecimentos numa área fundamental para a compreensão dos fenómenos da bioeletricidade e do biomagnetismo.

Capacidade para procurar e utilizar bibliografia, organizando um conjunto consistente de informações relativas à área referida.

Capacidade para resolver problemas, incluindo o desenvolvimento de competências matemáticas adequadas a esse fim.

Capacidade para implementar e interpretar experiências simples relacionadas com o conteúdo da disciplina.

Contribuição para o aumento da cultura geral científica, motivador para o estudo de outras áreas em que o electromagnetismo tem aplicações importantes.

Competência em comunicação oral e escrita

Competência em gestão da informação

Competência em raciocínio crítico

Preocupação com a qualidade

Competência em aplicar na prática os conhecimentos teóricos

Competência em análise e síntese

Conhecimento de uma língua estrangeira

Competência para resolver problemas

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

Deepening of knowledge in a fundamental area for the understanding of bioelectricity and of biomagnetism phenomena.

Capacity of search and use of bibliography, to organize a coherent body of information on this area.

Capacity of problem solving, including the development of the required mathematical competences.

Capacity to implement and understand simple experiments related with the unit contents.

Contribution to the increase of general scientific culture, motivating to study other areas where the electromagnetism has important applications.

Competence in oral and written communication

Competence in information management

Competence in critical reasoning

Attention to quality

Competence in practical application of theoretical knowledge

Competence in analysis and synthesis

Knowledge of a foreign language

Competence on problem solving

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1- Campo electrostático: lei de Gauss; campo e potencial eléctrico. Equações de Poisson e de Laplace. Energia armazenada no campo.

2 - Campos em meios dieléctricos; classificação de dieléctricos.

3 - Campo magnético: lei de Ampère. Fluxo magnético e lei de Gauss para o campo magnético. Indutância. Energia armazenada no campo. Força de Lorentz.

4 - Campos em meios magnéticos.

5 - Indução electromagnética: Leis de Faraday e de Lenz. Equações de Maxwell. Equações de onda para os campos eléctrico e magnético.

6 - Bioeletricidade. Propriedades eléctricas das células. Distribuição de carga numa célula em repouso. Transmissão de sinais eléctricos numa célula nervosa. Resposta eléctrica não-linear numa célula excitável.

7 - Biomagnetismo. Campos magnéticos associados à actividade eléctrica do coração, cérebro e fibras nervosas.

4.4.5. Syllabus:

1- Electrostatic field: Gauss's law; electric field and potential. Poisson and Laplace equations. Energy stored in the field.

2 - Fields in dielectric media; classification of dielectrics.

3 - Magnetic field: law of Ampère. Magnetic flux and Gauss's law for the magnetic field. Inductance. Energy stored in the field. Lorentz Force.

4 - Fields in magnetic media.

5 - Electromagnetic Induction: Laws of Faraday and Lenz. Maxwell equations. Wave equations for the electric and magnetic fields.

6 - Bioelectricity. Electrical properties of cells. Distribution of charge in a resting cell. Transmission of electrical signals in a nerve cell. Nonlinear electrical response in an excitable cell.

7 - Biomagnetism. Magnetic fields associated with the electrical activity of the heart, brain, and nerve fibers.

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

O conteúdo programático da unidade curricular cobre integralmente os objetivos definidos, nomeadamente ao abordar todos os assuntos relevantes do eletromagnetismo, e da sua aplicação aos fenómenos das ciências da vida. Estimula ainda os alunos a aprofundar os conteúdos apresentados, a partir da consulta da bibliografia recomendada e da

pesquisa na internet.

Na resolução dos problemas apresentados o aluno aplica os conhecimentos e ferramentas dados, sejam os conceitos físicos sejam as técnicas matemáticas. Ao realizar trabalhos laboratoriais simples o estudante aplica os conhecimentos teóricos dados para explicar os fenómenos físicos estudados e para desenvolver técnicas experimentais.

Finalmente o aluno tem acesso a um conjunto de conhecimentos básicos na área do eletromagnetismo que serão fundamentais para as unidades curriculares mais avançadas.

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

The curricular unit's syllabus fully cover the objectives defined, as it includes all the relevant subjects in electromagnetism, and its application to life science phenomena. It also stimulates the students to expand the presented contents, profiting from the recommended bibliography and internet search.

When solving the given problems the student applies the gained knowledge and tools, being it physics concepts or mathematical techniques. When performing the simple laboratory experiments, the student applies the theoretical teaching to explain the physics phenomena and to acquire experimental know-how.

Finally the student is introduced to a body of basic knowledge in the area of electromagnetism that is fundamental to more advanced curricular units.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de apresentação dos conceitos fundamentais, com o enquadramento adequado a esta disciplina.

Aulas de discussão /resolução de problemas onde se procura ligar os conceitos abordados a situações práticas, ordens de grandeza, e estimativas acerca das grandezas físicas específicas do âmbito do eletromagnetismo.

Aulas de laboratório onde os alunos aplicam os conceitos teóricos em experiências simples.

Apoio ao trabalho individual dos estudantes no sentido de estes desenvolverem trabalho de recolha de informação teórica e experimental, análise e sistematização dessa informação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures presenting the main concepts, with the right approach to this course.

Lectures to discuss and solve problems aiming to connect the studied concepts with practical examples, orders of magnitude, and estimations of physics quantities specific to the area of electromagnetism.

Laboratory classes where the students apply the theoretical concepts in elementary experiments.

Support of the students individual effort in the search of theoretical and experimental information, and in its systematic analysis.

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

As aulas teóricas permitem a introdução e a explicação dos conceitos fundamentais de eletromagnetismo, em que a exposição é feita com recurso a slides e ao quadro, e é acompanhada pelo esclarecimento das dúvidas que surjam por parte dos alunos. É ainda estimulada a pesquisa e o aprofundamento dos assuntos abordados, com recurso à bibliografia recomendada e à internet.

As aulas teórico-práticas são dedicadas à resolução de problemas por parte dos alunos, com o apoio do docente, e permitem assim aplicar os conhecimentos ministrados, seja no âmbito dos conceitos fundamentais do eletromagnetismo seja nas ferramentas matemáticas necessárias.

Nas aulas laboratoriais são introduzidas técnicas experimentais e realizadas experiências simples de aplicação dos conceitos desenvolvidos, que permitem consolidar as aprendizagens.

É feita uma abordagem abrangente do eletromagnetismo que é importante para disciplinas mais avançadas mas também fundamentais só por si.

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

The theoretical lectures allow to introduce and explain the main concepts of electromagnetism, where the presentation is done with computer slides and on the board, simultaneously with the explanation of the students questions. It is stimulated the search and the deepening of the given subjects, by the use of the recommended bibliography and the internet.

The problem classes are dedicated to problem solving by the students, with support from the professor, and allow to apply the gained knowledge, being it the electromagnetism fundamental concepts or the required mathematical tools. At the laboratory classes are introduced experimental techniques and performed simple experiments to employ the developed concepts, which allow to consolidate the learned subjects.

It is done a through covering of electromagnetism that is important for more advanced subjects but also important for itself.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

+ *Campo Electromagnético*, L. Brito, M. Fiolhais e C. Providência, Ed. McGraw-Hill de Portugal, 1999.

+ *Electromagnetic Fields*, R. K. Wangsness, 2nd ed., John Wiley & Sons, N.Y., 1979.

+ *Intermediate Physics for Medicine and Biology*, R. K. Hobbie, 3rd ed., Springer-Verlag, N.Y., 1997.

- + *Introduction to Electrodynamics*, D. J. Griffiths, 3rd ed., Prentice Hall International, Inc., 1999.
- + *Physics With Illustrative Examples From Medicine and Biology Electricity and Magnetism*, G. B. Benedek e F. M. H. Villars, 2nd ed., Springer-Verlag, N. Y. Inc., 2000.
- + *Electromagnetismo*, Henriques, A. B. e Romão, J. C., , IST Press, Lisboa, 2006.
- + *Campos e Ondas Electromagnéticas*, Lorrain, P., Corson, D. e Lorrain, F., , Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2000.

Mapa IV - Física Quântica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular: *Física Quântica*

4.4.1.1. Title of curricular unit: *Quantum Physics*

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere: *F*

4.4.1.3. Duração: *Semestral*

4.4.1.4. Horas de trabalho: *162*

4.4.1.5. Horas de contacto: *T: 42; TP: 18; PL: 10*

4.4.1.6. ECTS: *6*

4.4.1.7. Observações: *prevêem-se 4 turmas PL*

4.4.1.7. Observations: *there will be 4 PL groups*

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): *João Carlos Lopes Carvalho (T: 42; TP: 18)*

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular: *Vitali Iourievitch Tchepel 4*(PL: 10)*

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

1. *Adquirir conceitos básicos da Mecânica Quântica e saber aplicar a situações Físicas específicas.*
 2. *Adquirir conhecimentos básicos de Física Atómica e de Física dos Sólidos. Integração dos conhecimentos adquiridos nestas áreas numa descrição quântica da matéria.*
 3. *Capacidade para procurar e utilizar bibliografia, organizando um conjunto consistente de informações relativas às áreas referidas.*
 4. *Capacidade para resolver problemas, incluindo o desenvolvimento de competências matemáticas adequadas a esse fim.*
 5. *Capacidade para implementar e interpretar experiências simples relacionadas com o conteúdo da disciplina.*
- . *Competência em análise e síntese;*
 - . *Competência em comunicação oral e escrita;*
 - . *Competência em gestão da informação;*
 - . *Competência para resolver problemas;*
 - . *Competência em aplicar na prática os conhecimentos teóricos;*
 - . *Competência em trabalho em grupo;*
 - . *Competência em raciocínio crítico;*

. Competência em entender a linguagem de outros especialistas.

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

- 1. Acquire basic concepts of quantum mechanics and ability to apply them to specific physical situations.*
- 2. Acquire basic knowledge of Atomic Physics and Physics of Solids. Integration of knowledge acquired in these three areas in a quantum description of matter.*
- 3. Ability to search and use literature, organizing a consistent set of information relating to the referred subjects.*
- 4. Ability to solve problems, including the development of relevant mathematical skills.*
- 5. Ability to implement and interpret simple experiments related to the subject content.*
- . Competence in analysis and synthesis;*
- . Competence in oral and written communication;*
- . Competence in information management;*
- . Competence to solve problems;*
- . Competence in applying theoretical knowledge to practice;*
- . Competence in group work;*
- . Competence in critical thinking;*
- . Competence to understand the language of other experts.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Quantificação da luz e da energia. Modelo de Bohr do átomo. Propriedades ondulatórias das partículas.*
- 2. Equação de Schrodinger. Operadores, valores próprios, funções próprias. Interpretação física. Função de onda, densidade de probabilidade e valores espectáveis. Aplicações a problemas unidimensionais: o poço, degrau e barreira de potencial e o oscilador harmónico.*
- 3. O átomo de hidrogénio: resolução da equação de Schrödinger, valores próprios, números quânticos, funções próprias, densidades de probabilidade, momento angular orbital.*
- 4. Momento angular. Experiência de Stern-Gerlach, spin, adição de momento angular.*
- 5. Átomos multieletrónicos. Aproximação do campo central. Acoplamento L-S. Excitações óticas. Taxas de transição e regras de seleção.*
- 6. Introdução à física dos sólidos: Condutores e semicondutores. Teoria das bandas. Propriedades magnéticas dos sólidos. Supercondutividade. Aplicações.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Quantification of light and energy. Bohr model of the atom. Wavelike properties of particles.*
- 2. Schrodinger equation. Operators, eigenvalues, eigenfunctions. Physical interpretation. Wave function, probability density and average values. Applications to one-dimensional problems: the potential well, step and barrier, and the harmonic oscillator.*
- 3. The hydrogen atom: solving the equation Schrodinger, eigenvalues, quantum numbers, the eigenfunctions, probability densities, orbital angular momentum.*
- 4. Angular momentum. Stern-Gerlach experiment, spin, addition of angular momentum.*
- 5. Multielectronic Atoms. Central field approximation. L-S coupling. Optical excitations. Transition rates and selection rules.*
- 6. Introduction to solid physics: conductors and semiconductors. Band theory. Magnetic properties of solids. Superconductivity. Applications.*

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

Os pontos 1 a 5 do programa servem os pontos 1, 2 e 3 dos objetivos.

As aulas PL versam sobre o ponto 1 do programa e servem o ponto 4 dos objetivos.

Os estudantes são encorajados a extrair e organizar a informação relevante da bibliografia recomendada e de outra existente nas bibliotecas da UC.

As aulas teórico-práticas promovem a autonomia na resolução de problemas, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos conceitos básicos. É fornecido um conjunto de problemas para cada capítulo.

As experiências laboratoriais trazem uma percepção ainda mais realista sobre os conceitos da Física Quântica, além de desenvolverem as capacidades operacionais em laboratório e permitirem a utilização em situações concretas de ferramentas básicas de análise de dados.

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

Items 1-5 of the program are coherent with items 1, 2 and 3 of the curricular unit's objectives.

Laboratory classes are about the item 1 of the program and coherent with items 4 of the curricular unit's objectives.

The students are encouraged to extract and organize the relevant information from the recommended and other bibliography existing in the UC libraries.

Practical classes promote autonomy in problem solving, allowing a closer understanding of the basic concepts. A set of problems is given for each chapter.

The laboratory experiments bring an even closer attention to a number of basic concepts in Quantum Physics.

Experimental skills and basic data analysis methodologies are developed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

1. *Aulas teóricas com exposição dos conceitos, princípios e teorias fundamentais e exemplos de aplicação, recorrendo a meios tradicionais (quadro) e meios audiovisuais;*
 2. *Aulas teórico-práticas de resolução de problemas em que se pretende desenvolver a autonomia dos alunos na resolução de exercícios de aplicação prática, que exijam a conjugação de conceitos teóricos distintos e promovam o raciocínio crítico;*
 3. *Aulas práticas com a realização de trabalhos experimentais.*
- A avaliação durante o semestre tem uma componente laboratorial (4 pontos) e uma componente de frequência (16 pontos).*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

1. *Theoretical classes with exposition of concepts, principles and fundamental theories and examples of application, using traditional means (blackboard) and audiovisual means;*
 2. *Theoretical-practical classes of problem solving in which the student's autonomy is to be developed in the resolution of exercises of practical application, that require the conjugation of distinct theoretical concepts and promote the critical reasoning;* 3. *Practical classes with the development of experimental work.*
- The assessment during the semester has a laboratory (4 points) and a frequency component (16 points)*

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

A estratégia e o método de ensino adotado procuram envolver os alunos no processo de aprendizagem e na sua valorização pessoal, desenvolvendo, para além de competências técnicas específicas, competências genéricas de natureza instrumental, pessoal e sistémicas.

Com o conhecimento e a compreensão das matérias lecionadas nas aulas teóricas e os exercícios de aplicação prática que se procura que os alunos resolvam nas aulas teórico-práticas estão criadas as condições para o desenvolvimento das competências em resolver problemas, em raciocínio crítico, em aplicar na prática os conhecimentos teóricos e, num nível mais avançado, da competência em análise e síntese.

Nas aulas laboratoriais, com a realização de experiências simples procura-se familiarizar os alunos com a implementação prática de alguns conceitos lecionados. O tratamento, a interpretação dos resultados e a escrita dos relatórios contribuem para criar competências em aprendizagem autónoma e em comunicação escrita.

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

The teaching strategy and methods adopted aim at engaging the student in the learning process and his personal development, and lead to the development of some generic competencies of instrumental, personal and systemic nature.

With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in the theoretical-practical classes, conditions exist for the development of competencies in problem solving, critical reasoning, applying in practice theoretical knowledge and, at a more advanced level, analysis and synthesis.

In the laboratory classes, simple experiments are carried out to familiarize students with the practical implementation of some concepts and the techniques used in data analysis. The treatment and interpretation of the results and the writing up of test reports build up in the students' competencies in autonomous learning and written communication.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Apontamentos de Física Quântica, Helena Vieira Alberto & João Carvalho, 2018.*
- *Modern Physics, Krane, editora John Wiley and Sons, Inc., 2nd Ed. 1996.*
- *Apontamentos de Fundamentos de Física Moderna (cap. 2) Pedro Vieira Alberto, 1995.*
- *Quantum Physics, R. Eisberg and R. Resnick, John Wiley Sons, 2nd Ed. 1974.*
- *Introduction to Quantum Mechanics, D.J. Griffiths, Prentice Hall, 1995.*

Mapa IV - Radiações em Biomedicina**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Radiações em Biomedicina

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Radiations in Biomedicine

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ENGBIOM

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 28; TP: 22; PL: 9

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
prevêem-se 2 turmas PL

4.4.1.7. Observations:
there will be 2 PL groups

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Maria Isabel Silva Ferreira Lopes (T: 28; TP: 22)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Alexandre Miguel Ferreira Lindote (PL: 9); Francisco Filipe Bento Neves (PL: 9); prevêem-se 2 turmas PL / there will be 2 PL groups

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
1- Adquirir conhecimentos básicos de Física Nuclear, nomeadamente saber distinguir os decaimentos radioactivos e caracterizar as colisões e reações nucleares do ponto de vista cinético e energético.
2- Conhecer os processos de interacção da radiação com a matéria e os detectores de radiação mais utilizados em Medicina Nuclear.
3- Adquirir capacidades para resolver problemas (analítica e computacionalmente) nas áreas genéricas acima mencionadas (i.e., de Física Nuclear básica, processos de interacção da radiação com a matéria e detecção de radiação, nomeadamente radiação gama).
4- Implementar experiências simples de Física Nuclear básica e de detecção da radiação, analisar, interpretar e apresentar os resultados experimentais.
5- Adquirir experiência na escrita de relatórios escritos.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
1- To acquire basic knowledge on Nuclear Physics, namely to know to characterize the nuclear decay modes and nuclear collisions and reactions kinematic and energetically.
2- To know to characterize the processes of interaction of radiation with matter and the radiation detectors most used in Nuclear Medicine.
3- To acquire competences on solving problems (analytical and computationally) in the topics mentioned above (i.e. basic nuclear physics, processes of interaction of radiation with matter and radiation detection, in particular detectors for gamma radiation).
4-To carry out experiments of nuclear physics and radiation detection, in particular gamma-ray detection and spectroscopy, to analyze, interpret and present the results.
5- To know how to write a report on the results of an experiment.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
I - Noções Básicas de Física Nuclear

- 1. O núcleo atómico.**
- 2. Energia de ligação e fórmula de Weizsäcker.**
- 3. Lei do decaimento radioactivo. Decaimentos em cadeia.**
- 4. Tipos de decaimento. Aspectos energéticos, vidas médias totais e parciais**
- 5. Colisões e reacções nucleares.**

II - Radiação ionizante

1. Fontes: radioisótopos, tubos de raios-X e radiação de sincrotrão
2. Interação da radiação ionizante com a matéria
 - 2.1. Perda de energia de uma partícula carregada pesada: expressão de Bethe-Bloch
 - 2.3. Perda de energia de um electrão– colisões atómicas e radiação de travagem
 - 2.4. Alcance
 - 2.3. Interação de fótons
3. Detectores de Radiação.
 - 3.1. Tipos de detectores e parâmetros de desempenho
 - 3.2. Câmaras de ionização, contadores proporcionais e contador Geiger
 - 3.4. Cintiladores e fotodetectores. Espectroscopia gama.

