

NCE/19/1901016 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade Do Porto

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

1.2. Unidade orgânica (faculdade, escola, instituto, etc.):

Faculdade De Engenharia (UP)

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

Instituto De Ciências Biomédicas De Abel Salazar

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Bioengenharia

1.3. Study programme:

Bioengineering

1.4. Grau:

Licenciado

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Bioengenharia

1.5. Main scientific area of the study programme:

Bioengineering

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

524

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

180

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

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:

135

1.10. Condições específicas de ingresso.

O acesso e ingresso no CE conducente ao grau de Licenciado em Bioengenharia rege-se pelas normas aplicáveis ao regime geral de acesso e ingresso no ciclo de estudos conducente ao grau de licenciado: Ser titular de um curso de ensino secundário, ou de habilitação legalmente equivalente; Ter realizado os exames nacionais das provas de ingresso exigidas (atualmente: Biologia e Geologia/ Matemática A ou Física e Química/ Matemática A); Ter obtido em cada uma das provas de ingresso a classificação mínima fixada; Ter obtido, na nota de candidatura, a classificação mínima fixada. Para além do regime acima referido verificam-se ainda ingressos no ciclo de estudos através dos seguintes concursos: Regimes Especiais Concurso Especial de Acesso e Ingresso para Estudantes Internacionais, Reingresso, Mudança de Par Instituição/Curso, Concursos Especiais (Maiores de 23; titulares de outros cursos superiores; titulares de diplomas de especialização tecnológica; titulares de diplomas de técnico superior profissional)

1.10. Specific entry requirements.

Access and admission to study programmes leading to a “Licenciado” (Bachelor’s) Degree abide by the general regime access and admission regulations of study programmes leading to a 1st Degree: To be the holder of a secondary education degree, or legally binding equivalent; Attend the required secondary school examinations: Biology and Geology/ Mathematics A or Physics and Chemistry/ Mathematics A; Obtain in each of the admission exams the minimum required classification; Obtain in the application grade the minimum required classification; In addition to the regime mentioned above, there are still admissions to the study programme using the following possibilities: Over 23 years old candidates; holders of other higher education degrees; holders of diplomas of technological specialization; holders of diplomas by a senior professional technician; Pair / Institution Change.

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

N/A

1.11.1. If other, specify:

N/A

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Faculdade de Engenharia / Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Faculty of Engineering / Institute of Biomedical Sciences Abel Salazar

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

[1.13._Regulamento_no_42_2019\(1\).pdf](#)

1.14. Observações:

O 1º CE em Bioengenharia (LiBIO) está estruturado em 6 semestres letivos, num total de 180 ECTS. A aprovação em todas as unidades curriculares do plano de estudos permitirá a obtenção do grau de licenciado em Bioengenharia num dos 3 ramos possíveis: Engenharia Biomédica, Engenharia Biomolecular ou Engenharia Biológica. A Bioengenharia é uma área científica e de ensino multidisciplinar e transversal. A complexidade e especificidade dos conteúdos refletem-se na necessidade de práticas de ensino/aprendizagem no 1º CE de Bioengenharia que totalizam um número de horas nos 2º e 4º semestres ligeiramente superior ao seguido em outros 1ºs ciclos de estudos.

1.14. Observations:

The 1st cycle of studies in Bioengineering (LiBIO) is structured in 6 semesters, totaling 180 ECTS. The approval in all curricular units of the syllabus enables to obtain a degree in Bioengineering in one of 3 possible branches: Biomedical Engineering, Biomolecular Engineering and Biological Engineering. Bioengineering is a multidisciplinary and transversal scientific and teaching area. The complexity and specificity of the contents are reflected in the need for teaching / learning practices in the 1st Bioengineering cycle of studies achieving a total number of hours slightly above the numbers adopted in other programmes.

2. Formalização do Pedido**Mapa I - Conselho Científico da FEUP****2.1.1. Órgão ouvido:**

Conselho Científico da FEUP

- 2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[2.1.2._Ofício_Criação CC LiBIO.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico da FEUP

- 2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico da FEUP

- 2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[2.1.2._Ofício_Criação CP LiBIO.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico do ICBAS

- 2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico do ICBAS

- 2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[2.1.2._3.CC ICBAS PAPANCEs Bioengenharia.pdf](#)

Mapa I - Conselho Pedagógico do ICBAS

- 2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Pedagógico do ICBAS

- 2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[2.1.2._3.CP ICBAS_PAPANCEs Bioengenharia.pdf](#)

Mapa I - Reitor da Universidade do Porto

- 2.1.1. Órgão ouvido:

Reitor da Universidade do Porto

- 2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[2.1.2._Aprovacao Reitoral LiBIO.pdf](#)

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

O principal objetivo é o de preparar recursos humanos com capacidade para abordarem de uma forma multidisciplinar problemas de biomedicina e de biotecnologia industrial sob as perspetivas da eng^a dos dispositivos, de processos e da engenharia molecular, promovendo a capacidade de compreensão sistemática num domínio específico. Pretende-se que os graduados sejam capazes de manipular, operar e manter sistemas e serviços em domínios específicos da Bioengenharia. Pretende-se também assegurar que os estudantes tenham contato experimental com técnicas de investigação, por forma a desenvolver a curiosidade/interesse pela realização de investigação científica de alto nível de carácter fundamental e/ou aplicado, segundo os parâmetros de qualidade e padrões éticos internacionalmente aceites. Nos objetivos de formação do plano de estudos incluem-se também o desenvolvimento de competências para realização de trabalho em grupo para a comunicação com os seus pares e com a comunidade académica e empresarial.

3.1. The study programme's generic objectives:

The main objective is to prepare human resources capable of multidisciplinary approach to biomedicine and industrial biotechnology problems from the perspective of device engineering, process engineering and molecular engineering, promoting the capacity for systematic understanding in a specific domain. Graduates are expected to be able to manipulate, operate and maintain systems and services in specific fields of Bioengineering. It is also intended to ensure that students might have direct experimental contact with a limited number of research techniques in order to develop a curious mind and interest in high level fundamental and/or applied scientific research according to internationally accepted quality standards and ethical standards. Training objectives of the syllabus also include the development of skills for group work, communication with peers and the academic community, and dissemination of achievements.

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

Os licenciados devem ser capazes de conceber, projetar, implementar e operar sistemas complexos, geradores de valor acrescentado, num contexto de sustentabilidade ambiental e social, e de ética profissional e social. Acresce uma formação cívica integral, com formação extracurricular. Os estudantes devem adquirir capacidades e atitudes que lhes proporcionem, o desempenho desejável em trabalho de grupo em ambientes multiculturais e multidisciplinares, na

inovação, e como agentes de mudança. Os objetivos da aprendizagem da LiBIO foram desenhados tendo por base os referenciais CDIO e EUR-ACE.

Os descritores CDIO visam a aquisição de proficiência em: ciências básicas; ciências da engenharia; tecnologias da sua área de formação; gestão de projeto, implementação e operação de sistemas; capacidades e atitudes interpessoais e profissionais; e conceção, projeto, operação de sistemas na empresa e no contexto social. Estes descritores estão já adaptados às exigências da acreditação nos EUA pelo ABET.

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

Students are expected to be able to conceive, develop, implement and operate complex systems, generating added value, in a context of environmental and social sustainability, and professional and social ethics. Furthermore, they are expected to acquire comprehensive civic training with extracurricular opportunities. Students should have the necessary proficiency in skills and attitudes that enable them to have develop a desirable performance in terms of communication. LiBIO's learning goals are coherent with the CDIO and EUR-ACE framework standards. The latter aim at proficient acquisition of knowledge, in: Basic sciences; Engineering sciences; Technologies of their training area; Project management, design, implementation and operation of systems; interpersonal and professional skills and attitudes; and creation, design, implementation, and operation of systems in a company and in a social context. These descriptors are already adapted to the recognition demands in the USA by ABET.

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 Universidade do Porto prossegue, entre outros fins, os seguintes:

- a) A formação no sentido global - cultural, científica, técnica, artística, cívica e ética – no quadro de processos diversificados de ensino e aprendizagem, visando o desenvolvimento de capacidades e competências específicas e transferíveis e a difusão do conhecimento;*
- b) A realização de investigação científica e a criação cultural e artística, envolvendo a descoberta, aquisição e desenvolvimento de saberes e práticas, de nível avançado;*
- c) A valorização social do conhecimento e a sua transferência para os agentes económicos e sociais, como motor de inovação e mudança;*
- d) O incentivo ao espírito observador, à análise objetiva, ao juízo crítico e a uma atitude de problematização e avaliação da atividade científica, cultural, artística e social; "*

A FEUP tem como missão a formação académica, as atividades de investigação, desenvolvimento e inovação nas áreas de engenharia e afins, e ainda as atividades que incluem a transferência de conhecimento e tecnologia, a prestação de serviços, a oferta de formação contínua, a participação na discussão de políticas nacionais e o envolvimento na vida económica, cultural e social da nossa região e do país.

O ICBAS tem uma missão análoga nas áreas das Ciências da Saúde e da Vida. Os seus domínios científicos situam-se no âmbito da Biologia Fundamental e Aplicada, nomeadamente nas áreas da Saúde Humana e Animal, Ambiente, Produção Animal, Transformação e Processamento e Qualidade e Segurança Alimentar, Bioengenharia e Biotecnologia.

O 1º CE em Bioengenharia contribui para esta missão ao proporcionar uma formação avançada sólida e atualizada, garantida por um corpo docente com atividade científica reconhecida e recursos materiais e humanos adequados. O mesmo promove a participação dos seus estudantes em atividades de investigação e desenvolvimento, principalmente através da realização da dissertação e de outras unidades curriculares obrigatórias relacionadas. Na maior parte dos casos, estas atividades são desenvolvidas no contexto de projetos financiados por entidades nacionais e internacionais que garantem o enquadramento dos trabalhos académicos realizados pelos estudantes, aumentando a sua motivação e melhorando as suas competências de natureza social, ética e ambiental.

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 University of Porto pursues, among other purposes, the following:

- a) Training in the global sense - cultural, scientific, technical, artistic, civic and ethical - in the context of diversified teaching and learning processes, aiming at the development of specific and transferable skills and competences and the dissemination of knowledge;*
- b) Scientific research and cultural and artistic creation, involving the discovery, acquisition and development of advanced knowledge and practices;*
- c) The social valorization of knowledge and its transfer to economic and social agents, as a driver of innovation and change;*
- d) Encouraging the observant spirit, objective analysis, critical judgment and an attitude of problematization and evaluation of scientific, cultural, artistic and social activity; "*

FEUP's mission is academic training, research, development and innovation activities in the engineering and related fields, as well as activities that include the transfer of knowledge and technology, the provision of services, the provision of continuing education, the participation in the discussion of national policies and involvement in the economic, cultural and social life of our region and country.

ICBAS has a similar mission in the area of Health and Life Sciences. Its scientific fields are in the scope of Fundamental and Applied Biology, namely in the areas of Human and Animal Health, Environment, Animal Production, Food Processing and Transformation and Quality and Safety.

The graduate and postgraduate training in Bioengineering contributes to this mission by providing a solid and up-to-date advanced education, guaranteed by a faculty with recognized scientific activity and adequate material and human resources. It promotes the participation of its students in research and development activities, mainly through the completion of the dissertation and other related compulsory curricular units. In most cases, these activities are developed in the context of projects funded by national and international entities that ensure the framing of the academic work done by students, increasing their motivation and improving their social, ethical and environmental skills

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:
Engenharia Biomédica	Biomedical Engineering
Engenharia Biomolecular	Biomolecular Engineering
Engenharia Biológica	Biological Engineering

4.2. Estrutura curricular (a repetir para cada um dos percursos alternativos)

Mapa II - Engenharia Biomédica

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

Engenharia Biomédica

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

Biomedical Engineering

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 de Base (Matemática, Física, Química, Biologia) / Basic Sciences (Mathematics, Physics, Chemistry, Biology)	CBS	90	0	
Ciências de Engenharia / Engineering Sciences	CE	46.5	0	
Engenharia Biomédica / Biomedical Engineering	EBIOMED	40.5	0	
Desenvolvimento pessoal/ Competências Transversais/Transferíveis/Qualquer área científica da Universidade do Porto (UP)	DP/CTT/QACUP	0	3	
(4 Items)		177	3	

Mapa II - Engenharia Biomolecular

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

Engenharia Biomolecular

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

Biomolecular Engineering

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 de Base (Matemática, Física, Química, Biologia) / Basic Sciences (Mathematics, Physics, Chemistry, Biology)	CBS	102	0	
Ciências de Engenharia / Engineering Sciences	CE	34.5	0	
Desenvolvimento pessoal/ Competências Transversais/Transferíveis/Qualquer área científica da	DP/CTT/QACUP	0	3	

Universidade do Porto (UP)		
Engenharia Biomolecular / Biomolecular Engineering	EBIOMOL 40.5	0
(4 Items)	177	3

Mapa II - Engenharia Biológica

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

Engenharia Biológica

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

Biological Engineering

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 de Base (Matemática, Física, Química, Biologia) / Basic Sciences (Mathematics, Physics, Chemistry, Biology)	CBS	90	0	
Ciências da Engenharia / Engineering Sciences	CE	57	0	
Engenharia Biológica / Biological Engineering	EBIOL	30	0	
Desenvolvimento pessoal/ Competências Transversais/Transferíveis/ Qualquer área científica da Universidade do Porto (UP)	DP/CTT/QACUP	0	3	
(4 Items)		177	3	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - Tronco Comum - 1º Ano /1º Semestre - 1st Year / 1st Semester

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

Tronco Comum

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

Common branch

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)
Fundamentos de Química / Fundamentals of Chemistry	CBS	Semestral	162	32,5 TP+26PL	6	
Matemática I / Mathematics I	CBS	Semestral	162	26TP+26PL	6	
Introdução à Programação Científica / Introduction to Scientific Programming	CE	Semestral	162	26TP+26PL	6	
Fundamentos de Física / Physics Fundamentals	CBS	Semestral	162	39TP+26PL	6	
Ciências dos Materiais em Bioengenharia / Materials Science in Bioengineering	CE	Semestral	162	39TP+13PL	6	
(5 Items)						

Mapa III - Tronco Comum - 1º Ano /2º Semestre - 1st Year / 2nd Semester

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

Tronco Comum

4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):*Common branch***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)
Química Orgânica e Biológica / Biological and Organic Chemistry	CBS	Semestral	162	39TP+26PL	6	
Matemática II / Mathematics II	CBS	Semestral	162	52TP	6	
Termodinâmica / Thermodynamics	CBS	Semestral	162	39TP+13PL	6	
Biologia Celular / Cellular Biology	CBS	Semestral	162	39TP+26PL	6	
Biofísica / Biophysics	CBS	Semestral	162	39TP+13PL	6	

(5 Items)

Mapa III - Tronco Comum - 2º Ano /1º Semestre - 2nd Year / 1st Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Tronco Comum***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Common branch***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)
Mecânica dos Fluidos / Fluid Mechanics	CE	Semestral	162	39TP+13PL	6	
Matemática III / Mathematics III	CBS	Semestral	162	26TP+26PL	6	
Microbiologia Geral / General Microbiology	CBS	Semestral	162	39TP+26PL	6	
Electricidade e Eletromagnetismo / Electricity and Electromagnetism	CBS	Semestral	162	39TP+13PL	6	
Fenómenos de Transferência I / Transfer Phenomena I	CE	Semestral	162	39TP+19,5PL	6	

(5 Items)

Mapa III - Tronco Comum - 2º Ano /2º Semestre - 2nd Year / 2nd Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):***Tronco Comum***4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):***Common branch***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)
Métodos Numéricos e Estatísticos / Numeric and Statistical Methods	CBS	Semestral	162	26TP+26PL	6	
Sinais e Eletrónica / Signals and Electronics	CE	Semestral	162	26TP+26PL	6	
Biologia Molecular / Molecular Biology	CBS	Semestral	162	39TP+26PL	6	
Bioquímica / Biochemistry	CBS	Semestral	162	39TP+26PL	6	
Introdução à Engenharia de Sistemas e Bioprocessos / Introduction to Systems and Bioprocess Engineering	CE	Semestral	121.5	39TP	4.5	
Competências Transversais / Transferable Skills	DP/CTT/QACUP	Semestral	40.5	depende da UC selecionada	1.5	UC Optativa Para efeitos de cálculo, estimamos 13 horas de contacto

(6 Items)

Mapa III - Engenharia Biomédica - 3º Ano /1º Semestre - 3rd Year / 1st Semester

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

Engenharia Biomédica

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

Biomedical Engineering

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)
Processamento de Sinais Fisiológicos / Physiological Signal Processing	EBIOMED	Semestral	162	26TP+26PL	6	
Sensores, Atuadores e Controlo / Sensors, Actuators and Control	CE	Semestral	162	26TP+26PL	6	
Interfaces em Sistemas Biológicos / Biological Systems Interfaces	EBIOMED	Semestral	121.5	26TP+26PL	4.5	
Anatomia Humana / Human Anatomy	CBS	Semestral	162	26TP+26PL	6	
Estruturas de Dados e Algoritmos / Algorithms and Data Structure	CE	Semestral	162	26TP+26PL	6	
Competências transversais / Transferable Skills	DP/CTT/QACUP	Semestral	40.5	depende da UC selecionada	1.5	UC Optativa Para efeitos de cálculo, estimamos 13 horas de contacto

(6 Items)

Mapa III - Engenharia Biomédica - 3º Ano /2º Semestre - 3rd Year / 2nd Semester

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

Engenharia Biomédica

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

Biomedical Engineering

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	Duração / Duration	Horas Trabalho / Working Hours	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations
--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------	--------------------------------	------------------------------------	------	----------------------------