III- Fontes e espectros de raios-X

IV - Técnicas de imagiologia médica com radiação ionizante

4.4.5. Syllabus:

I - Basic concepts of Nuclear Physics

1. Atomic nucleus.
2. Binding energy and the Weizsäcker formula.
3. Radioactive decay law. Chain decays.
4. Decay modes. Energetic aspects, partial and total half-lives
5. Collisions and nuclear reactions.

II - Radiação Ionizante

1. Sources: radioisotopes, X-ray tubes and sincrotron radiation
2. Interaction of ionizing radiation with matter
 - 2.1. Energy loss of a heavy particle in matter: Bethe-Bloch expression
 - 2.3. Energy loss of electrons - atomic collisions and bremsstrahlung
 - 2.4. Range of particles
 - 2.3. Photon interactions
3. Radiation detectors.
 - 3.1. Types of detectors and performance parameters
 - 3.2. Ionizing chambers, proportional counters and Geiger counters
 - 3.4. Scintillators and photodetectors. Gamma spectroscopy.

III- X-rays sources and their spectra

IV - Medical imaging techniques using ionizing radiation.

- 4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos I e II servem directamente para atingir os objectivos 1, 2, 3 e 4 constantes da lista na secção 3.3.4.

- 4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The points I and II of the syllabus aim to attain the objectives 1, 2, 3 and 4 in the list of section 3.3.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas visam a explanação dos conceitos, métodos e as suas aplicações na área da Engenharia Biomédica. Procura-se estimular a compreensão e integração dos conhecimentos.

Nas TP os alunos resolvem exercícios de aplicação dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. A resolução dos exercícios e as implicações dos resultados são discutidas em conjunto.

Nas PL os alunos realizam experiências laboratoriais que ilustram fenómenos e métodos focados nas aulas teóricas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical lectures aim to demonstrate and explain concepts, methods and their applications. In these classes it is stimulated the understanding and integration of the acquired knowledge.

In the theoretical-practical classes the students solve exercises, in which they apply the knowledge acquired in the theoretical classes. The resolution of the problems and their results are discussed by all students together with the

teacher.

In the laboratory classes, the students carry out laboratory experiments on phenomena and methods studied in the theoretical lectures.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Com os conhecimentos dos assuntos lecionados nas aulas teóricas e a resolução de problemas, visando aplicações práticas, realizada nas aulas teórico-práticas são criadas as condições para atingir os objetivos 1,2 e 3 da lista que consta da secção 3.3.4.

As aulas laboratoriais são orientadas de modo a atingir os objectivos 4 e 5 da lista que consta da secção 3.3.4.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
With the knowledge and comprehension of the matters taught in the theoretical classes and the exercises with practical applications given in the theoretical-practical classes, conditions exist for achieving the learning outcomes 1, 2 and 3 of the list in section 3.3.4

The laboratory classes are oriented to accomplish learning outcomes 4 and 5 of the list in section 3.3.4.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

erman Cember, Introduction to Health Physics, McGraw Hill, NY. 2009 (4th ed)

Keneth Krane, "Modern Physics", John-Wiley & Sons, New-York 1996 (2nd ed.)

Intermediate physics for medicine and biology, Russell K. Hobbie, 3rd ed, New York : Springer-Verlag, 2001.

Medical imaging physics, Hendee WR e Ritenou ER , Wiley-Liss, NY (4th ed., 2002)

Ervin B. Podgorsak, "Radiation Physics for Medical Physicists", Springer (2005)

Ilya Obodovski, "Radiation: Fundamentals, Applications, Risks, and Safety", Elsevier, 2019 (1st ed)

Mapa IV - Fundamentos de Fisiologia I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fundamentos de Fisiologia I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fundamentals of Physiology I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBIO

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:42; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

prevêem-se 4 turmas PL

4.4.1.7. Observations:

there will be 4 PL groups

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

Raquel Maria Fino Seíça (T:13)

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

Maria Filomena Rabaça Roque Botelho (T:5); Cristina Maria Tristão Sena (T:8h; PL:14); Paula Isabel da Silva Moreira (T:16h; 2(PL:14)); Adriana Isabel Dias Roque (PL:14); prevêem-se 4 turmas PL / there will be 4 PL groups*

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

- Adquirir as bases do funcionamento de diversos órgãos e tecidos e a sua integração num todo, o organismo humano.

- Adquirir conhecimentos sobre a avaliação de diversas funções do organismo humano nomeadamente do músculo, das células sanguíneas e coagulação e dos sistemas respiratório, urinário e cardiovascular.

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

- Acquire knowledge on the operating basis of various organs and tissues and their integration into a whole, the human organism.

-Acquire knowledge on the assessment of several functions of human body including muscle, blood cells and clotting and the respiratory, urinary and cardiovascular systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**AULAS TEÓRICAS**

Fisiologia Geral. Fisiologia das Membranas, Nervo e Músculo

Aspectos Biofísicos da Circulação e da Respiração

Fisiologia do Sistema Cardiovascular

Fisiologia do Músculo Liso Arterial. Disfunção Endotelial

Células Sanguíneas, Coagulação e Imunidade

Fisiologia do Sistema Urinário. Equilíbrio Ácido-Base e Hidro-Electrolítico

Fisiologia do Sistema Respiratório

AULAS PRÁTICAS

Electromiografia

Electrocardiograma- execução e interpretação

Medição da Pressão Arterial e Sons Cardíacos

Ecocardiografia

Métodos de Avaliação da Função Endotelial

Células Sanguíneas e Coagulação- avaliação laboratorial

Fisiologia do Sistema Urinário e Avaliação da Função Renal. Diálise

Provas Funcionais Respiratórias- execução e interpretação

4.4.5. Syllabus:**THEORETICAL CLASSES**

General Physiology. Physiology of Membranes, Nerve and Muscle

Biophysical Features of Circulation and Respiration

Physiology of Cardiovascular System

Physiology of Arterial Smooth Muscle. Endothelial dysfunction

Blood Cells, Clotting and Immunity

Physiology of the Urinary System. Acid-Base and Hydro-Electrolytic Equilibrium

Physiology of the Respiratory System

PRACTICAL CLASSES

Electromiography

Electrocardiogram- implementation and interpretation

Measurement of Blood Pressure and Heart Sounds

Echocardiography

Methods of Evaluation of the Endothelial Function

Blood Cells and Clotting- laboratory evaluation

Physiology of the urinary system and renal function assessment. Dialysis

Pulmonary functional tests-implementation and interpretation

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

O programa da unidade curricular aborda de forma global a fisiologia do músculo, das células sanguíneas e a

coagulação e a fisiologia dos sistemas cardiovascular, respiratório e urinário. Esta abordagem inclui quer conceitos teóricos quer aspectos práticos relacionados com a avaliação das funções destes órgão e sistemas. Desta forma, o programa permite que os alunos adquiram as bases do funcionamento de diversos órgãos e tecidos bem como da sua integração no organismo humano e ainda os conhecimentos sobre a sua avaliação morfofuncional.

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

The syllabus of the curricular unit addresses globally the physiology of muscle, blood cells and clotting and the physiology of cardiovascular, respiratory and urinary systems. This approach includes both theoretical concepts and practical aspects related to the evaluation of the function of these systems. This way, the syllabus enables students to acquire knowledge on the operating basis of various organs and tissues as well as their integration in the human body and also knowledge on its morphofunctional evaluation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas:

Aulas expositivas. As aulas teóricas servem para direccionar o aluno para os aspectos fundamentais da Fisiologia Humana. Pretende-se com elas que o aluno compreenda as funções dos diferentes órgãos e sistemas e as integrem.

Aulas Práticas:

Com as aulas práticas, pretende-se que o aluno aplique os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. São realizadas aulas laboratoriais num laboratório equipado com sistemas de aquisição e processamento de dados para sinais fisiológicos

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes:

Lectures. The lectures serve to direct the student to the fundamental aspects of human physiology. It is intended that the student understands the functions of different organs and systems and integrate those functions.

Practical classes:

With the practical classes, the student should apply the knowledge acquired in the theoretical lectures. Laboratory classes are conducted in a laboratory equipped with data acquisition and processing systems for physiological signals

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

As metodologias de ensino empregues são coerentes com os objectivos da unidade curricular. As aulas teóricas permitem transmitir os conhecimentos relativos às bases do funcionamento dos sistemas estudados e da sua integração no organismo humano. Nas aulas práticas laboratoriais, os alunos utilizam sistemas de aquisição e processamento de sinais fisiológicos para medir e avaliar a função desses sistemas.

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

The teaching methodologies employed are coherent with the objectives of the curricular unit. The theoretical lectures transmit knowledge concerning the operating basis of the studied systems and their integration in the human body. In the laboratory practical classes, students use data acquisition and physiological signal processing equipments to measure and evaluate the function of those human body systems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

.Human Physiology. The Basis of Medicine. Oxford Core Texts - G. Pocock and C.D. Richards (2017)

.Berne and Levy Physiology - B.M. Koeppen and B.A. Stanton (2017)

.Human Physiology: an integrated approach - Dee Unglaub Silverthorn (2019)

.Artigos Científicos sobre alguns dos temas ministrados: são disponibilizados os artigos mais recentes e relevantes sobre os temas em causa./Scientific papers: are provided the latest and most relevant papers on the addressed topics.

Mapa IV - Bioestatística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Bioestatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biostatistics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 28; PL: 28

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
prevêem-se 2 turmas PL

4.4.1.7. Observations:
there will be 2 PL groups

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Francisco José Santiago Fernandes Amado Caramelo (T: 18; PL: 16)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
Rui Manuel Dias Cortesão dos Santos Bernardes (T: 10, PL: 20), Bárbara Cecília Bessa dos Santos Oliveiros Paiva (PL: 20); prevêem-se 2 turmas PL / there will be 2 PL groups

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
*Implementar e compreender modelos de regressão e classificação binária no contexto de aprendizagem supervisionada.
Interpretar e avaliar criticamente os resultados dos modelos.
Analisar os dados dos modelos utilizando procedimentos estatísticos adequados;
Utilizar ferramentas informáticas apropriadas aos cálculos estatísticos;
Planificar correctamente estudos estatísticos no âmbito das ciências biomédicas;
Avaliar criticamente os resultados de trabalhos publicados na literatura especializada;*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
*To implement and understand regression and binary classification models in the context of supervised learning.
To interpret and critically assess the results of the models.
To analyze the model data using appropriate statistical procedures;
To use suitable software tools to perform statistical calculations;
To plan correctly statistical studies in biomedical sciences;
To judiciously evaluate the results of studies published in the literature;*

4.4.5. Conteúdos programáticos:
*Introdução aos métodos de regressão e de classificação supervisionada.
Análise exploratória dos dados: nível de mensuração de variáveis, medidas de localização e de dispersão.
Estatística descritiva e visualização de dados: indicadores numéricos e gráficos. Bases de dados: criação, legendagem e eliminação de erros.
Variáveis aleatórias e funções de probabilidade. Distribuições de probabilidade discretas: binomial e Poisson.
Distribuições de probabilidade contínuas: normal, normal padrão e t-Student. Teorema do limite central.
Estatística inferencial. Amostra, população e técnicas de amostragem. Teoria da estimação: estimação pontual e intervalos de confiança.
Hipótese estatísticas e testes de hipóteses. Nível de significancia e potência de um teste. Valor p. Testes paramétricos e testes não paramétricos.*

4.4.5. Syllabus:
*Introduction to statistical regression and classification methods.
Exploratory data analysis: level of measurement, measures of location and dispersion.
Descriptive statistics and data visualization: numerical indicators and graphics. Databases: creation, labeling and debugging.*

Random variables and probability functions. Discrete probability distributions: binomial and Poisson. Continuous probability distributions: normal, normal standard and t-Student. Central limit theorem.

Inferential statistics. Sample, population and sampling techniques. The estimation theory: point estimation and confidence intervals.

Statistical hypothesis and hypothesis testing. Level of significance and power of a test. P value. Parametric and non-parametric tests.

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

A disciplina de bioestatística aborda temas introdutórios da aprendizagem automática dotando os alunos dos conhecimentos essenciais para a compreensão, interpretação e implementação de métodos de regressão e de classificação. Estes métodos têm assumido uma elevada relevância em todos os domínios do conhecimento e em particular na área biomédica. A sua adequada implementação e interpretação é apenas possível se os dados que suportam estes ou outro modelos estatísticos forem correctamente analisados. Para tal, são estudados os principais indicadores numéricos e o tipo de gráficos mais adequados a diferentes níveis de mensuração das variáveis. Outro aspecto central na análise de dados é a inferência de uma amostra para a população, pelo que as bases essenciais à compreensão da inferência em estatística são discutidas, nomeadamente as noções de probabilidade e o teorema do limite central. São também estudadas as técnicas de amostragem.

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

The discipline of biostatistics addresses introductory topics of automatic learning by providing students with the essential knowledge for understanding, interpreting and implementing regression and classification methods. These methods have been assuming a high relevance in all fields of knowledge and in particular in the biomedical area. To properly implement and interpret the results it is crucial to analyze correctly the data that support these or other statistical models. For this, the main numerical indicators and the type of graphs that are most appropriate to different levels of measurement of variables are studied.

Another central aspect of data analyses is the inference from a sample to the population, thus the essential bases for understanding the inference in statistics are discussed, notably the notions of probability and the central limit theorem. Sampling techniques are also studied.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Expositivo, demonstrativo, dialéctico e resolução de problemas com recurso a ferramentas informáticas adequadas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lecturing, demonstrating, discussion and problem solving using suitable computer tools.

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

A análise de dados e a sua modelação através de métodos estatísticos apropriados é um processo iminentemente prático, mas cuja validade depende de conhecimentos teóricos fundamentais. Procura-se assim que os alunos tenham contacto com problemas reais em que têm de implementar modelos estatísticos e para os quais têm de analisar os dados associados. Esta análise é feita com base em diferentes noções que são discutidas ao longo das aulas, dotando os alunos com os conhecimentos necessários à correcta interpretação e análise de dados. São estudados métodos de regressão e de classificação que fazem uso de variáveis que são avaliadas a partir de indicadores numéricos e de gráficos.

A utilização de testes de hipóteses sobre as variáveis em estudo permite fazer a generalização ou inferência das conclusões para a população ultrapassando desta forma as limitações inerentes ao uso de amostras. O conceito de inferência é alicerçado em noções ligadas à teoria de probabilidade.

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

Data analysis and modeling by appropriate statistical methods is an imminently practical process, but its validity depends on fundamental theoretical knowledge. For this reason, students are asked to deal with real problems in which they have to implement statistical models and for which they have to analyze the associated data. This analysis is performed combining different notions that are discussed throughout the classes, providing the students with the necessary knowledge to correctly interpret and analyze the data. Thereby, regression and classification methods are studied, and these methods use variables, which are evaluated through numerical indicators and suitable graphs. The use of hypothesis tests on the variables under study allows the generalization or inference of the conclusions to the population thus overcoming the limitations inherent to the use of samples. The concept of inference is based on notions linked to probability theory.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bioestatística com SPSS: abordagem prática; Miguel Patrício, Marisa Loureiro, Francisco Caramelo; Plátano Editora, 2017

Análise Estatística, com utilização do SPSS; João Maroco, Edições Silabo;

Fundamentals of Biostatistics, Bernard Rosner, Thomson Brooks/Cole, 2006

Bioestatística, Epidemiologia e Investigação, A. Gouveia de Oliveira, Lidel

Pattern Classification; Richard Duda, Peter Hart, David Stork; John Wiley & Sons, Inc

An Introduction of Support Vector Machines; Nello Christianini, John Shawe-Taylor; Cambridge University.

Mapa IV - Modelos Computacionais de Processos Fisiológicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Modelos Computacionais de Processos Fisiológicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Models of Physiological Processes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBIO

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 24; PL: 36; S: 10

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

prevêem-se 4 turmas S e duas turmas PL

4.4.1.7. Observations:

there will be 4 S and 2 PL groups

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

Maria Filomena Rabaça Roque Botelho (T: 7; S: 10)

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

António Dourado Pereira Correia (T:13; S:10); Alberto Jorge Lebre Cardoso (PL:36; S:10); Rui Manuel Dias Cortesão dos Santos Bernardes: (T:4; PL:36); S:10); prevêem-se 4 turmas S e duas turmas PL / there will be 4 S and 2 PL groups

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

As Ciências Biomédicas usam cada vez mais modelos matemáticos capazes de auxiliar a interpretação de dados fisiológicos.

O futuro Engenheiro Biomédico deve compreender uma função biológica sob o ponto de vista da engenharia e interpreta-la em termos fisiológicos. Ao longo do processo de aprendizagem, cada aluno tomará conhecimento e utilizará ferramentas adequadas para cada tarefa proposta.

Os objectivos desta unidade curricular a nível de atitudes, capacidades e competências, são desenvolver a atitude de pesquisa metódica e autónoma, de análise e de síntese, adquirir conhecimentos de informática, gerir informação e resolver autonomamente problemas, trabalhar em equipa interdisciplinar, comunicar e aplicar os conhecimentos à profissão.

Consideram-se objectivos a nível dos conhecimentos conhecer e manipular autonomamente programas computacionais, conhecer as noções matemáticas relativas à teoria de sistemas, conhecer os processos fisiológicos

que estão por detrás da função a estudar.

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

The Biomedical Sciences are increasingly using mathematical models able to assist the interpretation of physiological data.

The Biomedical Engineer of the future must understand a biological function from the point of view of engineering and interprets it in physiological terms. Along the learning process, each student will acquire knowledge and use appropriate tools for each of the proposed tasks.

The objectives of this course in terms of attitudes, abilities and skills are developing the attitude of autonomous methodical research, analysis and synthesis, acquire computer skills, autonomously manage information and solve problems, acquire the ability to work in an interdisciplinary team, communicate and apply knowledge to the profession. As objectives of knowledge: know and manipulate computer programs, know the mathematical concepts relating to systems theory as well as to know the physiological processes that underlie the function under study.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Teoria dos Sistemas e modelos fisiológicos

O interesse dos modelos no estudo dos fluxos de matéria, energia e informação nos sistemas biológicos. Teoria geral dos sistemas. Sistemas análogos, função de transferência e espaço de estados. Sistemas não lineares e caóticos. Implementações e simulações computacionais.

2. Transporte de massa através de membranas

Modelos funcionais de membrana. A difusão de soluto, transporte de água. Equação de Nernst-Plank, e equação de Goldman. Modelo de Membrana de Donnan.

3. Potenciais elétricos à superfície

Dipolos elétricos. Potencial criado por um dipolo elétrico num ponto exterior. Membranas carregadas eletricamente. Dupla camada elétrica e potencial criado num ponto P exterior. Potencial criado por fibras durante o período de despolarização. Dipolo fictício. Potenciais à superfície. Eletrocardiograma.

4.4.5. Syllabus:

1. Systems theory and physiological models

The interest of the models in the study of flows of matter, energy and information in biological systems. General systems theory. Analogue systems, transfer functions and state space. Nonlinear and chaotic systems. Computational implementations and simulations.

2. Mass transport across membranes

Functional models of the membrane. The diffusion of solutes and water transport. Nernst-Plank and Goldman equations. Donnan membrane model.

3. Electric potential to the surface

Electric dipoles. Potential created by an electric dipole at an outside point. Electrically charged membranes. Double electric layer and the potential created at an outside point P. Potential created by fibers during the depolarization. Fictitious dipole. Surface potentials. Electrocardiogram.

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

Os conteúdos programáticos serão apresentados por especialistas nos temas a desenvolver, em áreas tão importantes como teoria dos sistemas, mecanismos de transporte através de meios biológicos, bioeletricidade e dinâmica de fluidos, tanto na componente teórica como na laboratorial em processos de simulação computacional. Estes tópicos constituem aspetos muito fundamentais na modelização de funções fisiológicas, estando assim em concordância com os objetivos desta unidade curricular.

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

The syllabus' contents are going to be presented by well-known experts on these topics proposed. Areas such as mass transport through biological structures, bioelectricity and fluid dynamics will be addressed by these experts in detail in accordance to the curricular unit's objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A matéria da disciplina é lecionada em 24 h teóricas, 36 h práticas laboratoriais e 10 h de seminários. Nas aulas teóricas a matéria é lecionada de forma expositiva e nas aulas práticas laboratoriais os alunos realizam simulações computacionais de temas das aulas teóricas e implementam os modelos casos-de-estudo de cada grupo. Nos seminários são apresentados os trabalhos realizados sobre um processo fisiológico por cada grupo de alunos, tendo de chegar às equações que o traduzam e fazendo a respetiva simulação computacional.

A equipa docente está sempre disponível a esclarecer dúvidas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course syllabus is taught in 24 h of theoretical lectures, 36 h of laboratory practice and 10h of seminars. At lectures, the subjects are taught in an expository manner. At laboratory classes, students will perform computer simulations of lectures' subjects and develop physiological models of the case studies (per group). At seminars, each group will present, and discuss, their work on the physiological process addressed. Every group must arrive at the equations and execute the computational simulations.

The teaching team is always available to answer questions.

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

De acordo com os objectivos enunciados e através de uma exposição teórica elaborada e sistematizada os alunos adquirem os conhecimentos básicos e são estimulados depois a participar no processo de ensino aprendizagem de uma forma activa e interactiva através da resolução de problemas, colocando em prática os conhecimentos adquiridos. Avalia-se o progresso da aprendizagem durante o semestre tendo em conta o desempenho nas aulas PL, nos Seminários e através de um exame escrito individual sobre temas lecionados nas aulas teóricas para avaliar o grau de conhecimentos adquiridos.

No Seminário os alunos terão de desenvolver, apresentar e discutir uma simulação computacional de um processo fisiológico.

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

According to the enunciated objectives and through a theoretical exhibition the students get the basic concepts and are after that stimulated to participate in the teaching process in an active and interactive way by the problem solving, applying the theoretical knowledge.

The progress of learning during the semester is evaluated taking into account the performance in the PL classes, seminars and through an individual final examination that must take into account the theoretical information given to assess the degree of knowledge acquired.

At the Seminar, students will have to develop, present and discuss, with a jury, a computer simulation of a physiological process.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

An Introduction to Systems Biology: Design Principles of Biological Circuits (Chapman & Hall/CRC Computational Biology Series) 2nd Ed. 2019

Biofísica Médica. JJP de Lima. Universidade de Coimbra, 3rd Ed 2014

Cell Biology by the Numbers. Ron Milo. Garland Science 2015

Fundamentals of Systems Biology: From Synthetic Circuits to Whole-cell Models. MW Covert. CRC Press 2015

Intermediate Physics for Medicine and Biology. RK Hobbie, B Roth, Springer 2015

Mathematics for the Life Sciences. G Ledder. Springer-Verlag 2013

Mathematics for Life Science and Medicine. Eds: Y Takeuchi, Y Iwasa, K Sato. Springer-Verlag 2007

Modeling and Simulation in Medicine and the Life Sciences. FC Hoppensteadt & C Peskin. Springer-Verlag 2002

Modeling Life: The Mathematics of Biological Systems. A Garfinkel, J Shevtsov, Y Guo. Springer 2017

Physical Principles of Biomembranes and Cells. K Ohki, H Miyata. Springer 2018

Systems and Signals, CT Chen, 3rd Ed, Oxford University Press 2004

Mapa IV - Anatomia e Histologia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Anatomia e Histologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Anatomy and Histology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBIO

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 14; TP: 12; PL: 13; S: 3

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):

Olga Maria de Silvério Carvalho (T: 14; TP: 12; PL: 13; S: 3)

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):

São objectivos da Disciplina de Anatomia e Histologia:

- a aquisição de linguagem e terminologia próprias que possibilitem a descrição e compreensão da estrutura macroscópica e microscópica de tecidos e órgãos, integrando-os numa visão morfofuncional;

Pretende-se que o aluno:

- domine a terminologia anatómica e histológica;

- possua uma noção precisa da anatomia descritiva, topográfica e funcional das estruturas constituintes do corpo humano e da sua constituição histológica;

- possua uma noção da inter-relação entre os diferentes órgãos e sistemas.

O processo de aquisição de conhecimentos deve, naturalmente, revestir-se das naturais preocupações éticas inerentes ao ser humano, ainda que mesmo em estado post-mortem.

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

The objectives of this curricular unit are:

-the acquisition of adequate language and terminology allowing the description and the understanding of the macroscopic and microscopic structure of tissues and organs, integrating them in a morpho-functional vision;

The student should be able to:

-master the anatomic and histological terminology;

-have a precise notion of the descriptive, topographic and functional Anatomy of the structures of the human body and their histological structure;

-have a sense of the interrelation between the different organs and systems.

The knowledge acquisition process must be carried out with the natural ethical concerns inherent to the human being, even in post-mortem condition.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Anatomia descritiva, organização e função dos sistemas esquelético e muscular.

- Tecido epitelial de revestimento e epitélio glandular. Sua classificação e caracterização histológica.

- Classificação e caracterização histológica dos tecidos conjuntivos.

- Classificação e caracterização histológica dos tecidos musculares

- Anatomia descritiva do Sistema Nervoso. Caracterização do tecido nervoso e descrição histológica do SNC e SNP.

- Anatomia e descrição histológica dos principais componentes do aparelho circulatório.

- Anatomia e descrição histológica dos principais componentes do aparelho respiratório.

- Anatomia e descrição histológica do aparelho digestivo e glândulas anexas.

- Anatomia e descrição histológica dos principais órgãos do aparelho urinário.

- Anatomia e descrição histológica do aparelho genital masculino.

- Anatomia e descrição histológica do aparelho genital feminino

- Anatomia descritiva do aparelho auditivo

- Descrição histológica e funcional do globo ocular

4.4.5. Syllabus:

Descriptive anatomy, organization and function of the skeletal and muscular systems.

- Lining and glandular epithelial tissue. Classification and histological characterization.

- Connectives tissue. Histological classification and characterization .

- Muscles tissue. Histological classification and characterization.

- *Descriptive anatomy of the Nervous System. Histological characteristics of nervous tissue. Histological description of the main components of CNS and PNS.*
- *Anatomy and histological description of the main components of the circulatory tract.*
- *Anatomy and histological description of the main components of the respiratory tract.*
- *Anatomy and histological description of the digestive system and attached glands.*
- *Anatomy and histological description of the main organs of the urinary tract.*
- *Anatomy and histological description of the male and female genital tracts.*
- *Descriptive anatomy of the auditory system.*
- *Histological and functional description of visual system*

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

O programa da disciplina corresponde ao que é normal esperar numa unidade curricular introdutória na área da anatomia e histologia. É ensinada a anatomia e histologia dos diferentes tecidos e órgãos constituintes do corpo humano o que garante o cumprimento dos objectivos da unidade curricular, nomeadamente que os alunos adquiram o domínio da terminologia anatómica e histológica e possuam noções precisas da histologia e da anatomia descritiva, topográfica e funcional das estruturas do corpo humano.

Apesar de organizado por sistemas, o programa é leccionado de forma a realçar as relações entre os diferentes órgãos e tecidos assegurando que se cumpre o objectivo de proporcionar aos estudantes uma noção da inter-relação entre os diferentes órgãos e sistemas do corpo humano.

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

The syllabus of the curricular unit matches what is expected from an introductory curricular unit in the area of anatomy and histology. The lectured issues address the anatomy and histology of the different constituent tissues and organs of the human body, ensuring the fulfillment of the curricular unit objectives, namely that students learn the anatomic and histological language and terminology and precise notions on the histology and the descriptive, topographic and functional anatomy of the human body structures.

Although organized by systems, the syllabus is taught in order to enhance the relations between different organs and tissues, fulfilling the goal of providing students with a sense of the interrelation between the various organs and systems of the human body.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas a matéria é leccionada de forma expositiva, utilizando-se meios audiovisuais.

Nas aulas teórico práticas utiliza-se a interactividade, interrogando e colocando os alunos perante questões concretas, para que melhor interiorizem os conhecimentos.

Nas aulas práticas pretende-se, pela observação de modelos, peças anatómicas e lâminas de cortes histológicos, que o aluno identifique e observe os diferentes tecidos e órgãos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In the theoretical classes, the subjects are addressed in an expository way, using audiovisual media.

In theoretical-practical classes, interactivity is used, questioning and placing concrete issues to the students, in orders for better knowledge acquisition.

In practical classes, it is intended that the students identify and examine different tissues and organs, by observing models, anatomical parts and histological sections.

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

Os métodos de ensino permitem que os alunos adquiram o domínio da linguagem e terminologia que possibilita a descrição e compreensão da estrutura de tecidos e órgãos do corpo humano, bem como noções precisa da anatomia e histologia desses órgãos e sistemas. Tal é conseguido com o reforço da matéria teórica leccionada proporcionado pela observação de modelos, peças anatómicas e lâminas de secções histológicas e pela resolução de problemas teórico-práticos. Estas actividades laboratoriais e teórico-práticos cobrem todos os sistemas abordados no programa da unidade curricular.

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

The teaching methods allow students to acquire the language and terminology needed to describe and understand the structure of human body tissues and organs, as well as to get precise notions on the anatomy and histology of those organs and systems. This is achieved by strengthening the lectured theoretical subjects with the practical observation of models, anatomical parts and histological sections and with problem solving. These activities cover all systems included in the syllabus.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *"Atlas d'Anatomie Clinique", Claude Kenesi, edição Masson, Paris, 1981.*
- *"Atlas of Human Anatomy", Frank Netter, 2019*

- "Atlas of Human Anatomy (DVD), Acland D. Robert, Lippincott Williams & Wilkins, 2003
- "Basic histology, text and atlas", Junqueira Carneiro, edição McGraw-Hill, New York., 12ª edição
- "Histologia Básica", L.C. Junqueira & J. Carneiro –Guanabara Koogan, 13º edição.
- "Histology and Cell Biology", Kierszenbaum & L. Tres , Elsevier Saunders., 5ª edição , 2020
- "Histologia, Texto e Imagens – Histologia, Histogénese e Organogénese", C.A. Gonçalves & V.A. Bairos, Imp. Univ. Coimbra, 4ª edição, 2013
- "Wheather's Functional Histology. A text and colour atlas, Young & J.W. Heath, Churchill Livingstone., 6ª edição, 2014

Mapa IV - Fundamentos de Fisiologia II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fundamentos de Fisiologia II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fundamentals of Physiology II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBIO

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 42; PL: 14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

prevêm-se 4 turmas PL

4.4.1.7. Observations:

there will be 4 PL groups

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

Raquel Maria Fino Seíça (T:20)

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

Maria Filomena Rabaça Roque Botelho (T:2); Cristina Maria Tristão Sena (T:11; 2*(PL:14)); Miguel Sá Sousa Castelo Branco (T:3); Paula Isabel da Silva Moreira (T:6; 2*(PL:14)); prevêm-se 4 turmas PL / there will be 4 PL groups

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

- *Adquirir as bases do funcionamento de diversos órgãos e tecidos e a sua integração num todo, o organismo humano.*

- *Adquirir conhecimentos sobre a avaliação de diversas funções do organismo humano nomeadamente dos sistemas nervoso, gastrointestinal, endócrino e reprodutor e em otorrinolaringologia.*

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

- *Acquire knowledge on the operating basis of various organs and tissues and their integration into a whole, the human organism.*

- *Acquire knowledge on the assessment of several functions of human body namely nervous, gastrointestinal, endocrine and reproductive systems and also in otorhinolaryngology.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:**AULAS TEÓRICAS***Fisiologia do Sistema Nervoso**Fisiologia da Audição e Equilíbrio, do Olfacto e do Gosto e da Visão**Envelhecimento e Demência: Alterações Fisiológicas e Bioquímicas**Biofísica da Audição**Exercício Físico e Regulação da Temperatura Corporal**Fisiologia do Sistema Endócrino**Fisiologia do Sistema Reprodutor**Fisiologia do Sistema Gastrointestinal**Função e Disfunção do Tecido Adiposo**Regulação da Ingestão de Alimentos e do Dispêndio Energético***AULAS PRÁTICAS***Electroencefalografia. Avaliação do Sistema Nervoso Autónomo**Actividade Eléctrica da Pele. Avaliação de Reflexos**Técnicas Diagnósticas em Otorrinolaringologia**Exercício Físico: Sistemas Músculo-Esquelético, Cardiovascular e Respiratório. Regulação da Temperatura e do Metabolismo**Manometria Digestiva e pH Metria**Sistema Digestivo: Endoscopia e Ecografia**Pâncreas Endócrino e Glândulas Suprarrenal e Tiróide - avaliação funcional**Diabetes Mellitus: Diagnóstico e Estratégias Terapêuticas***4.4.5. Syllabus:****THEORETICAL CLASSES***Nervous System Physiology**Physiology of Hearing and Balance, Smell and Taste and Vision**Ageing and Dementia: Physiologic and Biochemical changes**Hearing Biophysics**Physical Exercise and Body Temperature Regulation**Physiology of Endocrine System**Physiology of Reproductive System**Physiology of Gastrointestinal System**Function and Dysfunction of Adipose Tissue**Regulation of Food Intake and Energy Expenditure***PRACTICES CLASSES***Electroencephalography. Autonomic Nervous System Evaluation**Skin Electrical Activity of Skin. Reflex Assessment**Diagnostic Techniques in Otorhinolaryngology**Exercise: Musculoskeletal, Cardiovascular and Respiratory Systems. Temperature and Metabolism Regulation**Gastrointestinal Manometry and pH Metry**Digestive System: Endoscopy and Ultrasound**Endocrine Pancreas, Adrenal and Thyroid Glands- functional evaluation**Diabetes Mellitus: Diagnosis and Therapeutic Strategies***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

O programa da unidade curricular aborda de forma global a fisiologia dos órgãos dos sentidos bem como dos sistemas nervoso, endócrino, reprodutor e gastrointestinal e ainda do tecido adiposo. São estudados aspectos relativos ao exercício físico e à regulação metabólica e da temperatura. Esta abordagem inclui quer conceitos teóricos quer aspectos práticos relacionados com a avaliação da função destes sistemas. Desta forma, o programa permite que os alunos adquiram as bases do funcionamento de diversos órgãos e tecidos bem como da sua integração no organismo humano e ainda os conhecimentos sobre a avaliação das funções dos órgãos e sistemas estudados.