	(1)	(2)	(3)			Observations (5)
Análise de Imagem Biomédica / Biomedical Imaging Analysis	EBIOMED	Semestral	162	39TP+13PL	6	
Biomecânica do Corpo Humano / Human Body Biomechanics	EBIOMED	Semestral	162	39TP+13PL	6	
Engenharia de Biomateriais / Biomaterials Engineering	EBIOMED	Semestral	162	39TP+13PL	6	
Instrumentação Biomédica / Biomedical Instrumentation	EBIOMED	Semestral	162	39TP+26PL	6	
Projeto Integrador em Engenharia Biomédica / Capstone Project in Biomedical Engineering (5 Items)	EBIOMED	Semestral	162	13PL	6	

Mapa III - Engenharia Biomolecular - 3º Ano /1º Semestre - 3rd Year / 1st Semester

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

Engenharia Biomolecular

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

Biomolecular Engineering

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)
Fisiologia / Physiology	CBS	Semestral	162	39TP	6	
Biointerfaces Moleculares / Molecular BioInterfaces	EBIOMOL	Semestral	162	39TP+26PL	6	
Análise Estrutural e Funcional em Bioengenharia / Structural and Functional Analysis in Bioengineering	EBIOMOL	Semestral	121.5	26TP+13PL	4.5	
Anatomia Humana / Human Anatomy	CBS	Semestral	162	26TP+26PL	6	
Imunologia e Infecção / Immunology and Infection	CBS	Semestral	162	39TP	6	
Competências transversais / Transferable Skills (6 Items)	DP/CTT/ QACUP	Semestral	40.5	depende da UC selecionada	1.5	UC Optativa Para efeitos de cálculo, estimamos 13 horas de contacto

Mapa III - Engenharia Biomolecular - 3º Ano /2º Semestre - 3rd Year / 2nd Semester

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

Engenharia Biomolecular

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

Biomolecular Engineering

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)
Ciência e Engenharia de Biomateriais/ Biomaterials Science and Engineering	EBIOMOL	Semestral	162	39TP+26PL	6	

Estrutura e Função de Proteínas / Protein Structure and Function	EBIOMOL	Semestral	162	39TP	6
Engenharia Regenerativa / Regenerative Engineering	EBIOMOL	Semestral	162	39TP+26PL	6
Nanotecnologia em Saúde / Nanotechnology for Health	EBIOMOL	Semestral	162	39TP+13PL	6
Projeto Integrador em Engenharia Biomolecular/ Capstone Project in Biomolecular Engineering	EBIOMOL	Semestral	162	13PL	6

(5 Items)

Mapa III - Engenharia Biológica - 3º Ano /1º Semestre - 3rd Year / 1st Semester

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

Engenharia Biológica

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

Biological Engineering

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)
Métodos Instrumentais de Análise / Instrumental Methods of Analysis	CBS	Semestral	162	26TP + 26PL	6	
Fenómenos Interfaciais em Biosistemas / Interfacial Phenomena in Biosystems	CE	Semestral	121.5	39TP + 13 PL	4.5	
Fenómenos de Transferência II / Transfer Phenomena II	CE	Semestral	162	39TP + 13 PL	6	
Controlo de Processos e Instrumentação / Instrumentation and Process Control	CE	Semestral	162	39TP + 13 PL	6	
Engenharia de Biorrecursos / Bioresources Engineering	CE	Semestral	162	39TP + 19,5PL	6	
Competências transversais / Transferable Skills	DP/CTT/QACUP	Semestral	40.5	depende da UC selecionada	1.5	UC Optativa Para efeitos de cálculo, estimamos 13 horas de contacto

(6 Items)

Mapa III - Engenharia Biológica - 3º Ano /2º Semestre - 3rd Year / 2nd Semester

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

Engenharia Biológica

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

Biological Engineering

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)
Engenharia Enzimática / Enzymatic Engineering	EBIOL	Semestral	162	39TP + 19,5PL	6	
Processos de Separação / Separation	EBIOL	Semestral	162	52TP	6	

Processes

Tecnologia Ambiental / Environmental Technology	EBIOL	Semestral	162	39TP + 13PL	6
Engenharia das Fermentações / Fermentation Engineering	EBIOL	Semestral	162	39TP + 13PL	6
Projeto Integrador em Engenharia Biológica / Capstone Project in Biological Engineering (5 Items)	EBIOL	Semestral	162	13PL	6

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Análise de Imagem Biomédica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise de Imagem Biomédica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomedical Imaging Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMED

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-13

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

N/A

4.4.1.7. Observations:

N/A

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

Ana Maria Rodrigues de Sousa Faria de Mendonça, TP-39, PL-26 (2 turmas)

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

<sem resposta>

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

Os objetivos da aprendizagem são essencialmente o desenvolvimento de conhecimentos e capacidades em:

- . conceitos e metodologias do processamento e análise de imagem digital;*
- . princípios, conceitos e métodos da física e tecnologias de imagem usados em Biologia e em Medicina;*
- . exposição dos estudantes a diversas formas de Processamento e Análise de Imagens em Biologia e Medicina (PAI-BM).*

São criadas as seguintes competências:

- . aquisição de conhecimentos em PAI-BM ;*
- . análise de problemas de PAI-BM;*
- . projeto em PAI-BM;*
- . apresentação oral e escrita.*

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

The learning objectives are mainly to develop knowledge and skills in:

- . concepts and methodologies for digital image processing and analysis;*
- . principles, concepts and methods of physics and imaging technologies used in Biology and Medicine;*
- . students' exposure to various forms of Image Analysis and Processing in Biology and Medicine (IAP-BM).*

- The following competencies are developed: . acquisition of knowledge in IPA-BM;
 . analysis of problems in IPA-BM;
 . design of IPA-BM;
 . oral and written presentation.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. INTRODUÇÃO**
 - 1.1. O ciclo de processamento de imagem
 - 1.2. O ciclo da visão por computador
 - 1.3. O ciclo da análise de imagem biomédica
 - 1.4. Aplicações.
- 2. IMAGENS DIGITAIS: AQUISIÇÃO, AMOSTRAGEM; QUANTIFICAÇÃO E REPRESENTAÇÃO**
 - 2.1 Introdução
 - 2.2 Imagens digitais
 - 2.3 Imagens biomédicas
- 3. REALCE DE IMAGEM**
 - 3.1. Operações de intensidade básicas
 - 3.2. Realce de imagem usando operadores locais
 - 3.3. Métodos de filtragem adaptativa.
- 4. DETEÇÃO DE ORLAS E CANTOS**
 - 4.1. Introdução
 - 4.2. Detecção de orlas
 - 4.3. Adaptação de linhas e curvas
 - 4.4. Detecção de cantos.
- 5. MORFOLOGIA MATEMÁTICA**
 - 5.1. Princípios básicos
 - 5.2. Métodos para imagens binárias
 - 5.3. Métodos para imagens monocromáticas
 - 5.4. Aplicações.
- 6. SEGMENTAÇÃO DE IMAGEM**
 - 6.1. Introdução
 - 6.2. Segmentação baseada em características
 - 6.3. Segmentação baseada em imagem
- 7. ANÁLISE QUANTITATIVA DE IMAGEM**
 - 7.1. Introdução
 - 7.2. Etiquetagem de componentes conexos
 - 7.3. Medida de características
 - 7.4. Representação
- 8. APLICAÇÕES EM MEDICINA E BIOLOGIA**

4.4.5. Syllabus:

- 1. INTRODUCTION**
 - 1.1. The image processing cycle
 - 1.2. The computer vision cycle
 - 1.3. The Biomedical image analysis cycle
 - 1.4. Applications.
- 2. DIGITAL IMAGES: ACQUISITION, SAMPLING, QUANTISATION AND REPRESENTATION**
 - 2.1. Introduction
 - 2.2. Digital Images
- 3. IMAGE ENHANCEMENT**
 - 3.1. Basic intensity operations
 - 3.2. Image enhancement using local operators
 - 3.3. Adaptive image filtering.
- 4. EDGE and CORNER DETECTION**
 - 4.1. Introduction
 - 4.2. Edge detection
 - 4.3. Line and curve fitting
 - 4.4. Corner detectors.
- 5. MORPHOLOGICAL IMAGE PROCESSING**
 - 5.1. Basic principles
 - 5.2. Methods for Binary images
 - 5.3. Methods for Grey level images
 - 5.4. Applications.
- 6. IMAGE SEGMENTATION**
 - 6.1. Introduction
 - 6.2. Segmentation based on characteristics
 - 6.3. Segmentation based on the image
- 7. QUANTITATIVE IMAGE ANALYSIS**

- 7.1. Introduction
- 7.2. Connected components labeling
- 7.3. Feature measurement
- 7.4. Object representation.

8. APPLICATIONS in MEDICINE AND BIOLOGY

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

O programa cumpre os objetivos definidos para a unidade curricular, começando por abordar de forma geral os diversos componentes de um sistema de processamento de imagem, mas detalhando depois as especificidades das aplicações em Medicina e Biologia. Em cada capítulo subsequente são apresentados os conceitos e metodologias fundamentais de cada tema abordado, que são ilustrados com recurso a exemplos nas áreas biomédicas.

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

The syllabus meets the defined objectives, as it starts by addressing the different components of an image processing system, but afterwards detailing the specific aspects of applications in Medicine and Biology. In each subsequent chapter, the fundamental concepts and methodologies of each addressed topic are presented and are illustrated using examples in biomedical areas.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas (TP) de caráter expositivo, complementadas pela apresentação de exemplos ilustrativos. Aulas Práticas (PL) em laboratório de computadores. Realização pelos estudantes de problemas de aplicação dos conceitos e métodos apresentados nas aulas teórico-práticas. Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final
Condições de Frequência:

1. Não ultrapassar o número legal de faltas nas aulas teórico-práticas e práticas laboratoriais (condição necessária);
2. Realizar um trabalho em grupo (estudo-EST) em tema a definir consistindo no desenvolvimento de um algoritmo que implemente uma solução para o problema proposto; o trabalho deverá ser apresentado pelos membros do grupo numa sessão a realizar nas aulas teórico-práticas. A classificação de frequência (CF) de cada estudante é classificação obtida no trabalho de grupo.

*A nota final (NF) é calculada por $NF=0.6*PE+0.4*F$ sendo, PE a classificação do exame e $F=\min(CF, PE+4)$.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical lessons (TP), complemented by the presentation of illustrative examples. Practical lessons (L) in computer labs. Students solve application problems of the concepts and methods taught in theoretical-practical lessons.

Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam

Conditions for attendance:

1. Do not exceed the limit number of absences to theoretical-practical and lab classes (mandatory);
2. Carry out a group assignment (study-EST) on a topic to be defined and consisting of the development of an algorithm that implements a solution for the proposed problem; the work should be presented by the group members in a session to be held in the practical classes. The frequency grade (CF) is the grade of the group assignment.

The final grade (NF) is calculated according to the following expression:

*$NF = 0.6 * PE + 0.4 * F$, where PE is the grade of the written final exam and $F = \min (CF, PE + 4)$.*

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

As metodologias de ensino foram concebidas de forma a satisfazer os objetivos de aprendizagem e estimular o interesse dos estudantes pelas matérias abordadas. Nas aulas teórico-práticas, os períodos de exposição são complementados pela ilustração das metodologias com casos exemplares, facilitando a transmissão do conhecimento e a aprendizagem pelo estudante. Nas aulas práticas, realizadas em ambiente laboratorial, é solicitado ao estudante o desenvolvimento soluções para problemas concretos, favorecendo a consolidação dos conceitos anteriormente apreendidos. O trabalho de grupo encoraja a realização de trabalho em equipa, enquanto a exigência de apresentação pública estimula as aptidões de esquematização da informação e da sua comunicação oral.

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

The teaching methodologies are designed to meet the learning objectives and stimulate the students' interest for the contents discussed. In theoretical-practical lessons, the presentation of concepts and methods is complemented by an illustration of the methodologies with exemplary cases, making the transmission of knowledge and the learning process easier. In practical classes, conducted in a laboratorial environment, the student is asked to develop solutions to actual problems, favoring the consolidation of previously learned concepts. The group assignment for groups of 2 students encourages teamwork, while the requirement for public presentation stimulates the skills for information layout and its oral communication.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). Digital image processing. New York: Pearson.

Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). Digital image processing. New York: Pearson.

Gonzalez, R. C., Woods, R. E., & Eddins, S. L. (2020). Digital image processing using Matlab. Knoxville: Gatesmark Publishing.

SZELISKI, R. I. C. H. A. R. D. (2020). Computer Vision: algorithms and applications. S.I.: SPRINGER NATURE.

Mapa IV - Análise Estrutural e Funcional em Bioengenharia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Análise Estrutural e Funcional em Bioengenharia***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Structural and Functional Analysis in Bioengineering***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EBIOMOL***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***121,5***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-26; PL-13***4.4.1.6. ECTS:***4,5***4.4.1.7. Observações:***N/A***4.4.1.7. Observations:***N/A***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria da Conceição Santos Silva Rangel Gonçalves (13h TP; 7h PL)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***José Augusto Caldeira Pereira (13h TP; 6h PL)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O objetivo fundamental da unidade curricular é a aquisição de competências no âmbito das técnicas de análise estrutural que atualmente são utilizadas para a compreensão de aspetos estruturais e funcionais dos sistemas biológicos. Os princípios destas técnicas têm por base a interação entre luz e matéria e abrangem as áreas científicas classicamente designadas por espectroscopia e microscopia. Estas duas áreas são complementares e permitem a caracterização e análise dos sistemas biológicos à escala molecular e à escala microscópica. Reconhecendo-se que os conceitos envolvidos nestas unidades curriculares são complexos opta-se por apresentar casos/problema e discutir os conceitos teóricos envolvidos e ilustrar a informação que se pode extrair de cada uma das técnicas.

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

The main goal of this curricular unit is for students to acquire skills in the field of structural analysis, currently used to understand the structural and functional aspects of biological systems. These techniques have principles based on the interaction of light with matter and comprehend scientific areas classically designated as spectroscopy and microscopy. These two scientific areas are complementary and allow a thorough analysis and characterisation of the biological systems on a microscopic and molecular scale. Considering that the concepts involved in these curricular units are complex, problems/ case studies are presented, theoretical concepts are discussed and information regarding each of the techniques is clarified.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução e princípios gerais*
- 2. Interação matéria/radiação.*
- 3. Espectroscopia de Infravermelho.*
- 4. Espectroscopia de absorção no UV e Visível.*
- 5. Fluorescência*
- 6. Ressonância Magnética Nuclear.*
- 7. Ressonância Paramagnética Eletrónica.*
- 8. Scattering*
- 9. Espectroscopia de Raman.*
- 10. Atividade ótica.*

11. *Absorção de raios-X.*
12. *Espectrometria de Massa*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction and general principles*
2. *Matter-radiation interactions*
3. *Infrared spectroscopy*
4. *UV-vis absorption spectroscopy*
5. *Fluorescence*
6. *Nuclear Magnetic Resonance*
7. *Electronic Paramagnetic Resonance*
8. *Scattering*
9. *Raman spectroscopy*
10. *Optical activity*
11. *X-ray absorption*
12. *Mass Spectrometry*

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

Os objetivos da UC (proporcionar aos estudantes o conhecimento de técnicas de análise estrutural que atualmente são utilizadas para a compreensão de aspetos estruturais e funcionais dos sistemas biológicos). A matéria teórica lecionada nos Caps 1 a 12 do programa é acompanhada de sessões laboratoriais nas quais os estudantes tomam contacto com os métodos espectroscópicos mais importantes para a análise estrutural.

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

The aims of the curricular unit (provide students with the knowledge to use structural analysis techniques currently used to understand the structural and functional aspects of biological systems). The theoretical back ground is provided by Chapters 1 to 12 of the syllabus and is accompanied by parallel sessions in the laboratory in which the students have contact with the equipment and experiences for the spectroscopic methods used.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Metodologia:

A teoria básica inerente a cada uma das técnicas é primeiro apresentados pelos docentes, sendo seguida por uma discussão aprofundada nas aulas seguintes.

A discussão pode envolver a apresentação de exemplos por parte dos estudantes, que deve ser baseada numa pesquisa bibliográfica.

A parte experimental referente a cada uma das técnicas é executada em aulas subsequentes. Tipo de Avaliação:

Avaliação distribuída sem exame final (trabalhos: 35%; testes: 65%). Condições de Frequência: não aplicável Fórmula de avaliação: não aplicável.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Methodology:

The basic theory of each technique will be presented first by the teacher, followed by an in-depth discussion in subsequent classes.

The discussion may involve the presentation of critical examples by the students, based on a literature research.

Experiments using each of the techniques are carried out in subsequent classes.

Type of evaluation: Distributed evaluation without Final exam (works: 35%; tests: 65%). Conditions for attendance: not applicable Evaluation Formula: Not applicable.

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

O objetivo fundamental é a aquisição de competência teórica e pratica para utilizar técnicas espectroscópicas de análise estrutural e funcional em bioengenharia. Os conceitos teóricos são novos e necessitam de uma compreensão/amadurecimento e a parte laboratorial é fundamental para perceber as questões técnicas e interpretação de resultados.

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

The main objective is the acquisition of theoretical and technical competencies in the use of spectroscopic techniques for structural and functional analysis in bioengineering. The theoretical concepts are new and require understanding/mature reflection as well as a laboratory component, which is essential for understanding technical issues and result interpretation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Author, A. (Year of Publication). Title of work. Publisher City, State: Publisher.

Atkins, P. W. De Paula, J. and Keeler, J. (2018), Atkins' Physical Chemistry", 11th edition, Oxford University Press, Oxford

Atkins, P. W. De Paula, (2011) Physical Chemistry for the Life Sciences, Oxford University Press, Oxford.