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

The syllabus of the curricular unit addresses globally the physiology of sense organs and nervous, endocrine, gastrointestinal and reproductive systems as wells the adipose tissue physiology. Issues related to physical exercise and metabolic and temperature regulation are also addressed. This approach includes both theoretical concepts and practical aspects related to the evaluation of the function of these systems. In this way, the syllabus enables students to acquire knowledge on the operating basis of various organs and tissues as well as their integration in the human body and also knowledge on function evaluation of the studied organs and systems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**Aulas Teóricas:**

Aulas expositivas. As aulas teóricas servem para direccionar o aluno para os aspectos fundamentais da Fisiologia Humana. Pretende-se com elas que o aluno compreenda as funções dos diferentes órgãos e sistemas e as integrem.

Aulas Práticas:

Com as aulas práticas, pretende-se que o aluno aplique os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. São realizadas aulas laboratoriais num laboratório equipado com sistemas de aquisição e processamento de dados para sinais fisiológicos

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

Lectures. The lectures serve to direct the student to the fundamental aspects of human physiology. It is intended that the student understands the functions of different organs and systems and integrate those functions.

Practical classes:

With the practical classes, the student should apply the knowledge acquired in the theoretical lectures. Laboratory classes are conducted in a laboratory equipped with data acquisition and processing systems for physiological signals

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

As metodologias de ensino empregues são coerentes com os objectivos da unidade curricular. As aulas teóricas permitem transmitir os conhecimentos relativos às bases do funcionamento dos sistemas estudados e da sua integração no organismo humano. Nas aulas práticas laboratoriais, os alunos utilizam sistemas de aquisição e processamento de sinais fisiológicos para medir e avaliar a função desses sistemas.

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

The teaching methodologies employed are coherent with the objectives of the curricular unit. The theoretical lectures transmit knowledge concerning the operating basis of the studied systems and their integration in the human body. In the laboratory practical classes, students use data acquisition and physiological signal processing equipments to measure and evaluate the function of those human body systems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

.Human Physiology. The Basis of Medicine. Oxford Core Texts - G. Pocock and C.D. Richards (2017)

.Berne and Levy Physiology - B.M. Koeppen and B.A. Stanton (2017)

.Human Physiology: an integrated approach - Dee Unglaub Silverthorn (2019)

.Artigos Científicos sobre alguns dos temas ministrados: são disponibilizados os artigos mais recentes e relevantes sobre os temas em causa./Scientific papers: are provided the latest and most relevant papers on the addressed topics.

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

Bioquímica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biochemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBIO

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 28; TP: 14

4.4.1.6. ECTS:

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**Ana Margarida Pires Urbano (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):

É objectivo desta unidade curricular a aquisição de conhecimentos sobre a relação existente entre as características químicas e estereoquímicas e a função das biomoléculas. No final desta unidade curricular os alunos deverão saber: correlacionar a estrutura e reactividade química das biomoléculas com as suas funções biológicas; fundamentar, as estratégias enunciadas na resolução de problemas concretos, usando os conhecimentos aprendidos inclusive sobre mecanismos e cinética enzimática . É ainda objectivo desta unidade curricular a aquisição de capacidade de aprendizagem autónoma seja pesquisando informação na literatura mais relevante disponível na web e em bibliotecas. Esta disciplina constitui uma base de apoio para disciplinas subsequentes, permitindo ao aluno um domínio apreciável sobre os fundamentos da relação estrutura-função biológica e uma capacidade acrescida para interpretação crítica da literatura científica sobre biomoléculas e o comportamento da células.

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

The acquisition of knowledge on the relation between biomolecules chemical properties and stereochemical features and their function is the major goal of this curricular unit. At the end of this course students must know to correlate structure and biologic function, applying concepts learn throughout the course, including enzyme mechanisms and kinetics in problem solving. Students will also acquire the skills to learn autonomously either by searching on the web and/or through specialized literature.

As the structure-function relationship is fundamental this course teaching-learning strategy will provide students with the background knowledge fundamental to many other subjects, as well as the critical skills to understand what is scientifically published about biomolecules behavior and, ultimately, about cells' behaviour.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 Constituição química das principais biomoléculas. Grupos funcionais e reacções de formação dos biopolímeros. Conformação e configuração: importância na estrutura e função das biomoléculas. Interações entre biomoléculas: estereoespecificidade e estereoselectividade

2 Biomoléculas

2.1 Hidratos de Carbono. Monossacarídeos e polissacarídeos. Determinantes estruturais e conformacionais nas propriedades químicas e biológicas. Glicoproteínas e glicolípidos: estrutura e função

2.2 Ácidos Nucleicos. Estrutura e propriedades químicas das unidades monoméricas e polímeros e informação genética

2.3 Lípidos. Estruturas químicas e funções

2.4 Aminoácidos: estrutura e propriedades. Configuração e conformação da ligação peptídica. Gráficos de Ramachandran. Proteínas: organização estrutural. Proteínas simples e conjugadas.

3 Enzimas. Tipos de catálise. Mecanismos e cinética

4 Introdução ao metabolismo de hidratos de carbono e lípidos

4.4.5. Syllabus:

1 Chemical constitution of major biomolecules. Chemical groups reactivity in biomolecules formation. Conformation, configuration: role in structure and function of biomolecules. Biomolecules interactions: concepts of stereoselectivity and stereoselectivity

2 Biomolecules

2.1 Carbohydrates: Monosaccharides and polysaccharides. Structural and conformational major features: role in chemical and biologic properties. Glycoproteins and glycolipids: structure and function

2.2 Nucleic acids. Monomeric units and polymers structure and chemical properties

2.3 Lipids. Chemical structures and functions

2.4 Aminoacids: chemical structures and properties. Peptide bond conformation and configuration. Ramachandran graphics. Proteins: structural organization levels. Simple and conjugated proteins.

3 Enzymes: catalysis types. Several mechanisms of catalysis and catalysis kinetics. Allosteric proteins

4 Introduction to carbohydrates and lipids metabolism

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Ao longo do curso será sempre dada ênfase especial às relações estrutura-reactividade química-funções biológicas de cada polímero biológico e respectivos precursores. A ênfase particular dada à reatividade química e ao control estereoquímico nas biomoléculas, permitirá aos estudantes a aquisição de competências que possibilitam compreender os fundamentos subjacentes às funções biológicas das biomoléculas e, consequentemente, o comportamento das células

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Throughout the course special emphasis is given to the structure-chemical reactivity-biologic functions relationship in each biologic biopolymer and respective precursors. Biomolecules chemical reactivity and stereochemical control, particularly focused in the syllabus, will provide students with skills to understand the fundamentals underlying the biomolecules biologic functions and ultimately about cells' behavior.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
A metodologia aplicada está adaptada aos condicionalismos e estruturas existentes. O ensino terá uma componente teórica onde os alunos adquirirem conhecimentos e o modo de os integrar através de questões levantadas ao longo das aulas quer pelo docente quer pelos alunos. A outra componente será teórico-prática que, dado o número mais reduzido de alunos por turma, permitirá implementar continuamente estratégias de resolução de questões colocadas por grupos de alunos aos colegas, estimulando a competição por via da aquisição de conhecimentos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The methodology will be continuously adapted to the existing physical structures. Teaching will have a theoretic component where students will acquired the ability to apply the acquired knowledge to concrete problems either through questions raised by the teacher or the students. In the other course component, the so-called theoretical-practical lectures, the lower number of students per class will offer conditions to implement strategies of continuous questions solving posed by competing groups of students.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo a que cada ser humano usa de estratégias mentais individualizadas na resolução de situações concretas, um dos principais objectivos do curso é desenvolver o raciocínio bioquímico de cada aluno estimulando estratégias mentais individuais. A metodologia implementada contribui para a aquisição individual de conhecimentos e competências, dado que cada aluno é continuamente estimulado a aprender, quer individualmente quer competindo com os colegas em competições (sabatinas) realizadas entre grupos de alunos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Each person has its own thinking strategy. It is thus the aim of this course to develop the biochemistry reasoning ability by stimulating each student particular skills. The methodology implemented will contribute to the individual acquisition of knowledge and skills since each student will be stimulated to learn autonomously through individual acquisition of knowledge and challenging other students via open competitions between students groups.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Even though there is no recommended bibliography, because major scientific literature on the syllabus is available free online, students may consult the following major biochemistry books
 1. D. L. Nelson & M. M. Cox (2010) *Lehninger Principles of Biochemistry*, 6th ed., W.H. Freeman and Company, New York, USA
 2. J. M. Berg, J. L. Tymoczko & L. Stryer (2007) *Biochemistry*, 6th ed., W. H. Freeman and Company, New York, USA
 3. R.H. Garrett & C.M. Grisham (2000) *Biochemistry*, 2nd ed., Saunders College, Publishing, Orlando, USA

Mapa IV - Química Geral

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Química Geral

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Química Geral

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
162

4.4.1.5. Horas de contacto:
T: 28; TP: 21; PL: 9

4.4.1.6. ECTS:
6

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
Rui Fausto Martins Ribeiro da Silva Lourenço (T: 28; TP: 21; PL: 9)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Promover uma preparação básica em Química para as disciplinas no curso e para a actividade futura do engenheiro, através da revisão, extensão e aplicação de conceitos fundamentais a nível da estrutura atómico-molecular e das transformações químicas, inter-relacionando estas perspectivas.
Pretende-se que o aluno desenvolva competências interpretativas e preditivas de fenómenos macroscópicos (propriedades e transformações dos materiais) em função da estrutura atómico-molecular da matéria.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Promote basic training in chemistry to disciplines downstream in the course and for future activity of the engineer, through the review, extension and application of fundamental concepts both on atomic-molecular structure and chemical transformations, in an interactive way.
It is intended that students develop skills regarding the interpretation and prediction of macroscopic phenomena (properties and transformations of materials), in the light of the atomic-molecular structure of matter.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Estrutura e composição da matéria**
Estrutura atómica.
Tabela Periódica dos elementos.
Ligação química e geometria molecular.
Nomenclatura de compostos químicos.
- 2. Estados físicos da matéria**
Propriedades dos gases.
Forças intermoleculares.
Líquidos e sólidos.
Soluções e propriedades coligativas.
- 3. Princípios de termodinâmica e cinética**
Energia, calor e trabalho.
Entropia e espontaneidade.
Velocidade de reações químicas.
Catálise.
- 4. Equilíbrio químico**

*Princípios gerais de equilíbrio químico.
Reacções de ácido-base.
Equilíbrio de solubilidade.
Reacções de oxidação-redução e eletroquímica.*

5. Temas específicos opcionais

Tópicos de interesse particular para cada licenciatura em engenharia, incluindo a realização de trabalhos experimentais relacionados.

4.4.5. Syllabus:

1. Structure and composition of matter

Atomic structure.

Periodic table.

Chemical bond and molecular structure.

Chemical nomenclature.

2. Physical states

Properties of gases.

Intermolecular forces.

Liquids and solids.

Solutions and colligative properties.

3. Principles of thermodynamics and kinetics

Energy, heat and work.

Entropy and spontaneous change.

Reaction rates.

Catalysis.

4. Chemical equilibrium

General Principles of the chemical equilibrium.

Equilibria in solutions of acids and bases.

Solubility equilibrium.

Redox reactions and electrochemistry.

5. Specific optional subjects

Topics of interest for each specific engineering course, including related experimental works carried out by the students.

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

O conteúdo programático desta UC contempla conceitos básicos da área da Química, com especial ênfase para temas de interesse para o campo da Engenharia a que se destina.

Assim, espera-se que os alunos adquiram competências nesta área, sendo capazes, no final desta UC, de relacionar as propriedades e transformações químicas dos materiais com a respectiva estrutura e movimentos a nível atómico-molecular.

Para tal estruturaram-se aulas de tipologia teórica e teórico-prática focadas essencialmente na necessidade da compreensão de características e mecanismos químicos de materiais para posteriormente se poder utilizar este conhecimento em aplicações práticas no campo da Engenharia.

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

The curriculum of this CU covers basic concepts in the field of Chemistry, with special emphasis on topics of interest to the area of Engineering.

Thus, it is expected that students acquire skills in this area, being able, at the end of the semester, to relate the properties and chemical transformations of materials with their structure and atomic-molecular dynamics.

To achieve these goals, both theoretical and theoretical-practical classes are primarily focused on the need for understanding the characteristics and mechanisms of chemical materials, in order to use this knowledge in practical applications in the field of Engineering.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com exposição detalhada, recorrendo a meios audiovisuais, dos conceitos fundamentais a nível da estrutura atómico-molecular e das transformações químicas previstos no conteúdo programático da unidade curricular.

Aulas teórico-práticas onde sejam discutidos aspectos específicos e aplicações práticas dos conceitos abordados nas aulas teóricas e, com a orientação do docente, os alunos resolvam exercícios de aplicação.

9 horas de aulas práticas laboratoriais, de modo a possibilitar aos alunos um contacto direto com a experiência química relacionada com os conteúdos abordados.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes comprising detailed exposition, using audiovisual media, of basic concepts of atomic-molecular structure and chemical changes, set out in the course syllabus.

Theoretical-practical classes, focusing specific points and practical applications of the basic concepts covered in theoretical classes. Under the teachers' guidance, students will solve exercises on each lectured theme.

A total of 9 hours of laboratory practice will allow the students to contact directly with chemical experiments related to the subjects treated in the theoretical and theoretical-practical classes.

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

De modo a atingir os objectivos delineados para a unidade curricular estruturaram-se aulas de tipologia teórica de um modo dirigido ao Curso a que se destinam, recorrendo a meios audiovisuais suscetíveis de captar a atenção e estimular os alunos, e referindo exemplos e aplicações práticas relacionados com o tema em estudo.

Nas aulas teórico-práticas, são feitos aprofundamentos e revisões da matéria dada, de modo a avaliar o grau de compreensão da mesma por parte dos alunos. Será ainda demonstrada a aplicabilidade dos conceitos teóricos lecionados.

As aulas laboratoriais pretendem introduzir algumas técnicas e práticas experimentais, de modo a equilibrar o teor essencialmente teórico dos conteúdos lecionados. O principal objetivo destas aulas é aumentar a motivação dos alunos para os temas abordados e, deste modo, estimular o estudo com vista a uma melhor compreensão da matéria e, assim, aumentar o índice de sucesso da unidade curricular.

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

In order to achieve the objectives outlined for this curricular unit, theoretical classes were structured according to the Course for which they are designed, using audio-visual materials that could capture attention and stimulate a large group of students, and referring to examples and practical applications related to the topic under study.

In the theoretical-practical classes, insights and revisions of subjects taught are made, in order to assess the degree of understanding of them by students. Moreover, in these sessions it is possible to demonstrate the applicability of theoretical concepts taught. The laboratory classes aim to introduce some experimental techniques and practices, in order to balance the essentially theoretical content of the taught contents. The main objective of these classes is to increase students' motivation for the topics covered while stimulating the study to a better learning and thus increase the success rate of the course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Química", R. Chang (Ed. McGraw Hill, 11ª edição), 2013: Livro de texto de referência

"Química, Princípios e Aplicações", Reger, Goode, Mercer (Ed. F. Gulbenkian), 1997.

"Chemical Principles", P. Atkins & L. Jones (Ed. W.H.Freeman, 7th Edition), 2016.

"Chemistry", S.S. Zumdahl (Ed. Houghton Mifflin, 10th Edition), 2017.

"Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais", William F. Smith (Ed. McGrawHill), 1998.

"Química Geral", J.B. Russel (Ed. Makron Books Company, 2ª Edição), 1994.

"Química Geral: Conceitos Essenciais", R. Chang (Ed. McGraw Hill, 8ª Edição), 2010.

Mapa IV - Sistemas Informáticos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Sistemas Informáticos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Informatics Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ENG

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

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):**César Alexandre Domingues Teixeira (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):

O objectivo desta disciplina é de transmitir conhecimentos aos alunos sobre o funcionamento dos sistemas informáticos modernos incluindo conceitos sobre fundamentos de computadores, representação de dados, funcionamento interno de sistemas operativos, sistemas de ficheiros e bases de dados, redes de computadores, protocolos de comunicação e Internet e programação de aplicações distribuídas.

No final da disciplina os alunos deverão ser capazes de compreender a estrutura e funcionamento geral de sistemas informáticos e ter capacidades para desenvolver, de forma autónoma, aplicações locais e distribuídas.

É objectivo a aquisição das seguintes 5 competências principais:

- trabalho em grupo, resolução de problemas, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma e aplicação prática de conhecimentos teóricos;

e das seguintes 5 competências secundárias:

- análise e síntese, criatividade, comunicação oral e escrita, relações interpessoais

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

The goal of this subject is to convey knowledge to students regarding the operation of modern informatics systems, including concepts regarding basic computer principles, data representation, the internals of operating systems, file systems and databases, computer networks, communication protocols and Internet and programming of distributed applications.

By the end of the subject, students should be able to understand the structure and general operational behaviour of informatics systems and have the skills to develop, in an autonomous way, local and distributed applications.

It is also intended that the student acquires/develops the following 5 core competencies:

- Teamwork, problem solving, critical thinking, independent learning and practical application of theoretical knowledge; and the following 5 secondary competencies:

- Analysis and synthesis, creativity, oral and written communication, interpersonal relations

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Introdução aos conceitos gerais sobre sistemas informáticos.

- Sistemas operativos, linguagens, compiladores.

- Conceitos base sobre redes de computadores e Internet.

- Sistemas de Numeração.

- Representação digital de texto, imagens e audio.

- Visão geral sobre algoritmos e programação.

- Introdução aos Sistemas Operativos.

- Conceitos fundamentais de um sistema operativo: gestão de processos, gestão de memória, sistemas de ficheiros e I/O.