"Spectroscopy for the Biological Sciences", Gordon G. Hammes, Wiley-Interscience, New Jersey, 2005;

"Biological Spectroscopy", Iain D. Campbell e Raymond A. Dwek, Benjamin Cummings, California, 1984.

Mapa IV - Anatomia Humana**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Anatomia Humana***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Human Anatomy***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CBS***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-26; PL-26***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Aulas TP: 1 turma; Aulas PL: 1,5 turmas.***4.4.1.7. Observations:***Theoretical and practical: 1 class; laboratory practice: 3 classes.***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria Judite Tavares Moreira Novais Barbosa (24h TP; 39h PL)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Artur Manuel Perez Neves Águas (2h TP)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Transmitir aos estudantes os conceitos fundamentais da estrutura (Anatomia) e microestrutura (Histologia) dos vários componentes do corpo humano, tendo como objetivo facilitar ao futuro engenheiro o contacto com a linguagem e conceitos médicos essenciais sobre o corpo humano.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***This curricular unit aims to provide students with knowledge about fundamental concepts of the structure (Anatomy) and microstructure (Histology) of the various components of the human body, in order to acquaint future engineers with the language and fundamental medical concepts related to the human body.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Postura e Movimento do Corpo Humano:**O sistema esquelético. Estrutura das articulações e as grandes articulações do corpo humano. O tecido muscular, a locomoção humana; os grandes grupos musculares.**2. O Sistema Circulatório:**O coração, válvulas e irrigação cardíaca. Grandes vasos arteriais e venosos. O sistema de retorno linfático e sua relação com o sistema venoso.**3. Aparelho Digestivo: O tubo digestivo e suas glândulas anexas: estrutura e funções gerais dos vários órgãos digestivos. Estudo de alguns aspetos histológicos deste aparelho.**4. Aparelhos Urinário e Genitais:**O rim e as vias urinárias: estrutura e funções gerais. Estudo de alguns aspetos histológicos deste aparelho. Organização e funções dos aparelhos genitais feminino e masculino.**5. Aparelho Respiratório:**Vias aéreas superiores e inferiores. Estudo de alguns aspetos histológicos deste aparelho.*

6.Sistema Nervoso:*Organização estrutural do sistema nervoso central.***4.4.5. Syllabus:****1.Human body posture and movement.***The human skeleton. Joint structure, and the great joints of the human body. Muscular tissue and human locomotion; the great muscular groups of the human body.***2. The circulatory system***The heart, valves and heart's blood supply. Large arterial and venous vessels. Relationship between the lymphatic system and the venous system.***3. The human gastrointestinal tract.***The human gastrointestinal tract and its glands: structure and general functions of the organs. Study of some histological aspects of this system.***4. Urinary and reproductive system***The kidney and urinary tracts: structure and general functions. Study of some histological aspects of this system. Differences and similarities between the organization and functions of the female and male reproductive systems.***5. Respiratory system.***Upper and lower airways and blood haematosis. Study of some histological aspects of this system.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

A medicina conduziu ao homem biônico. Hoje em dia, em particular à medida que vai envelhecendo, o ser humano vai acumulando, por intervenção médica dispositivos biomédicos tais como, próteses articulares (e extraarticulares), válvulas cardíacas, "pace-makers", "stents" vasculares, etc. Para a sua elaboração e aperfeiçoamento por engenheiros, todos estes componentes requerem conhecimento detalhado da estrutura e função do corpo humano. O primeiro objetivo da Unidade Curricular de Anatomia e Fisiologia Humanas é o de dar conhecimento concreto ("hands-on") sobre a arquitetura do corpo humano e como esse arranjo estrutural se relaciona com as funções desempenhadas por cada órgão ou sistema orgânico. Na sua vertente anatómica, a Unidade Curricular envolve observação e manuseamento de peças de cadáver; na sua vertente fisiológica, pretende-se que o estudante realize alguns métodos simples de avaliação eletrofisiológica do corpo humano.

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

Medicine has led to the bionic man. Nowadays, particularly as humans get older, they will accumulate, through medical interventions, biomedical devices such as, joint prostheses (and also extra-articular prostheses), heart valves, pacemakers, vascular stents among others. In order to be prepared and improved by engineers, all these components require a detailed knowledge of the structure and function of the human body. The first goal of the Human Anatomy and Physiology curricular unit is to provide concrete knowledge ('hands-on') on the architecture of the human body and how this structural arrangement relates to the functions performed by each organ or organ system. In its anatomical component, the course unit involves the observation and handling of parts of a corpse. In its physiological component, the student is expected to performs some simple methods of electrophysiological assessment of human body.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Condições de Frequência: Os estudantes necessitam de frequentar um número mínimo de aulas (regras gerais da universidade)

Fórmula de avaliação:

I.AVALIAÇÃO DURANTE O SEMESTRE

1.Avaliação da participação do estudante nas aulas práticas – 2 val

2.Avaliação a meio do semestre: Prova teórica de perguntas de resposta múltipla – 9 val. (nota mínima 7 val.)

3.Avaliação no final do semestre: Prova teórica de perguntas de resposta múltipla – 9 val. (nota mínima 7 val.)

Se o estudante obtiver um mínimo de 9.5 val. no conjunto destas avaliações ficará dispensado do exame final

II.EXAME FINAL

Para os estudantes que não obtiveram nota igual ou superior a 9.5 durante as avaliações realizadas durante o semestre. Neste caso, não conta qualquer das classificações obtidas durante o semestre. O exame final consiste numa prova teórica com perguntas de resposta múltipla

III.ESTUDANTES REPETENTES

Se tiverem obtido anteriormente frequência das aulas práticas estão dispensados de frequência das mesmas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Evaluation formula:

I.EVALUATION DURING THE SEMESTER

1.Assessment of the student's participation in practical classes-2 val

2.Mid semester evaluation: Theoretical exam consisting of multiple-choice questions-9(minimum 7 val)

3.End of Semester evaluation: Theoretical exam consisting of multiple-choice questions-9 (minimum 7 val)

If the student obtains a minimum of 9.5 in all of these assessments he/she are exempt from the final exam

II.FINAL EXAM

For students who have not obtained a grade = or > than 9.5 on the evaluations conducted during the semester. For these students none of the marks obtained during the semester will be considered. The final exam consists of a theoretical test with multiple choice questions

III. STUDENTS REPEATING THE UNIT

If they have previously obtained attendance frequency in practical lessons, they are exempt from attending those classes

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

Como ficou dito atrás (6.2.1.6), a Unidade curricular tem dois objetivos principais:

(i) conhecimento da estrutura do corpo humano;

(ii) funcionamento de órgãos e sistemas orgânicos. Faz-se de seguida uma síntese das metodologias propostas para cada um destes dois objetivos.

(i) Conhecimento da Estrutura do Corpo Humano – será leccionada uma súmula da organização anatómica do corpo humano recorrendo, em aulas práticas, a peças cadavéricas e preparações de tecidos observados por microscopia.

(ii) Funcionamento de Órgãos e Sistemas Orgânicos – logo que um tema anatómico seja tratado, seguir-se-á a integração desse conhecimento com informação fisiológica que lhe seja pertinente.

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

As stated above (6.2.1.6), the curricular unit has two main objectives:

(i) Knowledge of the human body's structure.

(ii) Operation of organs and organ systems. Below is an overview of the methodologies proposed for each of these two objectives.

(i) Knowledge of the Structure of the Human Body - a summary will be taught of the anatomical organization of the human body using, in practical classes, corpse parts and tissue preparations observed by microscopy.

(ii) Operation of Organs and Organic Systems - as soon as an anatomical subject is presented to the students, it will be followed by the integration of this knowledge with relevant physiological information.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

R. Seeley Rod; Anatomia & Fisiologia. ISBN: 972-8930-07-0

Gray Henry; Anatomy of the human body. ISBN: 0-81210377-7

Pina J. A. Esperança; Anatomia humana da locomoção. ISBN: 978-972-757-653-1

Pina J. A. Esperança; Anatomia humana do coração e vasos. ISBN: 978-972-757-320-2

Pina J. A. Esperança; Anatomia humana dos órgãos. ISBN: 978-972-757-662-3

Netter Frank H.; Atlas de anatomia humana. ISBN: 85-363-0248-8

Freeman W. H.; Atlas de histologia. ISBN: 0-435-60311-6

Greep Roy O.; Histologia. ISBN: 84-7021-022-X

Gartner Leslie P.; Atlas de histologia

Mapa IV - Biofísica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biofísica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biophysics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-13

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Aulas TP: 1 turma; Aulas PL: 4 turmas.

4.4.1.7. Observations:

Theoretical and practical: 1 class; laboratory practice: 4 classes.

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

Luís Miguel Gales Pereira Pinto (20h TP; 39 PL)

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

Maria da Conceição Santos Silva Rangel Gonçalves (19h TP; 13h PL)

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

Compreender e utilizar conceitos básicos da física clássica e moderna relevantes para a biologia. Conhecer exemplos da biologia ilustrativos desses conceitos. Reconhecer a clareza e simplicidade da descrição biofísica de vários processos e mecanismos centrais da química-física, bioquímica, biologia celular e molecular e da fisiologia. Adquirir instrumentos e desenvolver capacidades para a resolução de problemas simples e frequentemente multidisciplinares. Para atingir estes objetivos as Unidades Curriculares de biofísica e de termodinâmica desenvolvem esforços conjuntos para uma integração racional dos conteúdos.

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

Understand and be able to use basic concepts of classical and modern physics that are relevant to biology. Provide biological examples of these concepts. To recognise the simplicity and clarity of biophysical descriptions related to central mechanisms and processes in physical-chemistry, biochemistry, cellular and molecular biology and physiology. Acquire the instruments and capacities to solve simple multidisciplinary problems in these fields. In order to achieve these objectives, the content of the biophysics and thermodynamics curricular units (both in the 2nd semester of the 1st year) have developed an integrated approach.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Energia:

- 1.Sustentabilidade do planeta;*
- 2.Mecanismos de conversão de energia (fotossíntese, fosforilação oxidativa e trabalho mecânico a nível celular);*
- 3.Escalas biológicas.*

Estrutura Nuclear:

- 1.Radioatividade e radiações;*
- 2.Efeitos biológicos e mecanismos;*
- 3.Aplicações biológicas (diagnóstico, terapia e imagem);*
- 4.Partículas elementares e suas interações.*

Eletricidade e Magnetismo:

- 1.Estrutura membranar;*
- 2.o axónio e outros organelos;*
- 3.A fisiologia do transporte;*
- 4.Determinação de q/m e de q;*
- 5.Espectrometria de massa;*
- 6.Ressonância magnética;*
- 7. Ciclotrão e outros aceleradores;*
- 8.Aplicações ao diagnóstico e à imagem.*

Einstein:

- 1.Relatividade restrita;*
- 2.Efeito fotoelétrico;*
- 3. Consequências da natureza dupla da luz.*

4.4.5. Syllabus:

Energy:

- 1. Planet's sustainability;*
- 2. Mechanisms of energy conversion (photosynthesis, oxidative phosphorylation and cellular mechanical work);*
- 3. Scaling concepts in biology.*

Nuclear Structure:

- 1. Radioactivity and radiations;*
- 2. Biological effects and mechanisms;*
- 3. Biological applications (diagnostics, therapy and imaging);*
- 4. Elementary particles and their interactions.*

Electricity and Magnetism:

- 1. Membrane structure;*
- 2. The axon and other organelles;*
- 3. Physiology of transport;*
- 4. Measurement of q/m and q;*
- 5. Mass spectrometry;*
- 6. Magnetic resonance;*
- 7. Cyclotron and other accelerators;*
- 8. Applications to diagnosis and imaging.*

Einstein:

- 1. Special relativity;*

- 2. *Photoelectric effect;*
- 3. *Consequences of the dual nature of light.*

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

São usadas leis elementares da física clássica e moderna para ilustrar como nos ajudam a compreender muitas estruturas biológicas diferentes assim como funcionam. E também como frequentemente os resultados são inesperados e pouco óbvios. São apresentadas e discutidas algumas das experiências originais e muito simples que levaram à descoberta de conceitos fundamentais da física. As aplicações servem para trazer os conceitos teóricos para o nosso dia-a-dia.

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

Simple laws of physics, both classical and modern, are used to illustrate how they help us to understand many different biological structures and how they operate. They also help us to understand why the results are generally unexpected and far from obvious. Some simple and original experiments are presented and discussed, leading to the discovery of fundamental concepts in physics. Applications are used to bring theoretical concepts to everyday life.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de exposição e de resolução de problemas.

Tipo de Avaliação: exame final (ou média de duas provas parcelares) Condições de Frequência: não existem pré-requisitos Fórmula de avaliação: nota do exame final ou média das duas provas parcelares.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures and problem solving discussions.

Type of evaluation: final exam (or average of two partial exams)

Conditions for attendance: no prerequisites needed

Evaluation formula: final exam grade or average grade of two partial exams.

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

A matéria selecionada e os exemplos apresentados servem para ilustrar como é que ideias muito simples do ponto de vista conceptual e matemático conseguem descrever, explicar e prever o funcionamento de estruturas biológicas complexas. E servem também para ilustrar até que ponto é que a evolução dos sistemas vivos progrediu desde que a vida apareceu no nosso planeta e sugerem possíveis caminhos futuros para essa mesma evolução.

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

The subject matter and the examples selected are used to illustrate how very simple ideas, from a conceptual as well as a mathematical point of view, are able to describe, explain and predict the way complex biological structures operate. They also serve to show how much the evolution of living systems has progressed since life appeared on our planet and suggest possible future directions for this evolution.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Kane Joseph W. Physics ISBN 0-471-63845-5

Nelson David L.; Lehninger principles of biochemistry. ISBN: 978-1-4641-2611-6

Mapa IV - Biointerfaces Moleculares

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biointerfaces Moleculares

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Molecular Biointerfaces

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-26

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

N/A

4.4.1.7. Observations:

N/A

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Maria Cristina Teixeira Lopes da Costa Pinto Lopes Martins (39TP (1 turma); 52 PL (2 turmas))***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

N/A

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*O objetivo principal do curso é fornecer ferramentas científicas necessárias para compreender os vários tipos de interações que ocorrem entre as células e os seus microambientes naturais e artificiais.**As interfaces entre células e matriz extra-celular (MEC), e as células/ECM com superfícies de biomateriais são o foco deste curso.**Composição química, topografia (micro e nano) e as propriedades mecânicas das superfícies de biomateriais influenciam decisivamente o comportamento de vários tipos de células, incluindo células estaminais. Isto tem grande relevância na aplicação de biomateriais, incluindo em Medicina Regenerativa.**Proteínas adsorvidas na superfície, nomeadamente a partir do soro e da ECM, desempenham um papel fundamental no comportamento biológico de biomateriais.**A caracterização de superfícies, nomeadamente ao nível molecular, é crucial para entender a interação de superfícies com proteínas e células.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The main objective of the course is to provide the scientific tools needed to understand the various types of interactions that occur between cells and their natural and artificial microenvironments.**The interfaces between cells and extracellular matrix (ECM), and cells/ECM with biomaterial surfaces are the focus of this course.**Chemical composition, topography (micro and nano) and the mechanical properties of biomaterial surfaces decisively influence the behavior of various cell types, including stem cells. This has great relevance in the application of biomaterials, including in Regenerative Medicine.**Surface adsorbed proteins, namely from serum and ECM, play a key role in the biological behavior of biomaterials.**Surface characterization, particularly at the molecular level, is crucial for understanding the interaction of surfaces with proteins and cells.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Introdução aos biomateriais.**2. Fundamentos da interação célula-proteína-biomaterial.**3. Engenharia de superfície dos biomateriais. Modificação e caracterização das superfícies.**4. Adsorção de proteínas a biomateriais - fenômenos e técnicas de caracterização.**5. Interações célula-superfície de biomateriais: Adesão, proliferação e diferenciação.***4.4.5. Syllabus:***1. Introduction to biomaterials.**2. Fundamentals of cell-protein-biomaterial interaction.**3. Surface engineering of biomaterials. Modification and characterization of surfaces.**4. Protein adsorption to biomaterials - phenomena and characterization techniques.**5. Cell-surface interactions of biomaterials: adhesion, proliferation and differentiation.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os objetivos da UC são a compreensão:**das vantagens e desvantagens associadas à utilização de biomateriais (Capítulo 1)**das interações moleculares que ocorrem na interface entre a superfície dos biomateriais (naturais e sintéticos) e as proteínas e células do hospedeiro (Capítulos 2 & 5)**dos fundamentos relacionados com as técnicas de modificação da superfície de biomateriais tenso para melhorar a sua biocompatibilidade (Capítulo 3).**dos fundamentos das técnicas de caracterização de superfícies mais comuns (Capítulos 3 &4).***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The goals of the curricular unit the understanding of:**the advantages and disadvantages associated with the use of biomaterials (Chapter 1)*

the molecular interactions that occur at the interface between the surface of biomaterials (natural and synthetic) and host proteins and cells (Chapters 2 & 5)
the fundamentals of surface modification techniques to improve the biocompatibility of biomaterials (Chapter 3).
the fundamentals of the most used surface characterization techniques (Chapters 3 & 4).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os aspetos-chave de cada tema são primeiro apresentados pelos docentes, sendo seguidos por uma discussão aprofundada nas aulas seguintes. A discussão pode envolver a apresentação de exemplos por parte dos estudantes, que deve ser baseada numa pesquisa bibliográfica. A discussão pode ser levada a cabo por um a três estudantes e pode ser iniciada através de uma pequena apresentação (normalmente com a duração de dez minutos). As experiências relevantes para esta unidade curricular são executadas nas aulas laboratoriais respetivas. A nota final é baseada na nota do exame final (60%; mínimo 8 valores), aulas laboratoriais (20%) e no desempenho dos estudantes durante as aulas (20%; apresentações, discussões e resposta a questionários).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The key aspects of each topic will be presented first by the teachers, followed by an in-depth discussion in subsequent classes. The discussion may involve the presentation of critical examples by the students, resulting from a literature research. The discussion may be led by one to three students and can be initiated with a brief presentation (typically 10 min). Experiments relevant to this course unit will be carried out in the respective lab sessions. The final mark will be based on the mark obtained in the final exam (60%; minimum mark is 8), lab sessions (20%) and the students' performance in class (20%; presentations, discussions and answer to questionnaires).

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

A participação dos estudantes é feita de forma ativa, de modo a desenvolver a sua capacidade de análise crítica de conceitos e a sua correlação. Espera-se que os alunos adquiram as seguintes competências: desenvolver conhecimentos e capacidades em princípios, conceitos e métodos que possam explicar, avaliar e modificar a interação entre as superfícies naturais e artificiais / substratos e o seu ambiente biológico.

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

Students are actively involved in the classes, in order to develop their ability to critically analyze concepts and their correlation. Students are expected to acquire the following skills: Develop knowledge and skills in principles, concepts and methods that can explain, evaluate and modify the interaction between natural and artificial surfaces / substrates and their biological environment.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Agrawal, C. M., Ong, J. L., Appleford, M. R. & Mani, G. (2014). *Introduction to Biomaterials Basic Theory with Engineering Applications*, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-11690-9
2. Felgueiras, H.P., Antunes, J.C., Martins, M.C.L. & Barbosa, M.A. (2017). *Fundamentals of protein and cell interactions in biomaterials*. In M.C.L. Martins & M.A. Barbosa, *Peptides and Proteins as Biomaterials for Tissue Regeneration and Repair (1-27)*. Woodhead Publishing; Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100803-4.00001-2>
3. Martins, M.C.L., Sousa, S.R., Antunes, J.C. & Barbosa, M.A. (2012). *Protein Adsorption Characterization*. In J.A. Planell & M. Navarro, *Nanotechnology in Regenerative Medicine: Methods and Protocols (pp141-161)*. Human Press https://doi.org/10.1007/978-1-61779-388-2_10
4. Butt, H., Graf, K., Kappl, M. (2013). *Physics and chemistry of interfaces, (3rd ed.)*, Wiley. ISBN:978-3-527-41216-7

Mapa IV - Biologia Celular

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biologia Celular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cellular Biology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-26

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Aulas TP: 1 turma; Aulas PL: 4 turmas.***4.4.1.7. Observations:***Theoretical and practical: 1 class; laboratory practice: 4 classes.***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Rosália Maria Pereira de Oliveira e Sá (21h TP; 52h PL)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Mário Manuel da Silva Leite de Sousa (9h TP; 26h PL)**Olga Cristina Pastor Nunes (9h TP; 26h PL)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

A unidade curricular (UC) Biologia Celular pretende dotar os estudantes de uma visão integrada da biogénese, estrutura, fisiologia, crescimento, reprodução e morte programada das células procarióticas e eucarióticas bem como da anatomia e estrutura de tecidos (histologia). O desenvolvimento das capacidades de observação é outro objetivo da UC, devendo os estudantes ser capazes de identificar os principais tipos de células e tecidos que constituem organismos multicelulares em cortes histológicos (microscopia ótica de fundo claro) e reconhecer as diversas estruturas celulares em imagens de microscopia eletrónica de transmissão. Pretende-se ainda que os estudantes desenvolvam as suas capacidades de estudo e adquiram conhecimentos fundamentais para poderem acompanhar o desenvolvimento futuro da ciência na área de Biologia Celular com vista a aplicar os princípios da Bioengenharia e da dinâmica funcional das células à Medicina e Saúde.

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

The course Cell Biology aims to provide students with an integrated view of biogenesis, structure, physiology, growth, reproduction and programmed death of prokaryotic and eukaryotic cells as well as tissue anatomy and structure (histology). The development of observation skills is another objective of the course, and students should be able to identify the main types of cells and tissues that constitute multicellular organisms in histological sections (light background optical microscopy) and recognize the various cell structures in transmission electron microscopy images. It is also intended that students develop their study skills and acquire fundamental knowledge to be able to follow the future development of science in Cell Biology with a view to applying the principles of Bioengineering and functional cell dynamics to Medicine and Health.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Caraterização e diversidade das células procarióticas e eucarióticas. Microscópios, técnicas de microscopia e outros métodos de estudo em biologia celular. Componentes químicos da célula: glúcidos, lípidos, proteínas e ácidos nucleicos. Replicação e transcrição do DNA, splicing do RNA, ribossomas e síntese proteica. Composição, estrutura e funções das membranas biológicas. O glicocálix. Citosqueleto e estruturas relacionadas: microtúbulos (cílios e flagelos), microfilamentos e filamentos intermédios. Mobilidade celular. Núcleo: invólucro nuclear e transporte nos poros nucleares, cromatina e cromossomas, o nucléolo e a formação dos RNA ribossómicos. Ciclo celular e divisão: mitose, meiose e citocinese. Biogénese, ultraestrutura e funções dos organelos citoplasmáticos: retículo endoplasmático, complexo de Golgi, lisossomas, mitocôndrias, cloroplastos e peroxissomas. Matriz extracelular. Junções intercelulares. Gâmetas e fertilização. Apoptose. Noções básicas de histologia.

4.4.5. Syllabus:

Characterisation and diversity of prokaryotic and eukaryotic cells. Microscopes, microscopy techniques and other study methods in cell biology. Chemical components of the cell: carbohydrates, lipids, proteins and nucleic acids. DNA replication and transcription, RNA splicing, ribosomes and protein synthesis. Composition, structure and functions of biological membranes. The glycocalyx. Cytoskeleton and related structures: microtubules (cilia and flagella), microfilaments and intermediate filaments. Cell motility. Nucleus: nuclear envelope and nuclear pore transport, chromatin and chromosomes, the nucleolus and the synthesis of ribosomal RNA. Cell cycle and division: mitosis, meiosis and cytokinesis. Biogenesis, ultrastructure and functions of cytoplasmic organelles: endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, lysosomes, mitochondria, chloroplasts and peroxisomes. Extracellular matrix. Intercellular junctions. Gametes and fertilization. Apoptosis. Basics of histology.

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

Para que os estudantes tenham noção da diversidade celular, são referidos os diversos tipos de células de procariotas (Bacteria e Archaea) e eucariotas (vegetais, fungos e animais). As estruturas celulares são apresentadas de forma comparativa entre células dos três domínios da vida. Atendendo à maior complexidade das células do domínio Eukarya, o programa teórico é, maioritariamente, dedicado ao estudo da organização celular nos eucariotas. Além do estudo morfológico, aspetos moleculares são incluídos para proporcionar aos estudantes uma compreensão adequada da função e do dinamismo das células. As aulas práticas são dedicadas à microscopia, de modo que os estudantes adquiram experiência na identificação de tipos celulares e das suas diversas estruturas nucleares e

citoplasmáticas. Uma vez que o ciclo de estudos não inclui uma unidade curricular dedicada especificamente à histologia, foi incluído no programa uma componente de noções básicas de histologia animal.

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

So that students are aware of cellular diversity, they are introduced to the various types of prokaryotic (Bacteria and Archaea) and eukaryotic cells (plants, fungi and animals). Cell structure is taught in a comparative manner, encompassing the three areas of life. Given the greater complexity of cells in the Eukarya field, the theoretical programme is specially directed at cellular organisation in eukaryotes. In addition to morphological studies, molecular aspects are included to give students a proper understanding of cell function and dynamism. Practical classes are dedicated to microscopy, so that students gain experience in identifying cell types and their various nuclear and cytoplasmic structures. Since the study programme does not include a curricular unit specifically devoted to histology, basic animal histology was included in the syllabus.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A exposição da matéria teórico-práticas é apoiada por meios audiovisuais. Aulas práticas laboratoriais dedicadas a execução de técnicas de microscopia, observação de cortes histológicos corados por diversas técnicas de microscopia ótica e observação de imagens de microscopia eletrónica de transmissão.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final.

A classificação final terá um componente prático ponderado em 1/3 e um componente teórico ponderado em 2/3. A comparência ao exame teórico carece de prévia aprovação no exame prático. O exame prático consiste na identificação ao microscópio de células e tecidos, e em imagens de microscopia eletrónica de transmissão, incluindo aspetos ultraestruturais. O exame teórico consiste numa prova final escrita com perguntas que podem ser de escolha múltipla, verdadeiros e falsos, correspondência e/ou perguntas de resposta aberta curta e de desenvolvimento.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical contents are supported by audiovisual tools. Practical classes dedicated to microscopy techniques, observation of stained histological sections by diverse light microscopy techniques and observation of transmission electron microscopy images.

Type of Evaluation: Distributed evaluation with final exam. The final grade will have a practical component weighted 1/3 and a theoretical component weighted 2/3. Attendance to the theoretical exam requires prior approval in the practical exam. The practical exam consists of microscopic identification of cells and tissues, and transmission electron microscopy images, including ultrastructural aspects. The theoretical exam consists of a written final exam with question that may be multiple choice, true and false, correspondence and/ or short open-ended and developmental questions.

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

Durante as aulas teórico-práticas são transmitidos aos estudantes conhecimentos sobre células e seus componentes, sendo abordados com detalhe os aspetos ultraestruturais e funcionais, incluindo mecanismos moleculares. Nestas aulas, os meios audiovisuais são indispensáveis para apresentar a morfologia das células e suas estruturas, incluindo-se, além das imagens de microscopia ótica e eletrónica, a projeção de esquemas e tópicos que auxiliam a compreensão da matéria. Estes conhecimentos terão de ser, posteriormente, consolidados por autoaprendizagem. O desenvolvimento das capacidades de observação é estimulado nas aulas práticas através da observação de cortes histológicos e imagens de microscopia eletrónica. Nos exames, os estudantes deverão demonstrar a sua capacidade para identificar tecidos, células e estruturas celulares ao microscópio ótico e em imagens de microscopia eletrónica de transmissão bem como a integração dos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do semestre.

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

During theoretical-practical lectures, knowledge about cells and their components are conveyed to students. Ultrastructural and functional aspects, including molecular mechanisms, are covered in detail. In these classes, audiovisual tools are indispensable to illustrate the morphology of cells and their structures. Moreover, in addition to light and electron microscopy images, schemes and topics are also shown to help the understanding of the subjects. This knowledge will have to be subsequently consolidated by self-learning. In practical classes, the development of observation skills is stimulated by observing histological slides and electron microscopy images. In the exams, students should demonstrate their ability to identify tissues, cells and cellular structures under light microscopy and in transmission electron microscopy images as well as the integration of theoretical knowledge acquired throughout the semester.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Pubmed latest literature.

Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P (2008) Molecular Biology of the Cell. 5th Edition. Garland Science, New York

Cooper GM, Hausman RE (2013) The Cell: A Molecular Approach. Sixth Edition, ASM Press, Washington, DC, Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts

Gartner LP, Hiatt JL (2007) Color Textbook of Histology. Saunders – Elsevier

Young B, Woodford P, O'Dowd G (2013) Wheater's Functional Histology: A Text and Colour Atlas, 6th edition. Churchill Livingstone

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Biologia Molecular***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Molecular Biology***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CBS***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-39; PL-26***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):***Claudio Enrique Sunkel Cariola (20h TP; 13h PL) Carlos Alberto Silva Conde (19h TP; 13h PL)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Nesta UC pretende-se que os estudantes adquiram conhecimentos sobre a estrutura e replicação do material genético e a sua organização, a organização dos genes nos procariontes e eucariontes, a informação contida no genoma e como é transcrita, quais os tipos de moléculas de RNA que existem, os mecanismos de processamento dos RNAs, os processos que alteram o DNA, assim como os mecanismos de reparação e os mecanismos de recombinação. Os conhecimentos adquiridos devem permitir a compreensão dos princípios gerais da regulação da expressão génica nos procariontes e os mecanismos de regulação da expressão génica nos eucariontes, bem como as bases das técnicas de DNA recombinante e manipulação do DNA.

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

The objective of this UC is the acquisition by the students of knowledge on the structure and replication of genetic material and its organisation, the organisation of genes in prokaryotes and eukaryotes, the information contained in the genome and how it is transcribed, what are the types of RNA molecules that exist, the mechanisms of RNA processing, processes that alter DNA, as well as repairing mechanisms and recombination mechanisms. The knowledge acquired should allow the comprehension of the general principles of regulation of gene expression in prokaryotes and mechanisms of regulation of gene expression in eukaryotes, as well as the technical basis of recombinant DNA techniques and ways of DNA manipulation.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução e enquadramento*
- 2. Estrutura e organização do DNA*
- 3. Replicação do DNA*
- 4. Transcrição*
- 5. Código Genético*
- 6. Tradução*
- 7. Processamento dos RNAs*
- 8. Técnicas de DNA recombinante*
- 9. Alterações e reparação do DNA*
- 10. Recombinação*
- 11. Regulação da expressão genética em Procariontes*
- 12. Regulação da expressão genética em Eucariontes*

13. *Viruses*

14. *Cancer e oncogenes*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction and context*
2. *DNA Structure and organization*
3. *DNA Replication*
4. *Transcription*
5. *The genetic code*
6. *Translation*
7. *RNA processing*
8. *Recombinant DNA techniques*
9. *Alteration and repair of DNA*
10. *Recombination*
11. *Regulation of gene expression in prokaryotes*
12. *Regulation of gene expression in eukaryotes*
13. *Virus*
14. *Oncogenes and cancer*

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

Como resultado desta UC se espera que os estudantes compreendam a forma como é que a informação genética está codificada no DNA, como é que esta informação é expressa e traduzida, e finalmente quais as bases dos mecanismos que regulam a expressão dos genes, assim como os mecanismos de determinação e diferenciação celular. São feitas constantes referências a doenças humanas. Os estudantes devem aprender as bases das técnicas de DNA recombinante e saber aplicar as metodologias conforme os diferentes problemas que podem enfrentar. No que respeita a parte prática os estudantes aprendem as bases do trabalho com moléculas de DNA, o seu isolamento e purificação a partir de núcleos de células eucariotas e isolamento de DNA plasmídico. Análise de DNA por eletroforese, construção de mapas de restrição, corte de DNA com enzimas de restrição, PCR, bases da sequenciação de DNA, transformação e clonagem, assim como técnicas gerais de trabalho no laboratório.

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

As a result of this curricular unit, students are expected to understand how the genetic information is encoded in the DNA, and how this information is expressed and translated, and finally what are the foundations for the mechanisms that regulate the expression of genes, as well as the mechanisms for cell determination and differentiation. Constant references are made to human diseases. Students should learn the technical basics of recombinant DNA techniques and learn how to apply the methods according to the different problems they may have to face. In terms of the practical component, students learn the basics of working with DNA molecules, their isolation and purification from the nuclei of eukaryotic cells and isolation of DNA plasmid. The DNA analysis by electrophoresis, the construction of restriction maps, cutting the DNA with restriction enzymes, PCR, sequencing basis of DNA, transformation and cloning, as well as general lab work techniques.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas com extensa participação dos estudantes, perguntas da parte do professor para serem respondidas pelos estudantes durante as aulas. Questões levantadas durante as aulas são discutidas na aula seguinte. Utilização de power point e quadro. Avaliação corresponde a 80% num exame final que tem duas partes. Uma parte sobre conhecimento da matéria e uma segunda em que o estudante é chamado a resolver problemas utilizando o conhecimento teórico e prático que desenvolveu durante a UC. Aulas práticas. Grupos de 4 estudantes realizam todos os trabalhos que incluem, isolamento de DNA genómico eucariota, isolamento de DNA plasmídico bacteriano, utilização de enzimas de restrição, eletroforese de DNA, PCR, sequenciação, transformação bacteriana, mapeamento por enzimas de restrição, clonagem. No final das aulas o grupo tem de apresentar um relatório de todas as aulas práticas e a sua avaliação equivale a 20% da nota final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes with extensive student participation, questions raised by the teacher and to be answered by the student during the class. Questions that are answered are discussed the following class. Use of power point and extensive utilization the blackboard. Evaluation by final exam corresponds to 80% of the final grade. The exam has two parts. One that relates to knowledge of the subject and one in which the students are asked to resolve problems using both the theoretical and practical knowledge gained during the course. Practical classes. Groups of 4 students perform all the experimental manipulations that include, isolation of eukaryotic genomic DNA, isolation of bacterial plasmid DNA, electrophoresis of DNA, sequencing, restriction enzyme cutting and mapping, PCR, bacterial transformation, cloning.

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

As metodologias de ensino permitem a aquisição dos conhecimentos desenhados nos objetivos da UC.

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

The teaching methodologies allow students to acquire the competencies originally designed for this curricular unit.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Alberts Bruce;Molecular biology of the cell. ISBN: 978-0-8153-4105-5
Robertis E. de;Biologia celular e molecular. ISBN: 972-31-0687-6
Darnell James;Molecular cell biology. ISBN: 0-7167-1981-9
Azevedo and Sunkel eds. Biologia Celular e Molecular, ISBN: 978-972-757-692-0

Mapa IV - Biomecânica do Corpo Humano

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biomecânica do Corpo Humano

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Human Body Biomechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMED

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-13

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):

Renato Manuel Natal Jorge (39TP - 1 turma)

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

Outros docentes (26PL - 2 turmas)

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

A unidade curricular de Biomecânica do Corpo Humano visa dotar os estudantes de conhecimentos na área da mecânica para aplicação em sistemas vivos, com especial ênfase na mecânica dos materiais (tecidos rígidos e moles) e na mecânica dos corpos rígidos (análise dos movimentos). Procura ainda dar a conhecer e desenvolver o interesse pela Biomecânica do Corpo Humano, procurando estudar e investigar o funcionamento, em termos mecânicos, dos diferentes órgãos e tecidos biológicos nas diferentes aplicações da Biomecânica, Desportiva, Ocupacional e de Reabilitação (Mecânica dos meios contínuos, estática cinemática e dinâmica).