- Sistemas de informação e armazenamento de dados.

- Introdução às redes de dados e ao protocolo IP.

- Protocolos TCP e UDP.

- Comunicação distribuída entre processos.

- O modelo Cliente/Servidor.

- Programação em Sockets TCP e UDP.

- Programação com Invocação de Métodos Remotos.

- O protocolo HTTP.

- Aplicações distribuídas para a Internet.

- Conceitos básicos sobre segurança em aplicações distribuídas

4.4.5. Syllabus:

- *Introduction to basic concepts regarding Informatics Systems.*
- *Operating Systems, languages, compilers.*
- *Basic concepts on networks and Internet.*
- *Numbering Systems.*
- *Digital representation of text, images, and audio.*
- *Overview of algorithms and programming.*
- *Introduction to Operating Systems*
- *Fundamental concepts of an Operating System. Process management, memory management, file system and I/O.*
- *Information systems and data storage.*
- *Introduction to networks and to the IP protocol.*
- *The TCP e UDP protocols.*
- *Distributed communication between processes.*
- *The client/Server model.*
- *Programming with Sockets TCP and UDP.*
- *Programming with Remote Method Invocation.*
- *The HTTP protocol.*
- *Distributed applications for the Internet.*
- *Basic concepts on security of distributed applications.*

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

A unidade curricular começa por fornecer contexto sobre sistemas informáticos em geral, em particular em sistemas locais (i.e., não distribuídos). São abordados os problemas comuns existentes nestes tópicos e como são resolvidos pelos sistemas informáticos atuais. É incluído, neste âmbito, o ponto de vista do programador. De seguida, os conceitos são alargados aos sistemas distribuídos, passando por tópicos fundamentais como o modelo cliente-servidor, protocolos de comunicação e aplicações web. As aplicações distribuídas são mostradas igualmente da perspectiva do programador, sendo demonstrada a forma de criação deste tipo de aplicações, as principais dificuldades envolvidas e formas típicas de as resolver.

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

The curricular unit starts by providing context regarding Informatics Systems in general, in particular in local systems (i.e., non distributed). The typical problems and the ways they are solved by current Informatics Systems are studied. In this context, the developers point of view is also studied. The focus is then moved to distributed systems, including fundamental topics such as the client-server model, communication protocols and web applications. Distributed applications are also show from the developer's perspective. The way of creating this type of applications is demonstrated, along with the main difficulties involved and also with the typical ways of solving such difficulties.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas, recorrendo a meios audiovisuais, com exposição detalhada dos conceitos e princípios fundamentais e com resolução de exercícios que concretizem o interesse prático da matéria e a sua aplicação real. Aulas teórico-práticas com exposição dos conceitos associados à aplicação prática da teoria. Aulas práticas-laboratoriais, onde o docente apoia os alunos na realização de trabalhos práticos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures, using audiovisual media, with detailed exposition of the concepts, principles and fundamental theories, including the resolution of relevant exercises that can demonstrate the utility of the subjects covered. Theoretical-Practical classes to expose and demonstrate the concepts associated with the practical application of the theory. Laboratorial practical classes, where the teacher will support students in achieving the practical assignments.

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

Nesta UC as metodologias de ensino fomentam o envolvimento do aluno desde o início da disciplina, procurando uma aquisição de conhecimentos e competências continua. É com este objectivo que, desde o início, são propostos trabalhos práticos que abordam aspectos centrais dos conceitos leccionados. Com a compreensão das matérias lecionadas, resolução e defesas orais dos problemas propostos e realização do exame estão criadas as condições para a aquisição de competências em resolução de problemas, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma, aplicação prática de conhecimentos teóricos e comunicação oral e escrita. O facto de os trabalhos serem realizados em grupo possibilita a aquisição de competências em trabalho em grupo e relações interpessoais. Num nível mais avançado, a resolução de problemas fomenta a aquisição das competências em análise e síntese e criatividade.

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

In this CU the teaching methodologies promote students involvement since the beginning, with the goal of a

continuous acquisition of knowledge and competences. It is with this goal that practical assignments that target key aspects of the concepts taught are proposed.

With the comprehension of the concepts, with the resolution and oral defenses of the proposed problems and with the exam the conditions are set for the acquisition of competences in problem solving, critical reasoning, autonomous learning, application of theoretical knowledge in practical activities, and oral and written communication. The fact that the assignments are carried out in group allows the acquisition of competences in team work and interpersonal relationships. At an advanced level, solving problems allows the acquisition of competences in analysis and synthesis and creativity.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Nell Dale and John Lewis, "Computer science illuminated," Jones & Bartlett Pub, ISBN: 0763726265, 2006.
- J. Glenn Brookshear, "Computer science: an overview," Addison-Wesley, ISBN: 0321524039, 2007.
- Bruce Eckel, "Thinking in Java: 3rd Edition", Rev 4.0, 2002.<http://www.mindview.net/Books/TIJ/>
- Kathy Sierra and Bert Bates, "Head first Java, 2nd Edition", O'Reilly, ISBN: 9780596009205 0596009208 9781435291799 1435291794, 2005.
- José Alves Marques, Paulo Ferreira, Carlos Ribeiro, Luís Veiga, Rodrigo Rodrigues, "Sistemas Operativos", 2ª edição, FCA, ISBN: 978-972-722-756-3, 2012
- José Alves Marques, Paulo Guedes, "TECNOLOGIA DE SISTEMAS DISTRIBUÍDOS", FCA, ISBN: 978-972-722-128-8, 2003
- José Delgado, Carlos Ribeiro, "ARQUITETURA DE COMPUTADORES", 5ª Edição, FCA, ISBN: 978-972-722-789-1

Mapa IV - Métodos Computacionais para Biomedicina

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Computacionais para Biomedicina

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Methods for Biomedicina

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBIO

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 28; PL: 28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Prevêem-se 3 turmas PL

4.4.1.7. Observations:

there will be 3 PL groups

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

João Carlos Lopes Carvalho (T: 28)

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

Orlando Olavo Aragão Aleixo e Neves de Oliveira 3*(PL: 28); prevêem-se 3 turmas PL / there will be 3 PL groups

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

- *Adquirir os conhecimentos básico de métodos numéricos e computacionais e a sua aplicação a sistemas biológicos e à biomedicina.*
- *Aplicar estes conhecimentos na resolução, por meios computacionais, de problemas na área da biomedicina.*
- *Reconhecer a importância dos métodos computacionais na resolução de problemas complexos em áreas associadas aos processos biológicos e médicos.*
- *Processar e relacionar as questões colocadas com os conhecimentos anteriores.*

Competência em gestão da informação

Competência em raciocínio crítico

Preocupação com a qualidade

Competência em aplicar na prática os conhecimentos teóricos

Competência para resolver problemas

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

- *Acquire basic knowledge of numerical and computational methods applied to biology and medicine.*
- *Apply this knowledge to solving problems in biology.*
- *Recognize the importance of computational methods in solving complex problems associated to biology.*
- *Relate the acquired knowledge with the information acquired in previous related courses.*

Competence in information management

Competence in critical reasoning

Attention to quality

Competence in practical application of theoretical knowledge

Competence on problem solving

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Bases de análise numérica:

- *Zeros e extremos de uma função de uma variável: métodos da bissecção, secante e Newton-Raphson.*
- *Diferenciação numérica: regras de 2, 3 e 5 pontos e método de Richardson.*
- *Integração numérica: regras do trapézio, Simpson, Romberg.*
- *Sistemas lineares de equações: eliminação de Gauss-Jordan, factorização LU.*

Métodos importantes na modelação de sistemas biológicos:

- *Resolução de equações diferenciais ordinárias: métodos de Euler, Euler-Cramer, Runge-Kutta e predictor-corrector.*
- *Resolução numérica de equações de derivadas parciais (elíticas, hiperbólicas e parabólicas).*
- *Método de Monte Carlo: integração, Gillespie.*

4.4.5. Syllabus:

Bases of Numerical Methods:

- *Zeros and extrema of a function: bisection, secant and Newton-Raphson methods.*
- *Numerical differentiation: rules of 2, 3 and 5 points, Richardson Extrapolation.*
- *Numerical integration: Simpson rule, Romberg integration.*
- *Linear systems of equations: Gauss elimination, LU factorization.*

Important methods in modeling biological systems:

- *Solving ordinary differential equations: Euler, Euler-Cromer, Runge-Kutta, predictor-corrector methods;*
- *Solving partial differential equations (elliptic, hyperbolic and parabolic).*
- *Monte Carlo methods: numerical integration, Gillespie.*

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

Todos os conteúdos programáticos estão focados no ensino dos métodos numéricos essenciais para os alunos modelarem a dinâmica de sistemas biológicos. Os alunos são motivados a adquirirem um alto nível de independência na busca de soluções para os problemas propostos. A disciplina possui e estimula uma forte componente prática onde os alunos adquirem competência na resolução de problemas numéricos e computacionais com diferentes níveis de complexidade.

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

The syllabus addresses numerical methods required for the students to be able to model the dynamics of biological systems. The students are motivated to become independent in the search of solutions to the proposed problems. The course possesses and stimulates a strong practical component where students acquire competence in solving numerical and computational problems with diverse complexity levels.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é distribuído por aulas teóricas (T) e práticas (PL).

As Teóricas visam a explanação dos métodos numéricos, aplicados computacionalmente à área da Biomedicina, e estimulam a compreensão e integração dos conhecimentos.

As aulas PL são práticas computacionais e o software utilizado é o MatLab. As PL permitem a implementação e aplicação prática dos métodos estudados, um reforço do ensino teórico, e promovem o trabalho e a discussão em grupo, bem como estimulam o trabalho autónomo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching is divided into theoretical (T) and practical (PL) classes.

The theoretical classes have the aim of demonstrating and explaining the numerical methods that are used in Biomedicine. In these classes it is stimulated the understanding and integration of the new topics with the previously acquired knowledge.

In the practical classes the students implement computationally in MatLab the algorithms learnt in the theoretical classes. The practical classes promote group work and discussion, as well as stimulate the autonomous work.

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

A implementação prática por parte dos alunos dos métodos aprendidos e exemplificados nas aulas teóricas é a melhor maneira para os alunos conseguirem a familiarização com o MatLab e a independência pretendidas. Nas aulas práticas os alunos adquirem a competência, a autonomia e a confiança necessárias para o desenvolvimento de software aplicado à Biomedicina.

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

The practical implementation of the methods developed and exemplified in the theoretical classes is the best way for the students to acquire the intended familiarization with MatLab and independence in programming solutions for biological problems. In practical classes students acquire the competence, autonomy and confidence necessary for the development of software applied to Biomedicine.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- C. Moler, *Numerical Computing with MATLAB*, SIAM (2008).

- Alfio Quarteroni e Fausto Saleri, *Cálculo Científico com MATLAB e Octave*, Springer, 2007.

- Stanley M. Dunn, Alkis Constantinides e Prabhas V. Moghe, *Numerical Methods in Biomedical Engineering*, Academic Press, 2005.

- Jaan Kiusalaas, *Numerical Methods in Engineering with Python 3*, Cambridge University Press (2017).

- Morten Hjorth-Jensen, *Computational Physics*, University of Oslo (2010).

- Tao Pang, *An Introduction to Computational Physics*, Cambridge University Press (2006).

- William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery, *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*, Cambridge University Press, 3rd Edition (2007).

Mapa IV - Inovação e Empreendedorismo Tecnológico

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Inovação e Empreendedorismo Tecnológico

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Innovation and Technological Entrepreneurship

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

GES

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

T: 28; S: 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 Basílio Portas Salgado Simões (T: 28; S: 28)

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

<sem resposta>

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

Pretende-se estimular nos alunos uma atitude de inovação e de empreendedorismo através da discussão dos conceitos chave, do contacto e análise de casos de sucesso e de fracasso e da prática e exploração de cenários. Pretende-se igualmente apoiar os alunos na descoberta e desenvolvimento das qualidades, características e atitudes de empreendedores bem sucedidos.

As principais competências a desenvolver são a atitude positiva, pro-ativa e empreendedora, a capacidade de apresentação de ideias (em forma escrita e oral), a capacidade de negociação e a capacidade de elaboração e defesa de um plano de negócios.

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

We intend to stimulate in students a mindset of innovation and entrepreneurship through discussion of the key concepts and the contact with successful and unsuccessful entrepreneurial cases and the practice and exploration of scenarios.

It also aims to support students in discovering and developing the qualities, characteristics and attitudes of successful entrepreneurs.

The main competences that will be developed are those linked with a positive, pro-active and entrepreneurial attitude, the skills to present ideas and projects (in written and oral form), the ability to negotiate and to prepare and discuss a business plan.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1. Inovação**

- . Definição de Inovação num contexto empresarial**
- . As 5 disciplinas da Inovação**
 - Identificação das necessidades importantes dos clientes e do mercado**
 - Criação de Valor**
 - Campeões da Inovação (Innovation Champions)**
 - Equipas de Inovação**
 - Alinhamento Organizacional**
- . Fóruns de Inovação**
- . Construção de Planos de Inovação**

2. Construção e Apresentação de Propostas de Valor

- Metodologia NABC (Needs, Approach, Bennefit, Competition)**

3. Técnicas de Negociação**4. Plano de Negócios**

- The Customer Development Model (customer discovery; customer validation)**
- Canvas Business Model**

5. Liderança e Empreendedorismo

- Motivação, formação e liderança**
- Ambição**

4.4.5. Syllabus:**1 - The 5 disciplines of Innovation:**

- Identification of importante customer and market needs
- Value creation
- Innovation Champions
- Innovation Teams
- Organizational alignment
- . Innovation Forums
- . Innovation Plans

2. Building and Presenting Value Propositions

- NABC methodology (Needs, Approach, Bennefit, Competition)

3. Negotiation skills**4. Business Plans**

- The Customer Development Model (customer discovery; customer validation)
- Canvas Business Model

5. Leadership and Entrepreneurship

- Motivation, training and leadership
- Ambition
- The importance of networking and of the ecosystem

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

Os conteúdos programáticos estão alinhados com os objetivos curriculares pois o que se pretende é estimular nos alunos uma atitude empreendedora, o que só se consegue praticando e aprendendo com a experiência de empreendedores mais experientes.

Todos os conteúdos estão organizados de forma a estimular essa prática e observação, a qual se torna obrigatória também pela forma de avaliação curricular escolhida.

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

The syllabus is aligned with curricular objectives because the aim is to stimulate in students an entrepreneurial mindset, which can only be achieved by practicing and learning from the experience of more experienced entrepreneurs.

All contents are organized in order to stimulate this practice and observation, which becomes mandatory also due to the evaluation criteria chosen for the discipline.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Procurar-se-á implementar um método de aprendizagem participativo, privilegiando a aquisição activa de competências mais do que a transmissão passiva de conhecimentos. Os alunos, organizados em equipas, terão de efectuar pequenos testes práticos, como por exemplo a construção, apresentação e defesa de uma proposta de valor ou de um plano de negócios simplificado.

Serão dados exemplos práticos de empreendedores, bem e mal sucedidos, e convidados alguns protagonistas nacionais para partilharem a sua experiência.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

A method of participatory learning is implemented, focusing on the active acquisition of skills rather than passive transmission of knowledge. The students, organized in teams, develop small practical tests, such as the construction, presentation and discussion of a value proposition and of a simplified business plan.

Practical examples of entrepreneurs are given, some of them are invited to give a speech to the students, sharing their personnel experience.

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

A metodologia de ensino seguida assenta no desenvolvimento e validação de uma ideia real de negócio, o que está alinhado com os objetivos da unidade curricular pois o que se pretende é estimular nos alunos uma atitude empreendedora.

Todos os conteúdos e métodos de ensino utilizados estão organizados de forma a estimular essa prática e a exercitar as metodologias mais atuais relativas à criação de MVPs e lançamento de startups.

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

The teaching methodologies are based on the validation of a business idea, which is aligned to the aim of stimulating in

students an entrepreneurial mindset.

All contents and teaching methods are organized in order to stimulate this practice and use the modern methodologies of creating MVPs and launching lean startups.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

HBR's 10 Must Reads on Business Model Innovation (with featured article "Reinventing Your Business Model" by Mark W. Johnson, Clayton M. Christensen, and Henning Kagermann)

Harvard Business Review Press (July 2, 2019)

Authors: Clayton M. Christensen, Mark W. Johnson, Rita Gunther McGrath, Steve Blank

The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses

Author: Eric Ries

Publisher: Crown Business (USA)

Publication date, last edition 2017

The 5 Disciplines of Innovation, SRI – Stanford Research Institute, 2010

"The Startup Owner's Manual – The step by step guide for building a great company", www.steveblank.com

http://faculty.babson.edu/academic/sye3/RocketPitch/Student/index.htm

Mapa IV - Projeto em Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto em Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Project in Biomedical engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ENGBIOM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

324

4.4.1.5. Horas de contacto:

S: 4

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):

António Miguel Lino Santos Morgado (S:4)

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(A) estudante será inserido numa equipa de trabalho que se encontre a realizar um projecto de investigação e

desenvolvimento (I&D) ou um projecto técnico, em áreas relacionadas com a Engenharia Biomédica, em ambiente científico, empresarial ou hospitalar.

Para além de competências tecnológicas, pretende-se que o(a) estudante adquira formação alargada e competências associadas ao desenvolvimento e execução de um projecto de Engenharia Biomédica, nomeadamente:

- *Saber fazer a análise de requisitos associada a um projecto de I&D.*
- *Aprender a pesquisar literatura científica e técnica e a interpretá-la criticamente.*
- *Ser capaz de integrar conhecimentos provenientes de várias fontes com vista a compreender um problema e propor uma solução.*
- *Saber comparar dados experimentais com os previstos com base em modelos existentes.*
- *Escrever um relatório técnico e/ou científico com base nos dados obtidos durante o seu projecto.*
- *Apresentar e defender oralmente o projecto.*

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

In this course, the student will be included in a work team tasked with the execution of a research and development or a technical project, in areas related to Biomedical Engineering, in scientific, company or hospital environment.