Espera-se que no final do período letivo, os estudantes tenham adquirido conhecimentos que lhes permitam o recurso à utilização de ferramentas experimentais e analíticas tendo em vista a construção de modelos matemáticos representativos da modelação mecânica associada a diferentes sistemas de organismos vivos.

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

The Human Body Biomechanics curricular unit aims to provide students with knowledge in the area of mechanics applied to living systems, with special emphasis on the mechanics of materials (hard and soft tissues) and mechanics of rigid bodies (motion analysis). It also seeks to give and develop an interest in Human Body Biomechanics, by trying to study and research the operation, in mechanical terms, of different organs and biological tissues in different applications of Biomechanics, Sports, and Occupational Rehabilitation (Continuum mechanics, static kinematics and dynamics). By the end of the semester, students should have acquired knowledge to use experimental and analytical tools in order to build mathematical models representative of the mechanical modelling of systems associated with different living organisms.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Biomecânica; Conceitos de Força e Momento, equilíbrio estático. Geometria de massa com determinação do CG e das propriedades de inércia. Introdução à Teoria da Elasticidade: caracterização do estado de tensão e de deformação; relações tensões-deformações. Biomecânica Aplicada: Biomecânica das articulações (cartilagem articular; tendões, ligamentos e músculos); considerações anatómicas; sua recuperação; fixação de fraturas; artroplastias. Biomecânica dos tecidos e de estruturas do sistema músculo-esquelético: conceitos e terminologia; Biomecânica da locomoção; Biomecânica experimental e numérica.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to Biomechanics; Concept of Strength and Momentum, static equilibrium. Geometry mass determination of CG and inertia properties. Introduction to the Theory of Elasticity: characterisation of the state of stress and strain; stress-strain relations. Applied Biomechanics: Biomechanics of joints (joint cartilage, tendons, ligaments and muscles), anatomical considerations; recovery; fracture fixation; arthroplasty. Tissue biomechanics and the musculoskeletal system: concepts and terminology; Biomechanics of locomotion; Biomechanics experimental and numerical.

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

Os conteúdos programáticos identificados são maioritariamente o suporte teórico prático necessário para a análise biomecânica de tecidos e órgãos quando sujeitos a ações mecânicas permitindo ao estudante ter um entendimento aprofundado das metodologias de cálculo aplicadas aos sistemas vivos. Os conceitos e metodologias apresentados constituem as bases para que seja possível analisar diversos efeitos de carácter mecânico sobre os organismos vivos incluindo uma perceção de base puramente biológica bem como uma avaliação sobre os resultados da implantação de determinados dispositivos (implantes, ortóteses, etc.).

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

The contents of the syllabus are mainly the theoretical support for the careful and efficient biomechanical analysis of tissues and organs when subjected to mechanical loads, allowing the student to have a thorough understanding of the calculus methodologies applied to living systems. The concepts and methodologies presented are the foundation for the analysis of some mechanical effects on living organisms, including a perception purely based on biological systems as well as an evaluation of the results of the implementation of certain devices (implants, orthotics, etc.).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular encontra-se repartida em 3 horas semanais de aulas teórico-práticas e uma hora semanal de práticas laboratoriais (1 turma cada duas semanas)..

Na aula teórica procede-se à exposição da matéria enquanto que as aulas teórico-práticas são utilizadas para a realização de exercícios simples, envolvendo os conceitos expostos.

A avaliação é efetuada por exame final.

Tipo de Avaliação: Avaliação por exame final

Condições de Frequência: De acordo com o regulamento da FEUP

*Nota final:= nota de exame*0,95 + 0,05 PP (>ou =nota final ?)*

PP-Participação presencial

Aprovação será obtida se Nota Final = ou superior a 9,5 valores (0 a 20)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit is divided into three weekly hours of theoretical-practical classes and one weekly hour of practical classes (1 class per two weeks). In the theoretical class contents are presented, while the theoretical-practical classes are used to perform simple exercises involving the exposed concepts. Type of evaluation: Final exam

Conditions for attendance: According to FEUP's regulations. Final score = Exam grade 0.95 + 0.05*PP.*

PP: Personal Participation. Approval granted if final score \geq 9.5 points (out of 20).

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

A metodologia de ensino adotada na presente unidade curricular envolve duas componentes: expositiva e de experimentação analítica. Na primeira, os estudantes assumem um papel não interventivo de exposição das matérias. Na última, os estudantes assumem um papel ativo que lhes permite experimentar e analisar alguns dos tópicos discutidos na unidade curricular, nomeadamente, avaliar os efeitos de utilização de diferentes leis constitutivas ou de distintos materiais. Assim as metodologias de ensino encontram-se coerentes com os objetivos da unidade curricular dado que a metodologia expositiva possibilita o aprofundamento dos conceitos enquanto a experimentação e análise permitem a verificação das diferentes opções consolidando os conhecimentos.

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

The teaching methodology adopted in this curricular unit involves two components: expository and analytical experimentation. In the first, students assume a non-interventive role in the presentation of contents. In the latter, students take on an active role, which enables them to implement and experiment with some of the topics discussed in the curricular unit, namely to assess the effects of using different constitutive laws, or different materials. Therefore, the teaching methodologies are consistent with the objectives of the curricular unit, given that the methodology presented allows for the development of concepts, while experimentation and analysis allow checking the different options, thus consolidating knowledge.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Oomens, C., Brekelmans, M., Baaijens, F. (2009). *Biomechanics. Concepts and Computation*, Cambridge University Press.

Completo, A., Fonseca, F. (2011). *Fundamentos de Biomecânica*, Publindustria.

McGinnis, P.M. (2005). *Biomechanics of Sport and Exercise, - Human Kinetics*.

Fung, Y.C. (2010). *Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues*, Springer.

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:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-26h

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Aulas TP: 1 turma; Aulas PL: 3 turmas.

4.4.1.7. Observations:

Theoretical and practical: 1 class; laboratory practice: 3 classes.

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

Maria do Rosário Rodrigues Almeida Martins(20h TP;26h PL) Jorge Eduardo Silva Azevedo(19h TP;52h PL)

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

Marta Vaz Mendes (12h PL)

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

Esta UC tem como principal objectivo a aquisição de conhecimentos de bioquímica estrutural e metabólica numa perspectiva integrada. No final, os estudantes estão familiarizados com estrutura e função das principais classes de moléculas biológicas e com as principais vias metabólicas em que se encontram envolvidas assim como nas relações entre as diferentes vias metabólicas.

Várias condições metabólicas serão estudadas numa perspectiva de integração de diferentes vias metabólicas nomeadamente condições de estado jejum/pós-prandial, diabetes, exercício físico ou metabolismo de etanol. Adicionalmente, pela participação em aulas PL, devem ter adquirido competências na realização de metodologias correntes de investigação no domínio do estudo de bioquímica metabólica.

Os estudantes devem ter adquirido capacidades de análise de dados experimentais de situações diversas de adaptação metabólica, nomeadamente identificar as principais vias alteradas e os respectivos mecanismos de regulação.

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

The main objective of this UC is the knowledge of basic concepts of structure and function of main classes of biological molecules and their involvement in the metabolic pathways in an integrated approach.

At the end of this course, the students should know the structure and function of different biologic molecules and their metabolic fates as well as discuss the relations among different metabolic pathways.

Several metabolic situations involving integrated metabolism will be studied such as fasting/post-prandial states, diabetes, physical exercise or ethanol metabolism.

Additionally the students will participate in laboratorial classes that allow them to acquire skills to perform current methodologies in biochemistry research.

At the end, the students should be able to analyze experimental data from different biological situations and integrate it in a metabolic perspective identifying the metabolic pathways involved and its regulation in different cell systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- I. Metabolismo de hidratos de carbono (HC)*
- II. Metabolismo de lípidos*
- III. Aminoácidos e Proteínas*
- IV. Metabolismo de aminoácidos*
- V. Metabolismo de nucleótidos*

4.4.5. Syllabus:

- I. Carbohydrate (CH) metabolism*
- II. Lipid metabolism*
- III. Amino Acids and Proteins*
- IV. Amino Acid Metabolism*
- V. Nucleotide Metabolism*

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

O conteúdo programático da unidade curricular está desenhado numa perspetiva de fornecer aos estudantes o conhecimento fundamental para ser entendido o funcionamento da célula a nível molecular. Este conhecimento inclui a aprendizagem das vias metabólicas de uma forma integrada. A metodologia seguida inclui aulas teórico-práticas e laboratoriais são integrados na análise e discussão de resultados de experiências descritas nos artigos.

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

The syllabus of the course is designed with a view to provide students with the fundamental knowledge to understand the functioning of the cell at the molecular level. This knowledge includes learning of the metabolic pathways in an integrated way. The methodology includes discussion sessions from published articles in scientific journals. The knowledge acquired in the theoretical/ practical and laboratory classes is integrated in the analysis and discussion of results of experiments described in the papers.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de apresentação de conteúdos de forma expositiva pelo docente e discussão de problemas. Realização de trabalhos práticos e apresentação e discussão dos resultados obtidos sob a forma de relatório escrito. Avaliação por exame final (80 %) e componente avaliação prática (20%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Syllabus presentation classes in an expository form by the teacher. Practical work and results presentation and discussion in the form of a written report. Evaluation: final exam (80%) and laboratory practical evaluation (20%).

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

As metodologias de ensino estão condicionadas ao número de estudantes inscritos na UC. Assim, a apresentação dos temas em aulas é feita de modo expositivo acompanhado por esquemas em powerpoint. Durante a apresentação são colocadas questões que devem ser discutidas durante a aula pelos estudantes e professor. Além destas aulas, realizam-se aulas laboratoriais onde são executadas experiências, em grupo, que ilustram conteúdos programáticos do ciclo de estudos. Os resultados das aulas laboratoriais devem ser apresentados sob a forma de relatório escrito sujeito a avaliação e discutidos em tutoriais.

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

Teaching methods are selected taking into account the number of students attending the UC. Therefore, lectures are offered where the content is presented and illustrated by power point presentations. During the presentation, questions are raised and the answers discussed by the students and teacher. Besides, students have the opportunity to carry out laboratory practical classes where they perform experiments, in groups, that illustrate the theoretical contents learned. The results obtained from the experimental work are presented as a written report submitted to evaluation and discussed during tutorials.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Lehninger, Albert L, David L. Nelson, and Michael M. Cox. Lehninger Principles of Biochemistry. New York: Worth Publishers, 2000. ISBN: 978-1-4641-2611-6.*
- Caderno de Protocolos das aulas práticas (preparado pelos docentes da UC e pela equipe técnica de apoio às aulas laboratoriais). (Laboratory protocols prepared by the teachers and technical personnel that support the lab work).*

Mapa IV - Ciências dos Materiais em Bioengenharia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ciências dos Materiais em Bioengenharia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Materials Science in Bioengineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-13

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Fernando Jorge Mendes Monteiro (19,5 TP-1 turma) Mário Adolfo Monteiro Rocha Barbosa 19,5 TP-1 turma

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

Maria Ascensão Ferreira Silva Lopes (65 PL – 5 turmas)

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

Os objetivos de aprendizagem prendem-se com a capacidade dos estudantes adquirirem instrumentos essenciais à compreensão do comportamento dos materiais (estruturais e funcionais) e das suas interfaces com o meio, nomeadamente em sistemas biológicos, na perspetiva de virem a se capazes de no futuro tomarem decisões sobre seleção e aplicabilidade de materiais distintos a aplicar em dispositivos médicos ou outros de interesse à Bioengenharia. Aquisição de conhecimentos básicos sobre ciência de materiais. Capacidade de integração de conhecimentos.

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

The objectives of obtaining the required skills that might provide them the basic tools to understand the (structural and functional) behavior of materials and their interfaces with the environment, namely in biological systems, in the perspective of enabling them to take decisions in the future in terms of adequate materials selection for medical devices or other of relevance in Bioengineering. Acquisition of fundamental knowledge in Materials Science. Ability to integrate different knowledge.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Sistemas biomiméticos*
- 2. Conceitos básicos de mecânica dos sólidos. Propriedades mecânicas de materiais.*
- 3. Equilíbrios de fases envolvendo sólidos. Situações de não equilíbrio.*
- 4. Estruturas atômicas, moleculares e cristalinas de sólidos e relação com propriedades. Defeitos cristalinos, anisotropia. Imperfeições.*
- 5. Semicondutores e supercondutores.*
- 6. Estrutura e propriedades da interface material-solução. Eletroquímica de interfaces.*
- 7. Relação estrutura / propriedades de polímeros, cerâmicos, metais, compósitos e hidrogéis.*
- 8. Interações de materiais com ambientes industriais e biológicos. Modificações de superfície para melhorar o desempenho de materiais ao desgaste, à degradação química e biológica e os seus efeitos sobre o ambiente.*
- 9. Biomateriais.*
- 10. Nanomateriais. Realização de práticas laboratoriais: Processamento de Cerâmicos, Ensaios mecânicos de cerâmicos e polímeros. Diagrama de fases. Processamento mecânico e propriedades mecânicas dos metais.*

4.4.5. Syllabus:

*Biomimetic systems
Basic concepts of solids mechanics. Mechanical properties of materials
Phase equilibria involving solids. Non-equilibrium situations.*

Atomic, Molecular and Crystalline structures and their relationships with properties. Crystalline defects, anisotropy. Imperfections.

Semiconductors and superconductors.

Structure and properties of Material-Solution interface. Interface electrochemistry.

Relation between structure and properties of Polymers, Ceramics, Metals, Composites and Hydrogels.

Interactions of materials with industrial and biological environments. Surface modifications to improve wear resistance, as well as chemical and biological degradation resistance and their effects on the environment.

Biomaterials

10- Nanomaterials Lab sessions: Processing ceramic materials and polymers. Phase diagrams, mechanical processing and metal properties.

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

O programa cobre um conjunto de temáticas críticas para a compreensão dos aspetos fundamentais de ciência de materiais, o que satisfaz o objetivo de compreensão do comportamento dos materiais. Por outro lado fornece conhecimento sobre aspetos que relacionam os materiais com o meio envolvente particularmente se este for o meio biológico, respondendo assim a um outro dos objetivos. Este programa permite assim não só atingir uma formação básica em Materiais como ainda permite aos estudantes relacionar esses conhecimentos com outros que irão mais tarde adquirir e que se prendem mais com o meio biológico que envolverá estes materiais quando utilizados em aplicações biomédicas particularmente no caso de dispositivos invasivos.

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

The syllabus covers a wide range of subjects that are essential for the understanding of fundamental aspects of materials science, therefore fulfilling the goal of understanding the materials behaviour. On the other hand, it provides knowledge on aspects that connect the materials with the surrounding environment, particularly if this is a biological environment, thus complying with another objective. This syllabus allows not only to obtain a basic knowledge in materials but also it enables students to connect that understanding with other knowledge acquired at a later stage, more closely related to the biological environment surrounding these materials when used in biomedical applications specially in invasive devices.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação pelo docente, acompanhada de discussão com os estudantes Tipo de Avaliação: Avaliação por exame final Condições de Frequência: Participação em 75% das aulas teórico-práticas. Fórmula de avaliação: A classificação final é dada pela nota obtida no exame (75%) e da nota dos trabalhos práticos (25%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures provided by the teacher, followed by discussions with the students Type of evaluation: Final exam Conditions for attendance: Attendance to 75% of the theoretical-practical sessions Evaluation Formula: The final mark is attributed based on the marks of the I exam (75%) and the mark of the lab assignments (25%)

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

As metodologias de ensino assentam em aulas TP focadas nas características físicas, químicas e mecânicas dos diversos tipos de materiais com as aulas de um dos docentes, enquanto que com o outro docente das TP são preferencialmente analisados e apresentados os aspetos que relacionam os materiais com o meio envolvente. Os diversos tipos de materiais: Metais, Cerâmicos e Poliméricos são estudados nestas aulas. Nas aulas práticas de laboratório os estudantes são colocados perante um conjunto de ensaios-tipo de materiais que cobrem a respetiva obtenção e construção de estruturas, a sua caracterização mecânica e alguns ensaios de interação de materiais com o seu meio envolvente. São assim perceptíveis pelos estudantes os diferentes aspetos a ter em conta quando se pretende relacionar as propriedades intrínsecas de materiais com as suas condições ambientais e de relevância para a sua função em dispositivos de Bioengenharia

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

The teaching methodologies are based on TP lectures focused on the physical, chemical and mechanical characteristics of the several types of materials, with lectures given by one teacher, while the aspects more concerned with the relation between materials and local environment are presented by the other teacher. All types of materials: metals, ceramics and polymers are studied in this class. In the practical lab sessions students are faced with a set of traditional set of materials that range from their acquisition and structure construction, to their mechanical characterisation and also some tests concerning the interaction between materials and their surrounding. This will make possible to obtain the perception of the different aspects relating the intrinsic properties of materials with their environmental conditions and required relevance in Bioengineered devices.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*William D. Callister, Jr, (2001), Fundamentals of Materials Science and engineering, 5th edition, John Wiley & sons
James F. Shackelford, (2005), Introduction to Materials Science for Engineers, 6th edition, Prentice-Hall*

Mapa IV - Controlo de Processos e Instrumentação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Controlo de Processos e Instrumentação