Besides technological skills, students are expected to acquire a broad training and skills associated with the development and execution of a Biomedical Engineering project, such as:

- *Being able to do the requirement analysis associated to a research and development project.*
- *Learn how to search the scientific and technical literature and interpret that literature critically.*
- *Being able to integrate knowledge acquired from various sources to understand a problem and propose a solution.*
- *Know how to compare experimental data with those predicted based on existing models.*
- *Know how to write a technical or scientific report based on the data obtained during his/her project.*
- *Present and defend orally his/her project.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Nesta unidade curricular, o(a) estudante realiza um projecto de investigação e desenvolvimento ou um projecto técnico, em áreas relacionadas com a Engenharia Biomédica. Este trabalho é individual podendo no entanto ser parte de um projecto que acolha um pequeno grupo de alunos

A unidade curricular inclui uma apresentação oral intermédia do trabalho realizado e a escrita do relatório do projecto final e sua apresentação e defesa perante um júri de peritos.

Os conteúdos programáticos específicos dependem do domínio da projecto e são estabelecidos individualmente para cada aluno(a).

4.4.5. Syllabus:

In this curricular unit the student will do a research and development or a technical project in a area related to Biomedical Engineering. This work is individual but can be part of a project involving a small group of students.

The curricular unit includes one intermediate oral presentation of the project work and the writing of the final report and its presentation and defense for evaluation by a jury of experts.

The specific syllabus depends on the domain of the project and is established individually for each student.

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

O programa corresponde a um projecto científico ou tecnológico na área da Engenharia Biomédica e sua apresentação e defesa pública. A realização com sucesso do projecto implica necessariamente o cumprimento dos objectivos da unidade curricular. Como o programa é totalmente definido pelo projecto a realizar, fica demonstrada a coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular.

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

The syllabus corresponds to a research or technological project in the field of Biomedical Engineering and its public presentation and defense. . So, it is clear that, if the work is successfully completed, the curricular unit objectives will be necessarily fulfilled. As the syllabus is fully defined by the work to be carried out, it is demonstrated the coherence between the syllabus and the curricular unit objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é focado na utilização de métodos e equipamentos avançados e no acompanhamento individual de cada aluno(a). O(A) estudante é integrado num grupo de trabalho, devendo participar activamente nas actividades diárias do grupo e receber orientação tutorial.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching is focused on the use of advanced methods and equipments and on the individual tutoring of each student. The student will be integrated in a work group and should participate actively in the daily activities of the group and getting tutorial supervision.

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

A realização do projecto sob orientação tutorial, integrado numa equipa de trabalho, conduz à aprendizagem dos diferentes aspectos metodológicos associados a um projecto de Engenharia, nos quais se incluem a capacidade de realizar a análise de requisitos e a capacidade de comparar dados experimentais com os dados previstos com base em modelos existentes, dois objectivos de aprendizagem desta unidade curricular.

O carácter interactivo e tutorial do ensino nesta unidade curricular bem como a necessidade de resolver problemas técnicos e científicos para a conclusão do projecto promove a capacidade de integrar conhecimentos e métodos.

A escrita do relatório de projecto e sua apresentação e discussão oral, obriga à aprendizagem na utilização de recursos de pesquisa bibliográfica e na leitura crítica e comunicação científica e técnica.

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

The execution of the project under tutorial guidance, integrated in a work team, foster the learning of the different methodological aspects associated to an Engineering project, namely the ability to do the requirement analysis associated to a research and development project and the ability to compare experimental data with data predicted by existing models, dois learning outcomes of this curricular unit.

The interactive and tutorial teaching method used in this curricular unit, as well as the need to solve technical and scientific problems for successfully conclusion of the project, promotes the ability to integrate knowledge and methods.

Writing the project report and present and discuss it orally promotes learning on the use of resources for literature search, on the critical reading of scientific and technical literature and on scientific and technical communication.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Literatura científica e técnica adequada ao tema do projecto / Scientific and technical literature appropriate to the theme of the project

Introduction to Biomedical Engineering Research Projects and Case Studies, Muhammad Mahadi Abdul Jamil, Penerbit Universiti Tun Hussien Onn Malaysia, 2015

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

Introdução aos Biomateriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Biomaterials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ENGBIOM

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

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):

Jorge Fernando Jordão Coelho (T:28)

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

Hermínio Cipriano de Sousa (PL:28)

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

A disciplina proporciona uma introdução e uma avaliação crítica aos aspectos mais relevantes relacionados com o desenvolvimento de Biomateriais e dos seus usos em aplicações farmacêuticas e biomédicas. Pretende-se que os alunos adquiram os conhecimentos teóricos (básicos/específicos) que lhes permitam compreender todas as abordagens multidisciplinares (incluindo as de Engenharia) envolvidos no desenvolvimento e uso de biomateriais. Estas abordagens estão focadas nas relações mútuas estrutura-propriedade-aplicação dos biomateriais: síntese, processamento, caracterização, propriedades, aplicações, biocompatibilidade e interações com sistemas biológicos, sistemas de entrega de substâncias bioactivas e nanotecnologias. São ainda desenvolvidas competências laboratoriais através da execução de trabalhos/projectos experimentais de laboratório e da assistência/participação em demonstrações laboratoriais. Peritos na área serão convidados a apresentar seminários nos temas da disciplina.

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

This course serves as an introduction and a critical assessment of the major issues related to Biomaterials and to their uses in pharmaceutical and biomedical applications. Students will acquire the required theoretical knowledge to understand all the multidisciplinary approaches (including Engineering) which are involved in the development and applicability of biomaterials. These approaches will be focused on the mutual structure-property-application relationships of biomaterials, namely the synthesis, processing, characterization, properties, applications, biocompatibility and interactions with biological systems, delivery of bioactive substances and nanotechnologies. Laboratory skills will be also improved by carrying out of several specific laboratorial activities and by the attendance/participation in laboratorial demonstrations. Experts in several Biomaterials areas will be invited to present special Seminars on course themes and on other related subjects.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Componente teórica: introdução a polímeros com interesse na área biomédica; introdução aos biomateriais; tipos de biomateriais; aplicações e propriedades mais importantes; perspectiva histórica no desenvolvimento dos biomateriais e das suas aplicações; biomateriais metálicos; biomateriais cerâmicos; biomateriais poliméricos; biomateriais compósitos; biomateriais/dispositivos para aplicações em tecidos moles e em tecidos duros; hidrogéis; sistemas de libertação de substâncias bioactivas; nanobiomateriais. Componente laboratorial: envolve a supervisão tutorial de tarefas/projectos pré-determinados, versando a síntese, processamento e caracterização de biomateriais/dispositivos específicos. Os estudantes estarão organizados em grupos e desenvolverão um projecto laboratorial completo ao longo de todo o semestre. Serão ainda realizadas várias demonstrações laboratoriais pelos docentes (ou com o auxílio de alunos de pós-graduação).

4.4.5. Syllabus:

Theoretical component: introduction to polymers with biomedical interest; introduction to biomaterials; types of biomaterials; applications and important/required properties; historical perspective on the development and application of biomaterials; metallic biomaterials; ceramic biomaterials; polymeric biomaterials; composite biomaterials; biomaterials and biomedical devices for soft- and hard-tissue applications; hydrogels; bioactive substances delivery systems; nanobiomaterials. Laboratorial component: laboratorial classes involve the tutorial supervision of pre-determined laboratorial activities/projects, concerning the synthesis, processing and characterization of specific biomaterials and biomedical devices. Students will be organized in groups and will develop a laboratorial project during the entire semester. Several laboratorial demonstrations will be performed by teachers (with the help of research students).

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

Na primeira parte da disciplina é feita uma introdução e uma avaliação crítica aos aspectos fundamentais dos biomateriais. Assim, pretende-se que os alunos adquiram os conhecimentos (básicos e específicos) que lhes permitam compreender depois todos os aspectos multi/interdisciplinares mais avançados e específicos envolvidos na disciplina, os quais serão apresentados na segunda parte da unidade curricular. Serão sempre fornecidos exemplos ilustrativos e casos práticos (de sucesso/insucesso) para que os alunos estabeleçam julgamentos críticos. A componente laboratorial será essencial: através da realização de um mini-projecto de investigação (a realizar durante todo o semestre), os alunos serão desafiados a desenvolver biomateriais/dispositivos específicos para uma aplicação farmacêutica ou biomédica. A assistência a demonstrações laboratoriais e aos seminários permitirá ainda complementar os seus conhecimentos e aperceberem-se das actividades de investigação em curso no DEQ/FCTUC

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

In the first part of the course it is performed an introduction and a critical assessment on the major issues related to

biomaterials. It is expected that students acquire all the required knowledge (basic/specific) that will allow them to understand all the subsequent advanced multi/interdisciplinary subjects which will be involved in the second part of course. Illustrative examples/case studies (successful/unsuccessful) will be always provided so students may establish critical judgments. Laboratorial classes will be essential: through the execution of a mini-research project (during the entire semester), students will be challenged to develop specific biomaterials/devices for a pharmaceutical/biomedical application (at the same time as they acquire laboratorial skills). The attendance to laboratorial demonstrations and to specific seminars will also complement their knowledge and increase their perception regarding the research currently being carried out at DEQ-FCTUC.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas: exposição oral das matérias usando recursos audiovisuais e acesso a Internet. Os conceitos teóricos serão acompanhados e ilustrados com exemplos, aplicações práticas e casos de estudo. Aulas laboratoriais: pré-preparação das actividades, supervisão das actividades laboratoriais pelos docentes. Os alunos estarão organizados em grupos. As demonstrações laboratoriais serão realizadas pelos docentes (e alunos de pós-graduação). Supervisão tutorial para outras tarefas/projectos que sejam propostos. Serão organizados vários seminários a serem apresentados por especialistas da área

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes: oral exposition, using audiovisual support materials and internet access. Theoretical concepts will be accompanied and supported by application examples and case studies. Laboratorial classes: activities pre-preparation, teaching supervision on laboratorial tasks/procedures. Students organized in groups. Laboratorial demonstrations on some selected issues, to be performed by teachers with the help of research students. Tutorial supervision for other tasks and projects (if proposed). Special Seminars will be scheduled which will be presented by specialist guest lecturers.

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

Todas as anteriormente referidas metodologias de ensino, bem como os conteúdos programáticos da disciplina, foram escolhidos tendo em consideração os objectivos (gerais e específicos) estabelecidos para a mesma. Assim e por exemplo, o uso frequente de recursos audiovisuais e o acesso a Internet, juntamente com outros exemplos ilustrativos e aplicações práticas/casos de estudo, ajudarão os alunos a ter uma perspectiva global das temáticas envolvidas na disciplina, em particular do seu carácter evidentemente inter- e multidisciplinar. Além disso, as aulas laboratoriais (a realização de um mini-projecto de investigação) e a assistência a demonstrações laboratoriais e a Seminários específicos leccionados por "experts" na área, irão igualmente contribuir para atingir os objectivos propostos na disciplina. Com isto, os estudantes perceberão também em que situações/contextos é que os profissionais de Engenharia Química poderão desenvolver actividades e contribuir para o avanço destas áreas

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

All the already referred teaching methodologies, as well as the course syllabus, were chosen taking in consideration the course established goals (general and specific). For example, the frequent use of audiovisual resources and of Internet access, together with other illustrative examples, practical applications and case studies, will help students to have a global perspective on all course subjects, namely on its highly inter- and multidisciplinary character. In addition, the laboratorial activities (the execution of a mini-research project) and the attendance/participation to/in other laboratorial demonstrations and to those special Seminars to be presented by other experts in the field, will also contribute to reach the proposed course goals. Moreover, students will also understand how/where can Chemical Engineering professionals perform activities and contribute for further advances in these fields

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*. Park, R.S. Lakes, Biomaterials. An Introduction, 3rd Ed., Springer Science, NY, USA, 2007.
B.D. Ratner, A.S. Hoffman, F.J. Schoen, J.E. Lemons, (Eds.), Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine, 2nd Ed., Academic Press, Elsevier, The Netherlands, 2013.
J.B. Park, J.D. Bronzino, (Eds.), Biomaterials. Principles and applications, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2003.
M. Jenkins (Ed.), Biomedical Polymers, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2007.
C.T. Laurencin, L.S. Nair, (Eds.), Nanotechnology and Tissue Engineering, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2008.
Saltzman, W.M., Drug Delivery – Engineering Principles for Drug Therapy, Oxford University Press, 2001.
G.E. Wnek, G.L. Bowlin, Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical engineering, 2nd Ed., Vols 1-2, Informa Healthcare, NY, USA, 2008.*

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:

As metodologias de ensino e didáticas seguidas no plano de estudos estimulam os alunos com a aquisição de

informação e de conhecimentos, com a reflexão crítica e com a pluralidade de técnicas científicas e tecnológicas desenvolvidas. Isto contribui para atingir os objetivos das unidades curriculares do plano de estudos ao reforçar a aprendizagem dos conteúdos e as capacidades do exercício prático das respetivas competências. Estas são desenvolvidas e testadas nas aulas laboratoriais das diferentes unidades curriculares. As metodologias são aplicadas com a flexibilidade necessária ao conhecimento anterior dos estudantes, de modo a colmatar as eventuais lacunas e permitir uma continuidade da aquisição de conhecimentos.

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

The methodologies of teaching and didactics followed in the curriculum stimulate the students with the acquisition of information and knowledge, with the critical reflection and with the plurality of scientific and technological techniques developed. This contributes to achieving the objectives of curricular units of the curriculum by reinforcing the learning of content and the practical skills of their respective competences. These are developed and tested in the laboratory classes of the different curricular units.

The methodologies are applied with the necessary flexibility to the previous knowledge of the students, in order to fill any gaps and allow a continuity of the acquisition of knowledge.

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

As formas de verificação da correspondência entre a carga média de trabalho necessária aos estudantes e o valor estimado em ECTS são os resultados dos inquéritos aos estudantes, os dados dos relatórios da unidade curricular e dos responsáveis de unidade curricular analisados pelo coordenador em conjunto com as reuniões de docentes do curso, do coordenador do curso e de estudantes.

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

The ways of verifying the correspondence between the average workload required from students and the estimated value in ECTS are the results of the surveys to students and the curricular unit final reports, as well as curricular unit responsible reports analyzed by the coordinator in conjunction with the meetings with teachers, course coordinator and students.

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A garantia da correspondência dos métodos de avaliação com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular é implementada com o recurso aos diferentes elementos de avaliação adotados tais como o desempenho e a participação dos estudantes nas aulas, a realização de testes, a apresentação de trabalhos, apresentações públicas e exames.

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

The means to ensure the correspondence of the evaluation methods with the learning objectives of the curricular unit are implemented by the use of diverse adopted assessment elements such as the students' performance and participation in class as well as in tests, presentations, papers and exams.

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

As metodologias de ensino adotadas estimulam a criação de hábitos de investigação, reflexão e debate, os quais são complementados com a realização de trabalhos de estudo e análise, bem como apresentações orais, favorecendo a aquisição das competências e ferramentas indispensáveis ao desenvolvimento de atividades científicas.

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

The adopted teaching methodologies foster the creation of scientific research habits, reflection and debate, which are complemented with study and analysis, as well as oral presentations, favoring the acquisition of skills and tools necessary to scientific activities development.

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:

Nos termos do disposto no número 1 do artigo 9º do Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de março, revisto pelo DL nº 65/2018 de 16 de agosto, “o ciclo de estudos conducente ao grau de Licenciado tem 180 a 240 créditos e uma duração normal compreendida ente seis a oito semestres curriculares de trabalho dos alunos”. Tendo por base este artigo, decidiu-se

que a Licenciatura será em regime semestral, com a duração de 6 semestres letivos, num total de 180 ETCS. Esta escolha vai ao encontro da estrutura curricular prevista para os demais cursos de Licenciatura do Departamento de Física e da generalidade dos cursos de Licenciatura da FCTUC, o que permite uma otimização dos recursos materiais e humanos (corpo docente), bem como a partilha de unidades curriculares com os referidos cursos. A atribuição do número de ECTS a cada unidade curricular (uc) foi baseada na longa experiência adquirida com o Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica. Foi adotado o padrão 1 ECTS = 27 horas de trabalho.

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:

Following the provisions of paragraph 1 of article 9 of Decree-Law no. 74/2006 of March 24, reviewed by DL n° 65/2018 of 16 August, "the cycle of studies leading to the Graduate degree has 180 to 240 credits and a normal duration comprised between six and eight curricular semesters of student work ". Based on this article, it was decided that the Bachelor/Graduation program will be organized in semesters, with a duration of 6 academic semesters, with a total of 180 ETCS. This choice is in line with the curricular structure of the other Graduation courses of the Department of Physics and most of the Graduation programs of FCTUC, which allows an optimization of the material and human resources (faculty staff), as well as the sharing of courses with those programs. The number of ECTS of each course was based on the long experience previously acquired with the Master in Biomedical Engineering. The conversion between working hours and ECTS is 1 ECTS = 27 working hours.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

Utilizaram-se os resultados dos inquéritos pedagógicos, levados a cabo pela Universidade de Coimbra, e a troca de impressões tida em contextos informais estabelecidos entre docentes e estudantes no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica para obter a adequação do número de ECTS das unidades curriculares.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

The results of the pedagogical surveys, carried out by the University of Coimbra, and the informal contacts established between teachers and students in the scope of the Integrated Master in Biomedical Engineering were used to obtain the appropriate ECTS credits of each course.

4.7. Observações

4.7. Observações:

Para obtenção do grau de Licenciado em Engenharia Biomédica (LEB) é necessário completar 180 ECTS, incluindo um Projeto em Engenharia Biomédica (12 ECTS) no sexto semestre. Este projeto tem características de projeto integrador, refletindo a formação multidisciplinar obtida nesta Licenciatura. Pode decorrer em ambiente clínico, industrial ou académico (neste caso em laboratórios e centros de investigação, ligados ou não a Universidades), em contexto de investigação ou de inovação de caráter aplicado (em qualquer dos casos existe sempre um orientador ligado à Universidade de Coimbra). Em todas as circunstâncias o Projeto será orientado para um tema de investigação científica ou desenvolvimento tecnológico na área da Engenharia Biomédica.

Na lecionação do curso tem uma participação importante outra Unidade Orgânica da Universidade de Coimbra, a Faculdade de Medicina, e esta participação tem como objetivo principal a excelência da formação ao permitir que os seus docentes, investigadores e especialistas lecionem unidades curriculares ou módulos específicos de unidades curriculares da LEB.

A Licenciatura em Engenharia Biomédica não inclui estágio, mas estão disponíveis estágios de verão, de frequência voluntária, em unidades de investigação, clínicas e empresas, para os alunos interessados em aprofundar os seus conhecimentos em áreas específicas.

4.7. Observations:

To obtain a Bachelor's Degree in Biomedical Engineering (LEB) it is necessary to complete 180 ECTS, including a Project in Biomedical Engineering (12 ECTS) in the sixth semester. This project has characteristics of integrative project, reflecting the multidisciplinary training obtained in this Degree. It can be carried out in a clinical, industrial or academic environment (in this situation in laboratories and research centers, linked or not to Universities), in a research or innovation context of applied character (in any case there is always a supervisor connected to the University of Coimbra). In all circumstances, the Project will be oriented to a topic of scientific investigation or technological development in the area of Biomedical Engineering.

Another Organic Unit of the University of Coimbra, the Faculty of Medicine, participates in teaching courses of the LEB, and this participation has as its main objective the excellence of training by allowing its teachers, researchers and specialists to teach curricular units or specific modules of LEB curricular units.

The degree in Biomedical Engineering does not include internships but just summer internships, with voluntary attendance, available on research units, clinics and companies for students interested in deepening their knowledge in

specific areas.

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.

João Carlos Lopes de Carvalho, Doutorado, Professor Associado com Agregação, em tempo integral

João Manuel Rendeiro Cardoso, Doutorado, Professor Auxiliar, em tempo integral

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Rui Manuel Dias Cortesão dos Santos Bernardes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências da Saúde	100	Ficha submetida
Francisco José Santiago Fernandes Amado Caramelo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências Biomédicas	100	Ficha submetida
Jorge Fernando Jordão Coelho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
António Dourado Pereira Correia	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Original: Automatique (França) Equivalência: Engenharia Electrotécnica - Instrumentação e Controlo	100	Ficha submetida
Alberto Jorge Lebre Cardoso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Filipa Isabel Gouveia de Melo Borges Belo Soares	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física Tecnológica	100	Ficha submetida
César Alexandre Domingues Teixeira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrónica e Computação (Especialidade: Processamento de Sinal Biomédico)	100	Ficha submetida
Ana Luísa Monteiro de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Bioquímica	100	Ficha submetida
Manuel Joaquim Baptista Fiolhais	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
João Manuel de Sá Campos Gil	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
António Miguel Lino Santos Morgado	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física (especialidade Física Tecnológica)	100	Ficha submetida
José Paulo Pires Domingues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física na especialidade de Física Tecnológica	100	Ficha submetida
Rui Fausto Silva Lourenço	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
João Carlos Lopes de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Física	100	Ficha submetida
Dmitry Vorotnikov	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida

Adérito Luís Martins Araújo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Applied Mathematics	100	Ficha submetida
João Eduardo da Silveira Gouveia	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Rui Davide Martins Travasso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Pedro Almeida Vieira Alberto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Paula Isabel da Silva Moreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas	100	Ficha submetida
Décio Ruivo Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	História e Ensino da Física	100	Ficha submetida
Maria Benilde Faria de Oliveira e Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física experimental	100	Ficha submetida
Ana Paula Cruz Escada	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Joana Margarida Mavigné de Andrade Alves de Sousa Nunes da Costa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Francisco Filipe Bento Neves	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Física Experimental de Partículas	20	Ficha submetida
Paulo Jorge Baeta Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física da Radiação	100	Ficha submetida
Vitali Iourievitch Tchepel	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Physics and Mathematics	100	Ficha submetida
Joaquim Marques Ferreira dos Santos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Paulo Alexandre Vieira Crespo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Maria Isabel Silva Ferreira Lopes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Alexandre Miguel Ferreira Lindote	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Física	20	Ficha submetida
Maria Filomena Rabaça Roque Botelho	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Medicina	100	Ficha submetida
João Miguel Dias Ferreira Nogueira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Maria Alexandra Albuquerque Faria Pais	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Geofísica Interna	100	Ficha submetida
Orlando Olavo Aragão Aleixo e Neves de Oliveira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Francisco Paulo de Sá Campos Gil	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Miguel de Sá e Sousa de Castelo Branco	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Medicina	100	Ficha submetida
Cristina Maria Tristão Sena	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
Bárbara Cecília Bessa dos Santos Oliveiros Paiva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências da Saúde - Ramo de Ciências Biomédicas	100	Ficha submetida
José Basílio Portas Salgado Simões	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Física Tecnológica	15	Ficha submetida
Raquel Maria Fino Seiça	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Medicina (Ciências Fisiológicas)	100	Ficha submetida

João Pedro de Almeida Barreto	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Marco Alexandre Cravo Gomes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Hermínio José Cipriano de Sousa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química - Especialidade de Química-Física	100	Ficha submetida
Olga Silvério Carvalho	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas	20	Ficha submetida
Adriana Isabel Dias Roque	Assistente convidado ou equivalente	Mestre	Medicina	20	Ficha submetida
António Carlos Miguel Bento	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Physics	100	Ficha submetida
Ana Margarida Malaquias Pires Urbano	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Bioquímica	100	Ficha submetida
João Manuel Rendeiro Cardoso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física - ramo de Física Tecnológica	100	Ficha submetida
				4495	

<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.

49

5.4.1.2. Número total de ETI.

44.95

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	44	97.886540600667

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):	44.75	99.555061179088

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	32.75	72.85873192436	44.95
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0.2	0.44493882091212	44.95

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	42	93.437152391546	44.95
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0.2	0.44493882091212	44.95

Pergunta 5.5. e 5.6.

5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

O procedimento de avaliação dos docentes da UC tem por base o disposto no “Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes da Universidade de Coimbra”. A avaliação do desempenho dos docentes da UC é efetuada relativamente a períodos de três anos e tem em consideração quatro vertentes: investigação; docência; transferência e valorização do conhecimento; gestão universitária e outras tarefas.

O processo de avaliação compreende cinco fases (autoavaliação, validação, avaliação, audiência, homologação). O resultado final da avaliação de cada docente é expresso numa escala de quatro posições: excelente, muito bom, bom e não relevante.

Antes de cada novo ciclo de avaliação, cada Unidade Orgânica define, para as suas áreas disciplinares, o conjunto de parâmetros que determinam os novos objetivos do desempenho dos docentes e cada uma das suas vertentes, garantindo, assim, permanente atualização do processo.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The academic staff performance evaluation procedures of the University of Coimbra (UC) are set in the “UC’s Regulation for Teacher Performance Evaluation”. This regulation establishes the mechanisms to identify the teacher performance goals for each evaluation period. It clearly states the institution’s vision across its different levels and simultaneously outlines a clear reference board to value the teachers’ activities with the goal of improving their performance. At UC teachers’ performance evaluation is carried out over three-year periods and takes into account four pillars: research; teaching; knowledge transfer and enhancement; university management and other tasks.

Before a new evaluation cycle, each Organic Unit identifies for its subject areas a set of parameters that define the new teacher performance goals and their components, thus ensuring the continuous updating of this process.

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.

As aulas da Licenciatura em Engenharia Biomédica (LEB) têm lugar em 8 departamentos da FCTUC e ainda na Faculdade de Medicina. Em cada um destes locais existe pessoal não docente que dá apoio às aulas da LEB. No Departamento de Física, responsável por coordenar a Licenciatura em Engenharia Biomédica, o quadro de pessoal não docente tem 11 funcionários em regime de dedicação exclusiva. Todos eles estão afetos aos ciclos de estudos lecionados no DF, que incluem a LEB

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

The Bachelor in Biomedical Engineering (LEB) classes take place in 8 departments of FCTUC and in the Faculty of Medicine. In each of these places there is nonacademic staff that supports MEB classes. In the Department of Physics, responsible for coordinating the LEB, non-teaching staff includes 11 employees under permanent contract. They are all assigned to the study cycles coordinated by the DF, which include the LEB.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

No Departamento de Física, responsável por coordenar a Licenciatura em Engenharia Biomédica, o quadro de pessoal não docente tem 11 funcionários em regime de dedicação exclusiva: um doutorado, 3 licenciados, três com o 12.º ano de escolaridade e os restantes 4 com qualificações inferiores ao 12º ano de escolaridade. Todos eles estão afetos aos ciclos de estudos lecionados no DF, que incluem a LEB

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

In the Department of Physics, responsible for coordinating the LEB, non-teaching staff includes 11 employees under permanent contract: a PhD holder, 3 graduates, three with 12th grade, and the remaining four with qualifications lower than the 12th grade. They are all assigned to the study cycles coordinated by the DF, which include the LEB.

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A Universidade de Coimbra garante uma avaliação do desempenho do seu pessoal não docente de acordo com o disposto na lei que rege o SIADAP que adotou o método de gestão por objetivos, estabelecendo uma avaliação do desempenho baseada na confrontação entre objetivos fixados e resultados obtidos. O processo de avaliação é bienal e concretiza-se em reuniões com o avaliador, superior hierárquico imediato, para negociação e contratualização dos objetivos anuais e para comunicação dos resultados da avaliação; e no preenchimento de um formulário de avaliação. A avaliação visa identificar o potencial de desenvolvimento do pessoal e diagnosticar necessidades de formação. Para a aplicação do SIADAP, o processo é supervisionado pela Comissão Paritária e pelo Conselho Coordenador da Avaliação.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The University of Coimbra guarantees a performance evaluation of its nonteaching staff in accordance with the provisions of the law that governs the SIADAP that adopted a method of management by objectives, establishing a performance evaluation based on the comparison between established objectives and the obtained results. The evaluation process is biennial and takes place: in meetings with the evaluator, immediate hierarchical superior, for negotiation and contracting of the annual objectives and for communication of the results of the evaluation; and completing an evaluation form. The evaluation aims to identify the staff development potential and to diagnose training needs. For the SIADAP implementation, the process is overseen by the Joint Committee and the Evaluation Coordinating Council.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

A maioria das aulas da LEB terá lugar no Departamento de Física onde existe 1 auditório, 2 anfiteatros, 9 salas de aulas, 3 salas de computadores e 9 laboratórios didáticos (Engenharia Biomédica; Eletrónica; Física Moderna; Física Nuclear e da Radiação; Mecânica; Termodinâmica; Eletromagnetismo, Ondas e Ótica; Ótica e Fotónica Avançada). Os alunos utilizarão ainda salas de aulas e laboratórios didáticos dos Departamentos de Matemática, Química, Ciências da Vida, Eng. Eletrotécnica e de Computadores, Eng. Informática e Eng. Química e da Faculdade de Medicina. Na disciplina Projeto em Engenharia Biomédica, os alunos trabalharão nos Centros de Investigação associados à LEB. Os estudantes terão acesso livre às tecnologias de informação (Eduroam, Biblioteca de conhecimento online b-On, repositório "Estudo Geral", licença de campus Matlab), às bibliotecas da UC, como a Biblioteca de Física e Química e a Biblioteca das Ciências da Saúde, e ao Centro Ciência Viva Rómulo de Carvalho.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

Most of the LEB classes will take place in the Department of Physics where there are available 1 auditorium, 2 amphitheatres, 9 classrooms, 3 computer rooms and 9 didactic labs (Biomedical Engineering; Electronics; Modern Physics; Nuclear and Radiation Physics; Mechanics; Thermodynamics; Electromagnetism, Waves and Optics; Advanced Optics and Photonics).

The students will also use classrooms and didactic labs from the Departments of Mathematics, Chemistry, Life Sciences, Electrical and Computer Eng., Informatics Eng. and Chemical Eng. and the Faculty of Medicine. In the unit "Project in Biomedical Engineering", the students will work on the Research Centers associated to LEB.

The students will have free access to information technologies (Eduroam, Online Library of Knowledge b-On, "Estudo Geral" repository, Matlab campus license), to the UC libraries, namely the Library of Physics and Chemistry and the Library of Health Sciences, and to the Ciência Viva Center Rómulo de Carvalho.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):**Equipamento principal:**

Computadores em salas de aulas e laboratórios didáticos na FCTUC e na FMUC, projetores vídeo em todas as salas. Kits Ótica Ondulatória (Difração, Aberrações, Polarização, Eletro-Óptica, Interferência e Holografia); Ótica de Fourier; Lasers (diodo, Nd:YAG, Q-Switch, He-Ne, fibra de Érbio); Comunicações óticas.

Espectrómetros; Experiência de e/m do eletrão; Kit de eletrostática e ótica básica; Lâmpadas espectrais; Placas 3-D Magnetic Field Demo.

Câmaras CCD; Experiências: Efeito Fotoelétrico, Raio-X, Difração de Eletrões, Efeito de Zeeman, de Franck-Hertz, de Millikan, Ressonância de Spin Eletrónico, Corpo Negro; Microscópio de Efeito de Campo.

Sistemas de Aquisição de Dados Biomédicos BioPac com todos os acessórios.

Sistemas de desenvolvimento para microcontroladores: PIC; Arduino

Postos de trabalho de eletrónica (osciloscópio e multímetro digital, gerador de ondas, fonte de alimentação).

Rede wireless da UC

Equipamento dos Centros de Investigação associados.

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):**Main equipment:**

Computers in classrooms and didactic labs in FCTUC and FMUC, video projectors in every classroom

Wave optics kits (Diffraction, Aberrations, Polarization, Electro-Optics, Interference and Holography); Fourier Optics;

Lasers (diode, Nd:YAG, Q-Switch, He-Ne, Erbium fiber); Optical communications.

Spectrometers; Electron e/m experiment; Basic optics and electrostatics kit; Spectral lamps; 3-D Magnetic Field Demo.

CCD cameras; Experiments: Photoelectric effect, X-Ray, Electron diffraction, Zeeman effect, Franck-Hertz's, Millikan's, Electron Spin Resonance, Blackbody; Field effect microscope.

Biomedical data acquisition systems BioPac with all accessories.

Development systems for microcontrollers: PIC; Arduino

Electronics workplaces (oscilloscope, digital multimeter, wave generator, dual power supply)

UC Wireless network

Equipment from the associated Research Centers.

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
Centro de Matemática da Universidade de Coimbra (CMUC)	Excelente / Excellent	Universidade de Coimbra / University of Coimbra	5	
Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP)	Excelente / Excellent	Univ. de Coimbra, Univ. de Lisboa, Univ. do Minho / Univ. of Coimbra, Univ. of Lisbon, Univ. of Minho	5.4	

Coimbra Institute for Biomedical Imaging and Translational Research (CIBIT)	Excelente/Excellent	Universidade de Coimbra / University of Coimbra	4
Centro de Química da Universidade de Coimbra (CQUC)	Excelente/Excellent	Universidade de Coimbra / University of Coimbra	1
Centro de Informática e Sistemas da Universidade de Coimbra (CISUC)	Excelente/Excellent	Universidade de Coimbra / University of Coimbra	3
Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos (CEMPRE)	Excelente/Excellent	Universidade de Coimbra / University of Coimbra	1
Instituto de Sistemas e Robótica de Coimbra (ISR-UC)	Excelente/Excellent	Universidade de Coimbra / University of Coimbra	1
Centro de Física da Universidade de Coimbra (CFisUC)	Muito bom/Very Good	Universidade de Coimbra / University of Coimbra	9
Centro de Inovação em Biomedicina e Biotecnologia (CIBB) (consórcio CNC/iCBR)	Muito bom/Very Good	Universidade de Coimbra / University of Coimbra	7.2
Laboratório de Instrumentação, Engenharia Biomédica e Física das Radiações (LIBPhys)	Muito bom/Very Good	Univ. de Coimbra Univ. Nova Lisboa Univ. de Lisboa / Univ. of Coimbra, New Univ. of Lisbon, Univ. of Lisbon	3.15
Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta (CIEPQPF)	Muito bom/Very Good	Universidade de Coimbra / University of Coimbra	1
Instituto de Telecomunicações (IT)	Muito bom/Very Good	Univ. de Coimbra, Univ. de Aveiro, Univ. de Lisboa / Univ. of Coimbra, Univ. of Aveiro, Univ. of Lisbon	1

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/c48546b7-e650-ef13-74dc-5e8355668c03>

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/c48546b7-e650-ef13-74dc-5e8355668c03>

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.

FCT-SAICT

28039-A imagem não-invasiva por tomografia de coerência ótica na doença neurodegenerativa: da retina animal ao cérebro humano.

28758-Desenvolvimento de um dispositivo médico baseado em ultrassons para caracterização objetiva da catarata.

30295-Imagiologia de detetor de pixel único para medições de tempo de vida de fosforescência em marcadores biomédicos.

31784-Eletrónica Epidérmica e Vestível para Biomonitorização

32162-Elastografia de Coerência Ótica para imagiologia das propriedades mecânicas da retina

32625-Métodos verdes para preparar aerogel esterilizado à base de biopolímeros

STIPED–Non-Invasive Brain Stimulation in Pediatric Neuropsychiatric Disorders

H2020-825572-Wearable Electronics for Effective Lung Monitoring

Parcerias/Consórcios

European Research Infrastructure for Imaging Technologies in Biological and Biomedical Sciences

Brain Imaging Network

European Clinical Research Infrastructure Network

EATRIS-European Infrastructure for Translational Medicine

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.