4.4.1.1. Title of curricular unit:*Instrumentation and Process Control***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CE***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-39; PL-13***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):***Fernão Domingos de Montenegro Baptista Malheiro de Magalhães (19,5TP - 1 turma)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Ana Mafalda Almeida Peixoto Ribeiro (19,5TP – 1 turma; 13PL - 1 turma)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Espera-se que após concluírem com sucesso a unidade curricular os estudantes sejam capazes de:*

- *Desenvolver modelos matemáticos de sistemas dinâmicos e implementar a sua resolução numérica recorrendo a ferramentas computacionais.*
- *Identificar modelos empíricos de sistemas dinâmicos com base em respostas dinâmicas obtidas experimentalmente.*
- *Projetar e sintonizar controladores PID de acordo com critérios de desempenho especificados.*
- *Projetar e sintonizar algumas estratégias de controlo avançado, efetuando a análise crítica da sua pertinência.*
- *Identificar os principais instrumentos usados em controlo de processos químicos e biológicos, efetuando a análise crítica da sua relevância perante o contexto de utilização.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*It is expected that after successfully concluding the course curricular unit, students should be able to:*

- *Develop mathematical models of dynamic systems and implement their numerical resolution using computational tools.*
- *Identify empirical models of dynamic systems based on dynamic responses obtained experimentally.*
- *Design and tune PID controllers according to specified performance criteria.*
- *Design and tune some advanced control strategies, being able to critically analyse their pertinence.*
- *Identify the main instrumentation used in control of chemical and biological processes, being able to critically analyse their relevance in face of the usage context.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Modelos matemáticos de sistemas dinâmicos e sua resolução.*
- *Resposta dinâmica de sistemas de 1ª e 2ª ordem. Sistemas com atraso de transporte.*
- *Identificação e estimação de parâmetros.*
- *Controlo por retroação. Problema servo e problema de regulação.*
- *Controlo de ação descontínua (controlo “on-off”).*
- *Controlo de ação descontínua. Controlo proporcional, integral e derivativo (PID).*
- *Implementação digital do controlo PID.*
- *Ação de controlo direta e inversa.*
- *Diagramas de tubagem e instrumentação (P&I).*
- *Estabilidade de anéis de controlo.*
- *Critérios de desempenho.*
- *Métodos experimentais de sintonização.*
- *Controlo em cascata.*

- *Controlo por antecipação.*
- *Controlo de razão.*
- *Controlo com compensação de atraso.*
- *Controlo adaptativo.*
- *Controladores industriais.*
- *Tipos de medidores e sua implementação. Terminologia associada a medidores.*
- *Tipos de válvulas e sua implementação. Outros tipos de elementos finais de controlo.*

4.4.5. Syllabus:

- *Mathematical models of dynamic systems and their resolution.*
- *Dynamic response of 1st and 2nd order systems. Systems with transport delays.*
- *Parameter identification and estimation.*
- *Feedback control. Servo and regulator problems.*
- *Discontinuous action control (on-off control).*
- *Continuous action control. Proportional, integral and derivative control (PID).*
- *Digital implementation of PID control.*
- *Direct and reverse control action.*
- *Pipe and instrumentation (P&I) diagrams.*
- *Stability of control loops.*
- *Performance criteria.*
- *Experimental methods for controller tuning.*
- *Cascade control.*
- *Feedforward control.*
- *Ratio control.*
- *Time-delay compensation.*
- *Adaptive control.*
- *Industrial controllers.*
- *Measurement devices. Terminology used with measuring systems.*
- *Valve types and their implementation. Other types of final control elements.*

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

Esta unidade curricular (UC) aborda aspetos fundamentais e aplicados de dinâmica e controlo de processos. Beneficiando do conhecimento e competências adquiridas anteriormente no ciclo de estudos, fornece-se um tratamento abrangente e coerente de conceitos e ferramentas para conceção, implementação e otimização de sistemas de controlo automático de processos. Os conteúdos programáticos cobrem os conceitos fundamentais numa disciplina de iniciação ao controlo de processos, mas contendo alguns tópicos que podem ser considerados avançados. Procura-se que a UC tenha uma forte dimensão de aplicação prática, necessária para a consolidação das competências pretendidas, mas sem descurar a fundamentação teórica das abordagens seguidas. A natureza e nível de profundidade dos conteúdos são consonantes com os objetivos de aprendizagem propostos.

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

This curricular unit presents fundamental and applied aspects of process dynamics and control. Benefiting from knowledge and skills acquired previously, it is provided a comprehensive and coherent set of concepts and tools for applications involving design, implementation and optimization of automatic process control. The syllabus covers the concepts that are fundamental in an initiation course on process control, but containing some somewhat advanced topics. It is intended for the course to have a strong dimension of practical application, necessary for the development of the intended competences, but without neglecting the theoretical basis of the presented approaches. The nature and level of depth of the course's contents and in consonance with the proposed learning outcomes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas de exposição de conceitos e discussão de casos de estudo. Realização de dois trabalhos de avaliação durante o semestre e um exame final. Utilização de aplicações computacionais (Scilab/Xcos) para o ensino assistido por computador de dinâmica e controlo de processos. Realização de trabalhos práticos com sistemas reais de controlo PID.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final

Condições de Frequência: Frequência das aulas nos termos legais estabelecidas de acordo com as normas regulamentares da FEUP. Entrega dos relatórios dos trabalhos.

*Fórmula de avaliação: A classificação final é calculada de acordo com a seguinte fórmula: $CF = 0.125 * T1 + 0.125 * T2 + 0.75 * EX$*

em que T1 e T2 são as notas de cada trabalho e EX é a nota do exame. O exame terá uma parte sem consulta (40 %) e uma parte com consulta (60 %). Está definido o seguinte critério de aprovação: $CF \geq 9.5$ e $Ex \geq 6$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes will be based on the presentation of case studies. Students will have to carry out two assignments along the semester. Use of computer applications (Scilab/Xcos) for computer-aided learning.

Practical work with real PID control systems.

Type of evaluation: Distributed Evaluation with final exam

Terms of frequency: Attendance to classes according to current legislation. Delivery of work reports.

Formula Evaluation:

The final grade is based on the following formula:

*$CF = 0.125 * T1 + 0.125 * T2 + 0.75 * EX$*

where $T1$ and $T2$ are the grades on each work report and EX is the grade on the exam.
 The exam will have one part without consultation (40 %) and one part with consultation (60 %).
 The criteria to pass the course is: $CF \geq 9.5$ and $Ex \geq 6$.

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

*As metodologias propostas apostam fortemente no trabalho autónomo e tutorado do estudante, através da realização de projetos em grupo e da participação ativa em aulas de realização e discussão de exercícios de aplicação prática dos conceitos apresentados nas aulas expositivas.
 Pretende-se uma elevada interação entre o docente e o estudante, de forma a estimular a aprendizagem e a permitir a monitorização constante da evolução desse processo. É ainda privilegiada a utilização de ferramentas computacionais que facilitam e estimulam o processo de ensino/aprendizagem, bem como o contacto direto com instrumentação industrial. Pretende-se desta forma que os estudantes desenvolvam capacidades profissionais baseadas numa simbiose entre conhecimentos teóricos e experiência prática.*

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

*The proposed methodologies are strongly based on autonomous and tutored work performed by the student, through execution of group projects and active participation in classes where practical exercises are performed and discussed, involving the concepts presented in the expositive classes.
 A high level of interaction between professor and student is intended, in order to stimulate learning and allow constant monitoring of the evolution of this process. It is also intended the use of computational tools that facilitate and stimulate the teaching/learning process, as well as the direct contact with industrial instrumentation.
 In this way, students are expected to develop professional competences based on a symbiosis between theoretical knowledge and practical experience.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Seborg, D. E., Mellichamp, D. A., Edgar, T. F., Doyle, F.J. (2017). Process Dynamics and Control (4th ed.). Danvers, USA: Wiley.
 Ogunnaike, B.A., Ray, W.H. (1994). Process Dynamics, Modeling, and Control. New York, USA: Oxford University Press.
 King, M. (2016). Process Control - A Practical Approach (2nd ed.). Chichester, UK: Wiley.*

Mapa IV - Competências Transversais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Competências Transversais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Transferable Skills

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

DP/CTT/ QACUP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

40,5

4.4.1.5. Horas de contacto:

Para efeitos de cálculo, estimamos 13 horas de contacto

4.4.1.6. ECTS:

1,5

4.4.1.7. Observações:

Unidade Curricular a seleccionar entre as disponíveis no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.

4.4.1.7. Observations:

Course to be selected among those available in the Soft/Transferrable Skills Catalogue from the University of Porto.

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

Francisco Manuel Madureira e Castro Vasques de Carvalho (coordenador de CTs na FEUP)

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

O corpo docente será definido em função da CTE escolhida pelo estudante.

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

*Reconhecer a importância de adotar uma atitude proactiva, comprometida e responsável;
Analisar as motivações e capacidades de trabalho em equipa;
Aplicar com sentido crítico diferentes atitudes comunicacionais em diferentes situações de interação;
Reconhecer a importância da ética no trabalho e do pensamento crítico, entre outras competências;
Produzir um relatório científico, de acordo com as normas da comunidade científica;
Saber adequar comportamentos a diferentes situações profissionais, pessoais e/ou relacionais;
Compreender a importância da cooperação e ajuda mútua para o clima organizacional;
Compreender os desafios inerentes à liderança de equipas, à tomada de decisão, à gestão de tempo e à colaboração com colegas de trabalho;
Compreender as mais-valias e desafios da criação do próprio emprego;
Identificar aspetos fundamentais da história, cultura e pensamento contemporâneo e da sua importância para o desenvolvimento de atitudes e comportamentos de cidadania;*

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

*To recognize the relevance of a proactive, committed and responsible attitude;
To analyse their own motivations and teamwork skills;
To critically apply different communication skills in different interaction situations;
To recognize the relevance of critical thinking and work ethics, among other skills;
To produce adequate scientific reports, according to the scientific community standards;
To adapt personal behaviours to different professional and/or relational situations;
To understand the relevance of cooperation and mutual help for the organizational behaviour;
To understand the major challenges related to team leadership, decision making, time management and collaboration with co-workers;
To understand the challenges and advantages of their own job creation;
To identify fundamental aspects of history, culture and contemporary thinking, and of their relevance for the development of citizenship behaviours;*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Conteúdos programáticos específicos de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.

4.4.5. Syllabus:

Specific syllabus of each available course unit from the Soft/Transferrable Skills Catalogue of the University of Porto.

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

Específica de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.

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

Specific for each available course unit, from the Soft/Transferrable Skills Catalogue of the University of Porto.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Específica de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Specific for each available course unit, from the Soft/Transferrable Skills Catalogue of the University of Porto.

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

Perspetiva-se a oferta de diferentes tipos de CTs, organizadas de acordo com os seguintes tópicos:

- 1. Ações de formação em áreas transversais de Engenharia, incluindo:*
 - a. Literacia científica, incluindo escrita de relatórios científicos com utilização de ferramentas bibliográficas;*
 - b. Utilização de ferramentas transversais para análise de dados.*
- 2. Ações de formação em soft skills relevantes para estudantes de Engenharia, incluindo:*
 - a. Gestão de Tempo e Organização Pessoal;*
 - b. Comunicação Assertiva;*
 - c. Empregabilidade.*
- 3. Ações de formação em Artes ou Ciências Sociais e Humanas relevantes para estudantes de Engenharia (oferecidas por outras Unidades Orgânicas da UPorto), incluindo:*
 - a. Tópicos de Arte e Cultura Contemporânea (FBAUP);*
 - b. Tópicos de Filosofia, Epistemologia, Ética aplicada à ciência e tecnologia, Pensamento crítico e Argumentação, Identidade e Interculturalidades (FLUP);*
 - c. Tópicos de Psicologia do Trabalho e das Organizações, incluindo Gestão do Stress, Resolução de Problemas,*

Tomada de Decisão e Orientação para Resultados, Criatividade e Mudança Organizacional, Motivação de Equipas, Saúde e Bem-estar nas Organizações, Negociação e Gestão de Conflitos (FPCEUP).

4. Atividades estudantis com foco na formação em softskills (previamente certificadas pela UPorto), incluindo:

a. Organização das Jornadas de Eletrotécnica / Jornadas de Engenharia Química / Jornadas de Engenharia Mecânica / etc. (creditável para membros da equipa organizadora, com limite ao n.º de organizadores);

b. Concurso “Pontes de Esparguete” / Concurso de Programação ACM / etc. (creditável para participantes e para membros da equipa organizadora, com limite ao n.º de organizadores);

c. Participação efetiva de estudantes em Organizações Internacionais de Estudantes de Engenharia.

5. Participação efetiva dos estudantes em Ciclos de Palestras, creditáveis como parte de Competências Transversais/ Transferíveis, de acordo com regras a especificar pela Universidade do Porto.

Através da acima referida multiplicidade de oferta a disponibilizar pelo Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto, será possível assegurar uma forte coerência entre as metodologias de ensino e os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

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

We foresee the offer of multiple CT course units relevant to engineering students, organized according to the following topics:

1. Course units addressing transversal Engineering domains, including:

a. Scientific literacy, including the writing of scientific reports, including the use of adequate bibliographic tools;

b. Data analysis tools.

2. Soft skills course units, including:

a. Time Management and Personal Organization;

b. Assertive Communication;

c. Employability;

3. Course units addressing Art topics and/or Social and Human Science topics, which may be of interest for Engineering students (organized by the related UPorto Organic Units), including:

a. Topics of Contemporary Art and Culture (FBAUP);

b. Topics of Philosophy, Epistemology, Work Ethics applied to Science and Technology, Critical Thinking and Argumentation, Identity and Interculturalities (FLUP);

c. Topics in Work and Organizational Psychology, including Stress Management, Problem Solving, Decision Making, Creativity and Organizational Change, Team Motivation, Organizational Health and Well-Being, Negotiation and Conflict Management (FPCEUP);

4. Student activities focused on soft skills (previously certified by UPorto), including:

a. Organization of Electrotechnical/Chemical/Mechanical Engineering Workshops (which may be creditable to organizing team members);

b. “Spaghetti Bridges” Contest / ACM Programming Contest / etc. (which may be creditable to both participants and organizing team members);

c. Student participation in International Engineering Student Organizations;

5. Student participation in Congresses, creditable as part of Transversal / Transferable Skills, according to a set of rules to be specified by the University of Porto.

Considering the aforementioned CTs multiplicity available through the Catalogue of Transversal / Transferable Skills from the University of Porto, it is possible to ensure the required coherence level between teaching methodologies and learning outcomes of the curricular unit.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Millar, Dean C. “Ready for take-off: a winning process for launching your engineering career”. Upper Sadle River : Prentice Hall, cop. 2011. ISBN 978-0-13-608127-2

Bibliografia complementar: Específica de cada Unidade Curricular disponível no Catálogo de Competências Transversais/ Transferíveis da Universidade do Porto.

Mapa IV - Eletricidade e Eletromagnetismo

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletricidade e Eletromagnetismo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electricity and Electromagnetism

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-13

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):

Paulo Jorge Valente Garcia (39TP – 1 turma; 52PL – 4 turmas)

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

<sem resposta>

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

A unidade curricular Eletricidade e Eletromagnetismo visa dotar os estudantes da Licenciatura em Bioengenharia com conhecimento operacional em Circuitos elétricos e Eletromagnetismo (cf. Ponto 4.4.5) que são áreas do conhecimento absolutamente fundamentais para a engenharia contemporânea.

A um nível macro os objetivos de aprendizagem são:

- a) desenvolver intuição física sobre situações de carácter eletromagnético observadas na natureza e utilizados em dispositivos, identificando as leis físicas que os regem;*
- b) modelizar essas situações, fazendo uso de aproximações, usando ferramentas analíticas e numéricas, com sentido crítico.*
- c) medir no laboratório grandezas eletromagnéticas, numa variedade de situações, com sentido crítico, comparando com previsões dos modelos.*

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

The Electricity and Electromagnetism course aims to provide students with an Integrated Master's Degree in Bioengineering with operational knowledge in Electrical Circuits and Electromagnetism (cf. Point 4.4.5) – areas of knowledge fundamental to contemporary engineering.

At a macro level the learning outcomes are:

- a) to develop physical intuition about situations of electromagnetic nature observed in nature and used in devices, identifying the physical laws that govern them.*
- b) to model these situations, making use of approximations, using analytical and numerical tools, judging the results obtained.*
- c) to measure in the laboratory electromagnetic quantities, in a variety of situations, comparing with predictions of the models.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. A carga, a corrente e a tensão elétricas*
- 2. Circuitos de corrente contínua: aproximações, leis de Kirchoff, componentes de circuitos (R, C, L), potência, medição, circuitos equivalentes de Thevenin e de Norton, segurança elétrica*
- 3. Resposta transitória de circuitos RC e RL, oscilações em circuitos LC e RLC*
- 3. Circuitos de corrente sinusoidal: fasores, impedância e admitância, circuitos equivalentes de Thévenin e Norton, potências instantânea, média e aparente e fator de potência, medição*
- 4. Eletrostática: força entre cargas, campo eletrostático, potencial eletrostático, equações de Maxwell da eletrostática, energia eletrostática, eletrostática dos condutores*
- 5. Magnetostática: força entre correntes, campo magnético, binário magnético, equações de Maxwell da magnetostática*
- 6. Eletrodinâmica: transformações de Lorentz, indução, energia magnética, coeficientes de auto-indução e indutância mútua, equações de Maxwell*
- 7. Eletromagnetismo na matéria*
- 8. Ondas eletromagnéticas*

4.4.5. Syllabus:

- 1 Charge, voltage and electric current*
- 2. DC circuits*
- 3. First order and second order circuits*
- 4. AC circuits*
- 5. Electrostatics*
- 6. Magnetostatics*
- 7. Electrodynamics*

8. *Electromagnetics in matter*9. *Electromagnetic waves***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

A coerência do programa apresentado no ponto 4.4.5 com os objetivos gerais da aprendizagem apresentados no ponto 4.4.4 é detalhada de seguida:

a) Para desenvolver intuição física sobre situações de carácter eletromagnético observadas na natureza e utilizados em dispositivos, identificando as leis físicas que os regem uma vez que ao longo dos conteúdos programáticos (que versam sobre vários aspetos de eletricidade e eletromagnetismo) são apresentadas as leis e resolvidos exercícios e exemplos, desenvolvendo nos estudantes experiência que permitem atingir estes objetivos;

b) Para modelizar essas situações (de carácter eletromagnético), fazendo uso de aproximações, usando ferramentas analíticas e numéricas, com sentido crítico, serão apresentados exemplos e resolvidos exercícios (das temáticas do programa), fazendo uso da linguagem de programação Python e sendo objeto de discussão.