FCT-SAICT

28039-Non-invasive optical coherence tomography towards the imaging of the neurodegenerative disease: from the animal retina to the human brain

28758-Development of a medical device based on ultrasounds for objective cataract characterization and optimal

phacoemulsification energy evaluation**30295-Single Pixel Imaging for phosphorescence lifetime measurements in biomedical markers.****31784-Electronic Skin over Epidermis for wearable bio-monitoring****32162-Optical Coherence Elastography for imaging retina mechanical properties****32625-Green method to prepare sterilized biopolymer-based aerogels****STIPED–Non-Invasive Brain Stimulation in Pediatric Neuropsychiatric Disorders****H2020-825572-Wearable Electronics for Effective Lung Monitoring****Partnerships/Consortia****European Research Infrastructure for Imaging Technologies in Biological and Biomedical Sciences****Brain Imaging Network****European Clinical Research Infrastructure Network****EATRIS-European Infrastructure for Translational Medicine**

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:

Este curso constitui o primeiro passo na formação de base de um Engenheiro Biomédico no processo de aquisição de competências definidas pelos descritores de Dublin. Os seus licenciados deverão ser o garante de uma comunicação clara e objetiva, decorrente da sua formação básica em engenharia, com os profissionais clínicos, envolvendo não apenas aspetos técnicos e científicos, mas também sociais e éticos. O grau de licenciado deve ser encarado como um estágio intermédio no processo profissionalizante, sendo o sector alvo de empregabilidade o clínico e hospitalar. A necessidade de aumento da oferta profissional nesta área é reconhecida pela Direção-Geral da Saúde e Ministério da Saúde, e encarada como de interesse estratégico para o SNS. Podem também desempenhar funções técnicas especializadas em sectores complementares da saúde ligados à indústria, serviços e investigação. A taxa oficial de desemprego deste curso é inferior a 3% (abaixo da média geral de recém-diplomados de 3,4%).

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

This course is the first step in the training process of a Biomedical Engineer concerning the acquisition of skills defined by the Dublin descriptors. The graduates should be the stronghold of clear and objective communication, due to their engineering training, with clinical professionals, involving not only technical and scientific aspects, but also social and ethical. The Graduate degree should be faced as an intermediate stage in the professionalizing process, being the clinical and hospital environment the target employment sectors. The requirement to increase the professional supply in this area is recognized by the National Health Department, and it is considered of strategic relevance to the National Health System. The graduates can also perform specialized technical tasks in additional health related sectors such as industry, services and research. The current official unemployment rate for this course is less than 3% (below the overall average of 3.4% for recent graduates).

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

A experiência acumulada do Mestrado Integrado, permite antecipar uma procura significativa, sendo expectável que a totalidade das vagas seja preenchida. O histórico de admissão coloca a licenciatura num dos cursos mais procurados da Faculdade de Ciências e Tecnologia, com um histórico de médias de admissão consistentemente acima de 17 valores e tendencialmente em primeira escolha. Apesar da existência de cursos semelhantes a nível regional (Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e Universidade de Aveiro), não é expectável que o perfil de admissão seja alterado. A bacia de recrutamento centra-se na região Centro (Coimbra, Aveiro, Viseu e Leiria) estendendo-se de forma significativa para o Norte do país (Braga e Porto). Acresce o potencial de atração de estudantes estrangeiros, principalmente Espanha e de Língua Portuguesa, de onde se destaca o Brasil. Para atingir esse objetivo, a sua divulgação deverá continuar a ser feita em portais de oferta formativa nacionais e internacionais.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

Based on the experience with the Integrated Master, it can be anticipated that this course will have a very strong demand and that the total number of places will be filled. This course is one of the most sought for the Faculty of Science and Technology, with an average admission grade consistently above 17 and as a first choice. Despite the existence of similar courses at the regional level (Instituto Superior de Engenharia de Coimbra and Universidade de Aveiro), it is not expected to observe great changes in the admission profile. The recruitment basin focuses on the Centro region (Coimbra, Aveiro, Viseu and Leiria) significantly extending to the north region (Braga and Porto). In addition, the potential for attracting foreign students, mainly Spain and Portuguese language (Brazil standing out). In order to achieve this goal, its dissemination should continue to be made in national and international portals.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Não existem parcerias com outras Instituições de Ensino Superior da Região. Contudo, existem parcerias, na forma de protocolos de colaboração clínica formativa, entre unidades orgânicas da Faculdade de Ciências e Tecnologia e diversas instituições que prestam serviços médicos, com destaque para o Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC), o hospital de referência da Região Centro de Portugal.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

There are no partnerships with other High Education Institutions in the region. However, there are partnerships, in the form of protocols of clinical collaboration, between Research Units of the Faculty of Sciences and Technology and several Institutions that provide medical services with emphasis to the Coimbra Hospital and University Center (CHUC), the reference hospital of the Central Region of Portugal.

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:

O panorama no Espaço Europeu é relativamente heterogéneo no que respeita à estrutura, extensão e organização curricular dos cursos de Engenharia Biomédica. O projeto BIOMEDEA, lançado a nível europeu por diversas instituições e sociedades, pretendeu estabelecer um consenso a nível europeu quanto à harmonização dos planos curriculares dos cursos de LEB e dos critérios para a acreditação e certificação dos programas de LEB, na Europa, de modo a permitir a mobilidade transnacional a nível dos cursos, dos estágios e dos empregos. Relativamente à licenciatura sobressaem 4 cursos de referência no espaço Europeu: da Universidade Técnica de Eindhoven (Holanda), da Universidade de Aalborg (Dinamarca), da Universidade de Ciências Aplicadas de Aachen (Alemanha) e da Universidade de Pádua (Itália).

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The panorama in the European Area is relatively heterogeneous considering the structure, extension and curricular organization of Biomedical Engineering degrees. The BIOMEDEA project, which was promoted at European level by various institutions and societies, sought to establish a European consensus on the harmonization for the degrees of LEB curricula and the criteria for accreditation and certification of LEB program throughout in Europe, in order to enable transnational mobility at the level of individual courses, traineeships and jobs. There are 4 reference degrees: the Technical University of Eindhoven (Holland), the University of Aalborg (Denmark), the University of Applied Sciences of Aachen (Germany) and the University of Padova (Italy).

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

As directivas de harmonização de planos curriculares e de critérios para a acreditação e certificação dos programas de EBIOM estabelecidos pelo projecto BIOMEDEA (IFMBE-Int. Federation for Medical and Biological Eng.), permitem identificar programas europeus de referência. As U. de Ciências Aplicadas de Aachen (Alemanha) e de Padova (Itália) oferecem graus de 3 anos em EBIOM como preparação para mestrado com especializações em processamento de imagem e bioinformática, instrumentação biomédica, física médica e bioengenharia. Outras Univ. optam pela oferta do grau de mestrado integrado com opção de "bachelor" após 3 anos, como a U. Aalborg (Dinamarca) e U. Técnica Eindhoven (Holanda). Tal como nestes exemplos, a LEB é projectada para substanciar uma sólida formação nas disciplinas fundamentais de Engenharia (Matemática, Física e Química) complementada por unidades de introdução às áreas de especialização em bioinformática, imagiologia, instrumentação, biomateriais e neurociências.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The BIOMEDEA project (IFMBE - Int. Federation for Medical and Biological Engineering) established guidelines for the harmonization of curricula as well as the criteria for accreditation/certification of EBIOM degrees. Some reference degrees can be highlighted such as those from U. of Applied Sciences Aachen (Germany) and U. of Padova (Italy) with a 3 year offer as preparation for MSc in specialization areas such as image processing and bio-informatics, medical instrumentation, medical physics and bioengineering. Other Universities offer integrated MSc with optional "bachelor". Reference examples are U. Aalborg (Denmark) and Technical University of Eindhoven (Netherlands). As in selected examples, the current LEB degree is designed to substantiate a solid background in the fundamental Engineering disciplines (Mathematics, Physics and Chemistry) complemented by introductory units to the areas of expertise in bioinformatics, imaging, instrumentation, biomaterials and neurosciences.

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 - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- *Elevada procura, por parte dos estudantes da área da engenharia Biomédica, com médias de admissão acima de 17 valores .*
- *Nos últimos anos regista-se uma boa atratividade de estudantes internacionais.*
- *Corpo docente associado ao plano de estudos de elevado mérito, com um registo excelente de investigação e inovação pedagógica.*
- *Estreita colaboração com diversas instituições do sector da saúde (públicas e privadas), na forma de protocolos de colaboração formativa em disciplinas básica e avançadas.*
- *Existência de centros de investigação em Física e Engenharia (incluindo Engenharia Biomédica e Física Médica) com elevado prestígio internacional e excelente produtividade científica e que acolhem os docentes do CE como membros integrados.*
- *Caráter multidisciplinar e interdisciplinar do programa de estudos, que envolve oito dos onze departamentos da Faculdade de Ciência e tecnologia da UC e ainda a Faculdade de Medicina da UC e o ICNAS-Instituto de Ciências Nucleares aplicadas à Saúde da UC.*

12.1. Strengths:

- *High attractiveness of the Biomedical Engineering field, with all positions filled in the past years, with admitted students having high average scores (above 17/20).*
- *In recent years the Biomedical Engineering program was able to attract several international students.*
- *High merit academics associated with the different subjects with excellent research track and pedagogical innovation.*
- *Close collaboration with several institutions of the Health sector (both public and private) as research protocols and training activities for introductory and advanced courses.*
- *Existence of research centers in Physics and Engineering (including Biomedical Engineering and Medical Physics) with high international prestige and excellent scientific productivity where the faculty members associated with the study program are integrated members.*
- *Multidisciplinary and interdisciplinary study program, which involves eight of the eleven departments of the Faculty of Science and Technology of UC and also the Faculty of Medicine of UC and the ICNAS-Institute of Nuclear Sciences Applied to Health of UC.*

12.2. Pontos fracos:

- *Carência de pessoal técnico para apoio às aulas laboratoriais*

12.2. Weaknesses:

- *Lack of technical staff for laboratory classes support.*

12.3. Oportunidades:

- *Qualidade dos candidatos aos cursos de Engenharia Biomédica da Universidade de Coimbra: O atual Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica (MIEB) tem tido uma procura consistente por candidatos de elevada qualidade (médias de admissão superadas na UC apenas pelos candidatos aos cursos de Medicina e Medicina Dentária) e fortemente motivados (73% dos alunos colocados na 1.ª Fase do Concurso Nacional de Acesso de 2019 tinham colocado o MIEB como primeira ou segunda escolha). A LEB será a “herdeira” natural do MIEB no Concurso Nacional de Acesso ao ensino Superior.*
- *A distinção de Coimbra pela União Europeia com a classificação de cidade e região referência para o Envelhecimento Ativo e Saudável abriu oportunidades de melhoria e de financiamento para o cluster da saúde em Coimbra, onde a EB pode assumir um papel relevante.*
- *Forte expansão a nível nacional das Indústrias da Saúde, designadamente em Coimbra. Restrições orçamentais levam a um investimento em soluções inovadoras na área dos cuidados de saúde, com impacto positivo na Engenharia Biomédica.*

12.3. Opportunities:

- *High quality of the applicants to the Biomedical Engineering Programs of the University of Coimbra: The current Integrated Master in Biomedical Engineering (MIEB) has consistently a high demand by high quality candidates (admission marks only surpassed in the UC by Medicine and Dental Medicine Programs), with strong motivation (73% of the admitted applicants in the first phase of the 2019 National Contest for Access to Higher Education applied to the MIEB as first or second choice). The LEB will be the natural “heir” of the MIEB in the National Contest for Access to Higher Education.*
- *The classification, by the European Union, of the Coimbra region as a European reference site for active and healthy ageing opens possibilities, funding and improvement opportunities for the Coimbra’s Health Cluster, where the Biomedical Engineering program may assume a relevant role.*
- *Strong expansion on the Health Industries in Portugal, namely in Coimbra. Budgetary restrictions lead to an investment in innovative solutions in the health care area, with an impact on Biomedical Engineering.*

12.4. Constrangimentos:

- *Envelhecimento do corpo docente da Universidade de Coimbra, com idade média acima de 50 anos.*

- *Dispersão das aulas da licenciatura por vários departamentos da FCTUC e ainda da Faculdade de Medicina da Universidade e de Coimbra, que causa dificuldades logísticas. Falta de transportes públicos rápidos e frequentes.*
- *Material de laboratório numeroso e diversificado, mas a necessitar de permanente atualização e manutenção, limitada pela falta de verbas.*
- *Criação de cursos similares noutras instituições de ensino superior universitário e politécnico.*
- *Aumento da atratividade das universidades localizadas nas zonas metropolitanas de Lisboa e do Porto, junto da indústria instalada e oportunidades de financiamento.*
- *Redução da taxa de natalidade em Portugal e na Região Centro com impacto na redução da procura do ensino superior.*

12.4. Threats:

- *Clear ageing of academic staff on the University of Coimbra, with average age above 50 years.*
- *The LEB program involves classes in almost all Departments of FCTUC and also in the Faculty of Medicine of the University of Coimbra, causing logistic difficulties. Lack of fast and frequent public transport.*
- *Numerous and diverse laboratory material, but in need of permanent updating and maintenance, limited by the lack of funds.*
- *Creation of similar programs in other universities.*
- *Increasing attractiveness of universities located in the metropolitan areas of Lisbon and Porto, close to industrial companies and funding opportunities.*
- *Decrease of the birth rate in Portugal and, in particular, in the Centre Region, resulting in a lower number of students seeking admission at the universities.*

12.5. Conclusões:

Da análise SWOT resulta claramente que existe um conjunto de oportunidades que justificam a existência da licenciatura em Engenharia Biomédica. A consistente procura por parte de estudantes de elevada qualidade (médias de admissão acima de 16 valores e médias dos colocados acima de 17 valores, apenas superadas na UC pelos alunos de Medicina e Medicina Dentária) e fortemente motivados para a temática do curso, permite antever a continuação do sucesso da aposta do DF nos graus da área Biomédica. Enquanto Mestrado Integrado, o curso tem vindo a observar uma ligeira diminuição da procura, resultante da criação de novos programas similares a nível regional e nacional. Contudo, os alunos admitidos procuram-no agora destacadamente em primeira opção, sendo residual a colocação de alunos não vocacionados diretamente para este curso. São poucos os alunos que mudam de curso e existe elevada procura por alunos de outros cursos e instituições.

A licenciatura, tal como o mestrado, tem naturalmente uma colaboração próxima com os outros departamentos e faculdades e mantém uma relação muito próxima com empresas e instituições do sector da saúde na região. A diversidade e qualidade do seu corpo docente, com elementos de grande parte dos departamentos da Faculdade de Ciências e Tecnologia e da Faculdade de Medicina, confere-lhe multidisciplinaridade e prepara os alunos para o contacto eficaz com profissionais de áreas distintas, incluindo a clínica. Esta transversalidade será potenciada com o aparecimento da disciplina de Projeto em Engenharia Biomédica que, à semelhança do que já sucede no final do atual MIEB, será simultaneamente uma disciplina integradora e uma oportunidade para o contacto com outros departamentos e empresas.

A licenciatura em EB é coordenada pelo Departamento de Física (DF) da UC. O DF tem uma já longa história de investigação e desenvolvimento na área da Instrumentação, Física da Radiação e dos Detetores, e mais recentemente também na área de Biomédica, com três unidades de investigação de excelência. Para além da EB, o DF é ainda responsável pela coordenação dos cursos de Física e Engenharia Física. A coordenação ausculta regularmente instituições externas à Universidade de Coimbra (empresas e unidades hospitalares) e os Laboratórios Associados e Centros de Investigação Biomédica de excelência associados à Universidade de Coimbra, de forma a recolher informação sobre o desempenho dos ciclos de estudos. Desde 2012/2013 é organizada uma reunião semestral entre a coordenação do curso e os estudantes, onde são debatidos problemas e assuntos relacionados com o funcionamento do curso de Engenharia Biomédica.

12.5. Conclusions:

From the SWOT analysis there is a set of opportunities that justifies the existence of the graduation in Biomedical Engineering. This course is one of the most sought in the Faculty of Science and Technology (FCTUC), with admission grades above 16 (20) and with average admitted students grades consistently above 17 (20), only surpassed by the degrees of Medicine and Dental Medicine, and with strongly motivated students attending this course. It is, therefore, foreseeable that a continued success of the DF's bet on Biomedical Engineering degree will occur. As an Integrated Master, the course has seen a slight decrease in demand, resulting from the creation of new similar programs at regional and national level. However, the admitted students are now selecting it as a first choice. Few students leave this course and there is a high demand for students from other courses and institutions.

This graduation has naturally a close collaboration with other departments and faculties, including a strong liaison with the Faculty of Medicine, and keeps a close relationship with healthcare companies and institutions in the region. The diversity and quality of the teaching staff, with elements from most departments of the Faculty of Science and Technology and the Faculty of Medicine, gives it a multidisciplinary character and prepares students for effective

contact with professionals from different fields, including the clinic. This is particularly evident in the bachelor's project discipline that will be both a knowledge integration discipline and an opportunity for directly contact with other departments and companies. The graduation in EBIOM is coordinated by the Physics Department (DF) of UC. DF has a long history of research and development in the fields of Instrumentation, Radiation Physics and Detectors, and more recently also in the field of Biomedical Engineering, with three highly ranked research units. In addition to EBIOM, DF is also responsible for coordinating Physics and Physical Engineering courses. The EBIOM coordination regularly queries external institutions (companies and hospital units) and the Associated Laboratories and Biomedical Research Centers of excellence, associated with the University of Coimbra, in order to gather information on the performance of the ongoing study cycles. Since 2012/2013, a twice a year meeting is organized, involving the course coordination and the students, where issues related to the operation of the Biomedical Engineering course are discussed.