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

The coherence of the syllabus presented in 4.4.5 with the general learning outcomes of point 4.4.4. is now detailed:

a) In order to develop physical intuition about situations of electromagnetic nature observed in nature and used in devices, identifying the physical laws that govern them, the syllabus (which addresses several aspects of electricity and electromagnetics) presents the laws, solved examples and exercises, which will develop experience and therefore intuition in the students.

b) In order to model these situations, making use of approximations, using analytical and numerical tools, judging the results obtained the syllabus presents examples and solved exercises, sometimes making use of the programming language Python, which are also discussed in class.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teórico-práticas: exposição de conceitos, sua ilustração com exemplos de aplicação pelo docente.

Aulas práticas-laboratoriais: ilustração experimental dos conceitos da UC.

Sítio Moodle: disponibilização das apresentações das aulas, recursos multimédia, folhas de exercícios, testes de auto-avaliação, informações gerais sobre a UC, resultados da avaliação.

Atendimento aos estudantes: acompanhamento personalizado esclarecendo dúvidas sobre a teoria e aplicações.

Estudo individual e em grupo pelos estudantes.

A avaliação distribuída (AD) consistirá em:

- teste intercalar

- dois laboratórios em datas predefinidas

Para o cálculo da nota AD final é tomada a média dos itens anteriores

Fórmula de cálculo da classificação final

*- Se $EF \geq 8$ então $CF = 0.5 * AD + 0.5 * EF + B$*

- Se $EF < 8$ então $CF = EF$

onde CF é a classificação final da avaliação (de 0 a 20 valores), AD a classificação da avaliação distribuída (de 0 e 20 valores), EF a classificação do exame final (de 0 e 20 valores)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**TEACHING/LEARNING METHODS**

Lecture classes: presentation by the lecturer of concepts; their illustration by solving key problems; problem solving by students under the supervision of the lecturer.

Laboratory: experimental illustration of the curricular units' concepts.

Moodle site: power-point presentations of the lectures, multimedia resources, problem sheets, self-evaluation tests, general information of the course and evaluation results.

Office hours: personalized tutoring where doubts on the theory and applications are clarified.

Individual and group study by the students.

EVALUATION

The distributed evaluation (AD) consists in:

- mid-term test.

- two labs in pre-defined dates.

The AD mark is the average of the previous items.

Calculation formula of final grade

*If $EF \geq 8$ then $CF = 0.5 * AD + 0.5 * EF + B$*

If $EF < 8$ then $CF = EF$.

where CF is the final mark (0 to 20), AD the distributed evaluation mark (0 to 20), EF the final exam mark (0 to 20),

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

Os objetivos de aprendizagem estão focados em resolução de problemas nos vários aspetos da Eletricidade e Eletromagnetismo e na construção de circuitos elétricos e medição de grandezas elétricas.

A resolução de problemas é focada quer nas aulas teórico-práticas, quer com materiais e vídeos disponibilizados no Moodle, quer com apoio personalizado no atendimento aos estudantes, quer através do estudo individual e em grupo dos estudantes.

A construção de circuitos e medição de grandezas elétricas é focada quer nas aulas teórico-práticas, quer com vídeos

e outros materiais disponibilizados no Moodle e sobretudo nas aulas práticas laboratoriais, sem esquecer o estudo individual e em grupo dos estudantes.

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

The learning outcomes are focused on problem solving related to various themes of Electricity and Electromagnetics as well as to building electric circuits and measure electric quantities.

Problem solving is addressed in the lectures, in videos and other materials available at Moodle, during office hours and by individual and group study by the students.

The building of electrical circuits and measurement of electrical quantities is addressed in the lectures, in videos and other materials at Moodle and mainly during the laboratory classes. Of course, individual and group study by the students is also critical to achieve the learning outcomes.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bibliografia Obrigatória

Umran S. Inan, Aziz S. Inan; Engineering electromagnetics. ISBN: 0-8053-4423-3

Charles K. Alexander, Matthew N. O. Sadiku; Fundamentals of electric circuits. ISBN: 0-07-115126-5

Bibliografia Complementar

H. Moysés Nussenzevig; Curso de física básica. ISBN: 85-212-0134-6 (vol. 3)

D. T. Edmonds; Electricity and magnetism in biological systems. ISBN: 978-0-19-850679-9

David J. Griffiths, Reed College; Introduction to electrodynamics. ISBN: 0-13-805326-X (Nível mais avançado.)

John D. Kraus, Daniel A. Fleisch; Electromagnetics with applications. ISBN: 0-07-116429-4

Daniel Fleisch; A student.s guide to Maxwell.s Equations. ISBN: 978-0-521-70147-1

James W. Nilsson, Susan A. Riedel; Electric circuits. ISBN: 0-13-032120-6

David K. Cheng; Field and wave electromagnetics. ISBN: 0-201-12819-5

Matthew N. O. Sadiku; Elements of electromagnetics. ISBN: 0-19-513477-X

Alfredo Barbosa Henriques, Jorge Crispim Romão; Electromagnetismo. ISBN: 972-8469-45-4

Mapa IV - Engenharia das Fermentações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia das Fermentações

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fermentation Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-13

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):

Francisco Xavier Delgado Domingos Antunes Malcata (39TP – 1 turma; 26PL – 2 turmas)

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

<sem resposta>

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

Pretende-se que os estudantes adquiram a capacidade de planear, dimensionar e analisar a operação de reatores com células em suspensão e em agregados celulares. Esta unidade curricular também visa dotar os estudantes de conhecimentos de análise e dimensionamento de unidades complementares de processos fermentativos.

Ao completar esta unidade curricular o estudante deve ser capaz de:

Conhecer o papel dos microrganismos nas aplicações biotecnológicas

Conhecer as principais estratégias para crescer microrganismos e quantificar esse crescimento

Modelizar a cinética de crescimento celular na presença e ausência de inibição e/ou limitações ao crescimento.

Descrever os principais tipos de biorreatores

Modelizar o modo de operação dos principais tipos de biorreatores

Conhecer as principais estratégias de agitação e arejamento de um biorreator

Dimensionar o requisito de potenciação de agitação e arejamento

Dimensionar estratégias de esterilização

Efetuar scale-up/scale-down de bioreatores

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

Students are expected to acquire the skills to plan, dimension and analyze operations with cell reactors in suspension and cell aggregates. This course unit also aims at acquainting students with analysis skills and dimensioning of complementary units of fermentation processes.

Upon completing this course unit the student should be able to:

• Know the role of microorganisms in biotechnological applications

• Know the main strategies to grow microorganisms and quantify the growth

• Model the kinetics of cell growth in the presence and absence of inhibition and / or growth limitations

• Describe the main types of bioreactors • Model the mode of operation of the main types of bioreactors • Know the key strategies of agitation and aeration of a bioreactor • Dimensioning the requirements of power of agitation and aeration •

Perform scale-up/scale-down of bioreactors

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Integração de biorreatores em processos industriais; Esquema geral de um processo fermentativo;

Caraterísticas gerais de microrganismos e meios de cultura utilizados industrialmente.

2. Crescimento celular; quantificação do crescimento celular; imobilização de células; filmes microbianos.

3. Fundamentos de balanços de material.

4. Biorreatores de células microbianas: classificação; reatores com biomassa suspensa e com biomassa fixa. Modos de operação de biorreatores (batch, fed-batch, contínuo). Caraterísticas físicas do equipamento.

5. Modelação e simulação de processos em biorreatores microbianos: exemplos ilustrativos.

6. Agitação e arejamento. Conceito de transferência de massa;

Quantificação da área interfacial; Determinação da taxa de absorção/transferência de oxigénio; Correlações para KLa; Conceito de “hold-up”.

7. Esterilização

8. Conceitos gerais de variação de escala em bioreatores

4.4.5. Syllabus:

1. Integration of bioreactors in industrial processes; General outline of a fermentative process; general features of microorganisms.

2. Microbial growth; quantification of cell growth; cell immobilization; microbial film.

3. Material balances basics.

4. Bioreactors of microbial cells: classification; reactors with suspended and fixed biomass. Operation modes (batch, fed-batch, continuous); physical features of equipment.

5. Modelling and simulation of processes in microbial bioreactors: examples.

6. Agitation and aeration. Concept of mass transfer; quantification of interfacial area; absorption rate/oxygen transference; KLa correlation; Hold-up).

7. Sterilisation.

8. Scale variation in bioreactors: general concepts

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

Esta unidade curricular (UC) apresenta os elementos fundacionais da Engenharia das Fermentações. Beneficiando do conhecimento prévio dos estudantes, fornece-se um tratamento abrangente e coerente de conceitos, ferramentas comuns para aplicações envolvendo extração, processamento, e uso de informação com o objetivo de compreender o papel dos microrganismos e dos biorreatores no Biotecnologia. A UC de Engenharia das Fermentações aborda conceitos fundamentais para a modelação dos dados, extração e tratamento analítico de informação para um correto dimensionamento e modelização da operação de biorreatores, do seu equipamento complementar e do bioprocessamento geral. O papel dos microrganismos como biofábricas é analisada de uma forma complementar aos fundamentos bioquímicos.

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

This course unit presents the foundational elements of Fermentation Engineering. Taking advantage of the students' prior knowledge, the unit provides a comprehensive and coherent treatment of concepts, common tools for applications involving the extraction, processing, and use of information in order to understand the role of microorganisms and bioreactors in Biotechnology and Bioprocesses. Fermentation Engineering discusses

fundamental concepts for data modelling, extraction and information analysis for correct dimensioning and modelling of bioreactor operation, its complementary equipment, and the bioprocess in general. The role of microorganisms as biofactories is analysed in a manner complementary to biochemical fundamentals.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Exposição formal dos fundamentos teóricos e metodologias de abordagem, e resolução de problemas, acompanhados de alguns exemplos de aplicação. Serão propostos para estudo individual a resolução de problemas mais complexos que podem exigir, em alguns casos, suporte informático. Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final
Fórmula de avaliação: Modo de avaliação dos conhecimentos: avaliação distribuída com exame final. A classificação final será calculada de acordo com os seguintes componentes de avaliação: Exame final com um factor de ponderação de 50% na classificação final; Avaliação contínua: trabalhos laboratoriais em Engenharia das Fermentações (25%); Problemas para casa (10%); Seminário (15%). Exame de recurso. Para obtenção de classificação positiva, o estudante deverá obter uma classificação global mínima de 9.5 valores. No entanto, o exame final deverá ter uma classificação superior a 8 valores.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Formal presentation of the theoretical and methodologic background, as well as problem solving followed by some application examples. Students will be asked to solve more complex problems, individually, and occasionally they might need to have computer support. Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam Evaluation formula: Knowledge assessment method: distributed evaluation with final exam. The final grade will be estimated according to the following assessment components: Final exam representing 50% of the final mark; Continuous evaluation: Lab assignments in fermentation engineering (25%); homework problems (10%); Seminars (15%). Complementary exam. To obtain a positive mark, the student must get an overall grade of at least 9.5. However, the final exam mark must be higher than 8.

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

No seu processo formativo, o estudante participa em aulas expositivas, realizará trabalhos teóricos e laboratoriais, acompanhado pelo docente. O processo de ensino/aprendizagem está centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante, em particular nos trabalhos laboratoriais realizadas durante o semestre, sendo ainda efetuada uma monitorização regular informal da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo. O objetivo é alcançar uma aprendizagem mais proactiva e dinâmica, que conduza o estudante à assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem. Concretamente, nesta Unidade Curricular é adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas, que capacitem o estudante para o exercício profissional competente em ambiente industrial, para a eficaz intervenção social e para a investigação científica.

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

In his/her formative process, the student participates in theoretical lessons, conducts theoretical and laboratory assignments, whilst monitored by the teacher. The teaching / learning process is focused on the student's (autonomous and supervised) work, in particular laboratory assignments performed during the semester, together with an informal regular monitoring of the development and acquisition of knowledge and skills by the said student. The aim is to obtain a more proactive and dynamic learning that can lead the student to accept his/her personal responsibility in the learning process. More to the point, this course unit adopts a teaching methodology that privileges the acquisition of specialised and specific competencies that qualify the student for the competent exercise of his/her profession, for social intervention and research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Malcata F. X.; Bioreactor Engineering: cell expansion and metabolite production. Springer-Nature, 2021
Lee J.M.; Biochemical Engineering., Prentice-Hall Inc., 2001
Bailey J.E., Ollis D.F.; Biochemical Engineering Fundamentals. , McGraw-Hill., 1987
Lopes A.M., Fonseca A. ; Biologia Microbiana. , Universidade aberta., 1996
Ferreira W.F.C., de Sousa J.C.F. ; Microbiologia. Volume 1. , Lidel – edições Técnicas, Lda., 1998
Fonseca M.M., Teixeira J.A. ; Reactores Biológicos - Fundamentos e Aplicações, Lidel – edições técnicas, Lda., 2007*

Mapa IV - Engenharia de Biomateriais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia de Biomateriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomaterials Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMED

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-13

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Fernando Jorge Mendes Monteiro (13TP – 1 turma)

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

José Domingos da Silva Santos (13TP – 1 turma)

Maria Ascensão Ferreira Silva Lopes (13TP – 1 turma; 26PL – 2 turmas)

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

Esta UC dota os estudantes com os princípios fundamentais da Ciência e Engenharia dos Biomateriais, ao estado da arte do seu desenvolvimento, particularmente nas aplicações médicas mais relevantes. Dado a importância da interação entre biomateriais e tecidos no desempenho dos biomateriais, esta UC aborda múltiplas facetas, incluindo a interação entre o microambiente e as suas componentes celulares e extra-celulares. A nova geração de biomateriais, concebida ao nível molecular e com uma abordagem nano-tecnológica, também é abordada. Também são destacadas as aplicações na medicina regenerativa. A UC prepara os estudantes com os conhecimentos essenciais no domínio dos Biomateriais, permitindo-lhes ter capacidade de selecionar, introduzir melhoramentos na sua performance e produzir novos materiais ou efetuar a sua caracterização no devido contexto, com base nas propriedades físicas, químicas e de superfície e também nas implicações biológicas para os tecidos com os que interatuam.

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

This UC provides students with fundamental principles in Biomaterials Science and Engineering and state of the art knowledge on their development, particularly in what regards the most relevant medical applications. Since the interaction between biomaterials and tissues is critical for their performance, the UC will cover several aspects, including the dialogue between the microenvironment and its cellular and extracellular components. New generation biomaterials, designed at a molecular level, using nanotechnology approaches, will be addressed. Their application in regenerative medicine will also be highlighted. This subject will provide students with the essential knowledge in the field of Biomaterials, enabling them to select, introduce performance improvements, and produce or characterise new materials in the appropriate context, based on physical, chemical and surface properties and also the biological implications for the host tissues that interact with them.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 Princípios fundamentais dos Biomateriais. A evolução dos biomateriais e dispositivos médicos implantáveis.

Biomateriais degradáveis e não-degradáveis. Aplicações clínicas e complicações. Aplicações médicas na reparação, substituição e regeneração de tecidos.

2 Biomateriais metálicos. Biocerâmicos e Biovidros e cimentos de base cerâmica. Biopolímeros sintéticos e biodegradáveis. Polímeros naturais.

A degradação dos biomateriais: mecanismos; os prós e os contras da degradação.

3 Os biomateriais num microambiente biológico. A resposta do tecido hospedeiro. Interações entre proteínas, células e matriz extra-celular.

4 A modulação da resposta biológica. Modificações da superfície. Estruturas biomiméticas auto-organizadas naturais e artificiais. Nanobiotecnologia aplicada à conceção de novos biomateriais. Questões éticas, sociais, económicas e regulamentares.

4.4.5. Syllabus:

1. Fundamentals of Biomaterials. Evolution of biomaterials and implantable medical devices. Degradable and non-degradable biomaterials. Clinical applications and complications. Medical applications in tissue repair, replacement and regeneration.

2. Metallic Biomaterials. Bioceramics and Bioglasses and ceramic based cements. Synthetic and biodegradable biopolymers. Natural polymers. Biomaterials degradation: mechanisms; the pros and cons of degradation.

3. Biomaterials in a biological microenvironment. Host tissue response. Interactions between proteins, cells and extracellular matrix.

4. Modulation of the biological response. Surface modifications. Natural and engineered biomimetic self-assembled

constructs. Nanobiotechnology applied to the design of new biomaterials. Ethical, social, economic and regulation issues.

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

O conteúdo programático desta UC está diretamente associado aos objetivos já que os principais tipos de biomateriais são discutidos quer para materiais aplicados a próteses e implantes quer a estruturas de suporte celular para regeneração e sistemas de libertação de fármacos. Há igualmente uma grande atenção dada ao que acontece do lado do ambiente biológico quando em contacto com estes biomateriais.

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

The syllabus of this curricular unit is directly associated to the objectives since the main types of biomaterials are discussed both for materials used in prosthesis and implants, and cell support structures for regeneration and drug delivery applications. Also there is also a major concern with what happens to the biological environment when in contact with these biomaterials.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os aspetos-chave de cada tema são apresentados pelo professor, sendo seguidos por uma discussão aprofundada nas aulas seguintes. Esta pode conter a apresentação de exemplos pelos estudantes, baseada numa pesquisa bibliográfica. A discussão pode ser feita por um a três estudantes e iniciada com uma pequena apresentação. Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final Condições de Frequência: os estudantes têm que participar ativamente em pelo menos uma discussão (ver Métodos de Ensino), e assistir a 75% das aulas. Fórmula de avaliação: A nota final é baseada na nota do exame final (50%; mínimo 8 valores), aulas laboratoriais (30%) e no desempenho dos estudantes durante as aulas (20%; apresentações, discussões e resposta a questionários).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The key aspects of each topic will be presented by the lecturer, and followed by a thorough discussion in subsequent classes. This discussion may include the presentation of examples by the students, based on a literature research. The discussion may involve one to three students and begins with a small a presentation. Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam Conditions for attendance: Students have to actively participate in at least one discussion (see teaching methods), and attend 75% of the total number of classes. Evaluation formula: The final mark will be based on the mark obtained in the final exam (50%; minimum mark is 8), lab sessions (30%) and the students' performance in class (20%; presentations, discussions and answer to questionnaires).

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

A associação de sessões teóricas com discussões temáticas incluindo apresentações de temas pelos estudantes e as aulas práticas experimentais conjuga um conjunto de metodologias de ensino capaz de fornecer aos estudantes as ferramentas adequadas para tratar as questões de biomateriais numa perspetiva de engenharia Biomédica que pode permitir-lhes exercer atividade na seleção, desenvolvimento e investigação. Há assim coerência entre estas metodologias e os objetivos de aprendizagem.

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

The combination of theoretical sessions with thematic discussions, including the presentation of topics by the students, and practical sessions, brings together a set of teaching methodologies that is able to provide students with the appropriate tools to deal with biomaterial issues in the context of Biomedical engineering, which may enable them to select, develop and research. Hence, these methodologies are consistent with the learning objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Ratner, Buddy D. 340; Biomaterials science. ISBN: 0-12-582463-7
Dee, Key C.; An Introduction to tissue-biomaterial interactions. ISBN: 0-471-25394-4
Di Silvio, L.; Cellular Response to Biomaterials, Woodhead Publishing in Materials, 2009. ISBN: 978-1420093735
Atala, A.; Foundations of Regenerative Medicine: Clinical and Therapeutic Applications, Academic Press, 2009. ISBN: 978-0123750853*

Mapa IV - Engenharia de Biorrecursos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia de Biorrecursos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Bioresources Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:*Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-39; PL-19,5***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 José Vieira Simões –19,5TP - 1 turma; 13 PL - 2 turmas***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Olga Cristina Pastor Nunes – 6,5 TP - 1 turma
Docente a contratar – 13 TP - 1 turma; 26PL - 2 turmas***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A unidade curricular permite adquirir competências para a compreensão e conceção de sistemas de transformação biológica de energia, e de uso e valorização de recursos biológicos aquáticos. Adicionalmente, também permite adquirir competências no conhecimento bioquímica microbiana e ser capaz de os utilizar na formulação, resolução e discussão de problemas.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Provide students with necessary competencies to understand and design systems of biological transformation of energy, and of use and upgrade of aquatic biological resources. Additionally, it allow the students to acquire knowledge on microbial biochemistry and further skills enabling them to formulate, solve and discuss problems on the topic.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Parte teórica:*

- 1. Bioquímica microbiana aplicada (produção de laticínios, etanol, ácido cítrico e antibióticos)*
- 2. Bioenergia (biocombustíveis, biorrefinarias, células de combustível microbianas)*
- 3. Biotecnologia de sistemas aquáticos (produtos de química fina, sustentabilidade, biorremediação, disponibilidade de água, segurança e distribuição)*

*Parte laboratorial**Produção de iogurte e sua caracterização. Sobrevivência de microrganismos potencialmente patogénicos em produtos fermentados (iogurte) – comparação com o seu desenvolvimento no alimento não fermentado (leite).***4.4.5. Syllabus:***Theoretical part:*

- 1. Applied microbial biochemistry (production of dairy products, ethanol, citric acid and antibiotics)*
- 2. Bioenergy (biofuels, biorefineries, microbial fuel cells)*
- 3. Biotechnology of aquatic systems (fine chemicals, sustainability, bioremediation, water security, safety and distribution)*

*Laboratory:**Production of yogurt and characterization. Survival of potentially pathogenic organisms in fermented products (yogurt) versus in non-fermented products (milk).***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Esta unidade curricular (UC) apresenta os elementos fundacionais da utilização de recursos biológicos para a produção de utilidades (p.ex. energia) e produtos (p.ex. químicos de elevado valor acrescentado), numa perspetiva ambientalmente correta (p.ex. utilização sustentada e remediação). Beneficiando do conhecimento e competências adquiridas num primeiro ciclo de estudos, fornece-se um tratamento abrangente e coerente de conceitos, bem como ferramentas comuns para aplicações envolvendo extração, processamento e uso de informação em múltiplos cenários. Esta UC aborda, com efeito, conceitos fundamentais para a compreensão das principais tecnologias*

existentes e de outras emergentes, no intuito de permitir a discussão de dados e o tratamento analítico de informação para um uso eficaz da mesma.

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

This course provides the foundational elements of the use of biological resources for the production of utilities (e.g. energy) and products (e.g. high added-value chemicals), within an environment-friendly framework (e.g. sustained usage and remediation). Taking advantage of the knowledge and skills acquired in the first study cycle, a comprehensive and consistent set of concepts is provided, as well as common tools for applications involving extracting, processing and the use of information in multiple scenarios. This course addresses basic concepts to rationalize the major existing and emerging technologies, allowing for the discussion of data and analytical processing of information for its efficient use.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A leção desta UC partirá da exposição concetual geral efetuada pelo docente, tal exposição irá sendo reforçada com técnicas de aprendizagem ativa e colaborativa protagonizadas pelos estudantes, exigindo o seu envolvimento direto (individual e em grupo) na procura de informação e discussão estruturada de casos de estudo – quer ao nível teórico, quer incluindo na componente prática laboratorial. A avaliação será, assim, de natureza contínua e distribuída, complementada com exame final para referência da qualidade da aprendizagem ao conjunto da turma. A avaliação será, assim, de natureza contínua e distribuída (peso de 35% na classificação final), complementada com exame final para referência da qualidade da aprendizagem ao conjunto da turma (peso de 65% na classificação final).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This course unit's teaching will comprise a generic conceptual presentation by the teacher; that presentation will be gradually reinforced with techniques of active and collaborative learning by the students, demanding their direct involvement (individually and in group) in the search for information and structured discussion of case studies – both on a theoretical level and including the laboratorial component. Evaluation will thus have a continuous and distributed nature, complemented by a final exam, in order to establish the learning quality of the whole of the class. Evaluation will thus have a continuous and distributed nature (accounting for 35% of the final mark), complemented by a final exam, in order to establish the learning quality of the whole of the class (accounting for 65% of the final mark).

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

No seu processo formativo, o estudante participará em aulas expositivas e realizará trabalhos teóricos e práticos, individuais e em grupos de natureza multidisciplinar, convenientemente acompanhado pelo docente. O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante e será efetuada uma monitorização constante da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo. Deverá resultar daqui uma aprendizagem mais proativa e dinâmica, com recurso a metodologias mais diversificadas, suscetíveis de globalmente apoiarem o estudante na assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem – tornando-o gradualmente mais autónomo e independente. Nesta UC em particular, será adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas, que capacitem para o exercício profissional competente, para a intervenção social e para a investigação.

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

In his/her formative process, the student participates in theoretical lessons, conducts multidisciplinary theoretical and practical assignments, individually and in group, whilst properly monitored by the teacher. The teaching / learning process is focused on the student's (autonomous and supervised) work, in particular laboratory assignments performed during the semester, together with an informal regular monitoring of the development and acquisition of knowledge and skills by the said student. The aim is to obtain a more proactive and dynamic learning that can lead the student to accept his/her personal responsibility in the learning process- making him/her gradually more autonomous and independent. More to the point, this course unit adopts a teaching methodology that privileges the acquisition of specialised and specific competencies that qualify the student for the competent exercise of one's profession, social intervention and research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- A. Demain. *Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology*. ISBN: 1-55581-128-0
- G. N. Alexander. *Microbial Biotechnology*. ISBN: 9780511811227
- A. Pandley (Ed.) *Concise Encyclopedia of Bioresource Technology*. Food Products Press. ISBN: 1-56022-980-2
- D. Kumar, K.V. Rajendran & S. Jahageerdar, Eds. (2011) *Bioresource Management and Climate Change*; Studium Press. ISBN: 978-93-80012-45-2
- A. Demirba. *Biorefineries: for Biomass Upgrading Facilities*; Springer. ISBN: 978-1-84882-720-2
- J. C. Burgess, R. Osinga, R. H. Wiffels, H. Tramper; *Marine Bioprocess Engineering*; Elsevier. ISBN: 0-444-53963-8
- P. Nigam, A. Pandey; *Biotechnology for Agroindustrial Residues Utilization*. ISBN: 978-1-4020-9941-0
- ed. C. V. Stevens, R. Verhé; *Renewable Bioresources*. ISBN: 0-470-85446-4 (HB)
- ed. R. Rastogi, D. Madamwar, A. Pandey; *Algal Green Chemistry*; Elsevier. ISBN: 9780444640413

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Engenharia Enzimática***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Enzyme Engineering***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EBIOL***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-39; PL-19,5***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):***Francisco Xavier Delgado Domingos Antunes Malcata (39TP - 1 turma; 39PL – 2 turmas)***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):**

Ao completar esta unidade curricular o estudante deve ser capaz de:

- Conhecer o papel das enzimas nas aplicações biotecnológicas*
- Documentar as principais aplicações tecnológicas das enzimas*
- Conhecer as propriedades das enzimas e o seu modo de funcionamento*
- Identificar os tipos de mecanismos de catálise enzimática*
- Descrever o processo de biocatálise em meios não convencionais*
- Modelizar a cinética enzimática*
- Obter o modelo cinético enzimático através do mecanismo de reação*
- Descrever as aplicações dos biossensores enzimáticos*
- Conhecer os tipos de inibição enzimática*
- Descrever os tipos de imobilização enzimática*
- Calcular o efeito da imobilização enzimática na sua cinética*
- Conhecer os principais tipos de reatores enzimáticos*
- Modelizar os principais tipos de biorreatores enzimáticos*

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

When completing this course unit, the student should be able to:

- Understand the role of enzymes in biotechnological applications*
- Document the major technological applications of enzymes*
- Know the properties of enzymes and their mode of operation*
- Identify the types of mechanisms of enzymatic catalysis*
- Describe the process of biocatalysis in non-conventional media*
- Model enzyme kinetics*
- Obtain the enzyme kinetic model using the reaction mechanism*
- Describe the usefulness of enzyme biosensors*
- Know the types of enzyme inhibition*
- Describe the types of enzyme immobilisation*
- Calculate the effects of immobilisation on enzyme kinetics*
- Know the main types of enzyme reactors*
- Model the main types of enzyme bioreactors.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Propriedades gerais de enzimas. Nomenclatura das enzimas. Níveis de estrutura das enzimas. Especificidade das enzimas. Tipos principais de mecanismos de catálise.*
2. *Biocatálise em sistemas não-convencionais.*
3. *Tecnologias enzimáticas. Aplicações industriais de enzimas. Biossensores e diagnósticos clínicos enzimáticos.*
4. *Cinética e estabilidade enzimáticas. Modelo de Michaelis-Menten. Modelos alternativos e complementares. Obtenção gráfica de constantes cinéticas. Atividade e estabilidade enzimáticas. Efeito do pH e temperatura na cinética enzimática. Tipos de inibição química.*
5. *Imobilização de enzimas. Tipos de suporte e técnicas de imobilização. Efeitos nas propriedades e cinética enzimáticas. Limitações difusionais externas e internas. Fatores de eficiência.*
6. *Reatores enzimáticos: Principais tipos de reatores ideais e respetivas equações. Reatores reais: distribuição de tempos de residência e grau de mistura.*

4.4.5. Syllabus:

1. *General properties of enzymes. Classification and nomenclature of enzymes. Levels of enzyme structure. Specificity of enzymes. Main types of mechanisms for enzyme catalysis.*
2. *Biocatalysis in non-conventional systems.*
3. *Enzyme technologies. Major industrial applications of enzymes. Enzymatic biosensors and clinical diagnostics.*
4. *Enzyme kinetics and stability. Michaelis-Menten model. Complementary and alternative models. Assessment of the kinetic constants. Enzyme activity and stability. Effects of pH and temperature on enzyme kinetics. Types of enzyme inhibition.*
5. *Immobilisation of enzymes. Type of support and immobilisation techniques. Effects of enzyme and kinetic properties. External and internal diffusional limitations. Efficiency factors.*
6. *Enzymatic Reactors: Main types of ideal reactors and their equations. Real (non-ideal) reactor: residence time distribution and degree of mixing.*

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

Esta unidade curricular (UC) apresenta os elementos fundacionais da Engenharia Enzimática. Beneficiando do conhecimento prévio dos estudantes, fornece-se um tratamento abrangente e coerente de conceitos e ferramentas para aplicações envolvendo extração, processamento, e uso de informação com o objetivo de compreender o papel das enzimas e dos biorreatores enzimáticos na Biotecnologia. A UC de Engenharia Enzimática aborda conceitos fundamentais para a modelação dos dados, extração e tratamento analítico de informação para a compreensão do mecanismo de ação enzimático e das suas potencialidades como biocatalizadores.

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

This curricular unit presents the foundational elements of Enzyme Engineering. Benefiting from the student's prior knowledge, it provides a comprehensive and coherent treatment of concepts and tools for applications involving the extraction, processing, and use of information in order to understand the role of enzymes and enzymatic bioreactors in biotechnology. The Enzyme Engineering curricular unit discusses fundamental concepts for data modelling, extraction and analytical treatment of information, in order to understand the action mechanism of enzymes and their potential as biocatalysts.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição formal dos fundamentos teóricos e metodologias de resolução de problemas, acompanhados de exemplos de aplicação. Artigos relevantes para a unidade curricular serão propostos para estudo individual e posterior apresentação e discussão. Serão igualmente propostos exemplos de dimensionamento de biorreatores enzimáticos, para treino na aplicação das metodologias fundamentais de modelização e projeto.

Os estudantes também realizarão trabalhos laboratoriais.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final

Fórmula de avaliação: A classificação final será calculada de acordo com os seguintes componentes de avaliação:

Exame final (50%).

Apresentação de seminários (15%).

Relatórios dos trabalhos experimentais (25%).

Problemas para casa (10%).

Para obtenção de classificação positiva, o estudante deverá obter uma classificação global mínima de 9.5 valores.

No entanto, o exame final deverá ter uma classificação superior a 8 val.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Formal presentation of the theoretical concepts and methodologies for solving problems, along with examples of application. Students will be asked to read and discuss some relevant scientific papers. Examples of dimensioning of enzymatic bioreactors will also be proposed, to train the use of fundamental rules of modelling and design.

The students will also perform laboratorial assignments.

Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam.

Evaluation formula: The final grade will be based on the following assessment components: Final exam (50%).

Presentation of seminar (15%).

Reports from the laboratorial experiments (25%).

Homework assignments (10%).

To obtain a positive grade, the student must have an overall grade of at least 9.5 out of 20. However, the final exam must have a grade higher than 8.

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

No seu processo formativo, o estudante participa em aulas expositivas, realizará trabalhos teóricos e laboratoriais, acompanhado pelos docentes. O processo de ensino/aprendizagem está centrado no trabalho (autónimo e tutorado) do estudante, em particular nos trabalhos laboratoriais realizados durante o semestre, sendo ainda efetuada uma monitorização regular informal da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo. O objetivo é alcançar uma aprendizagem mais proativa e dinâmica, que conduza o estudante à assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem. Concretamente, nesta unidade curricular é adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas, que capacitem o estudante para o exercício profissional competente em ambiente industrial, para a eficaz intervenção social e para a investigação científica.

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

In his/her formative process, the student participates in theoretical lessons, conducts theoretical and laboratory assignments, whilst monitored by the teachers. The teaching/learning process is focused on the student's (autonomous and supervised) work, in particular laboratory assignments performed during the semester, together with an informal regular monitoring of the development and acquisition of knowledge and skills by the said student. The aim is to obtain a more proactive and dynamic learning that can lead the student to accept his/her personal responsibility in the learning process. More to the point, this course unit adopts a teaching methodology that privileges the acquisition of specialised and specific competencies that qualify the student for the competent exercise of one's profession, social intervention and scientific research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Malcata F. X. (2018). Mathematics for Enzyme Reaction Kinetics and Reactor Performance. Wiley. ISBN 9781119490289
Malcata F. X. (2019). Analysis of Enzyme Reaction Kinetics. Wiley. ISBN 9781119490241
James M. Lee (1992). Biochemical engineering. ISBN: 0-13-085317-8.
Andreas S. Bommarius, Bettina R. Riebel (2004). Biocatalysis. ISBN: 978-3-527-30344-1.
Cabral J.M.S., Aires-Barros M.R., Gama M. (2003). Engenharia Enzimática. Lidel – edições técnicas, Lda.
James E. Bailey, David F. Ollis (1986). Biochemical engineering fundamentals. ISBN: 0-07-066601-6.

Mapa IV - Engenharia Regenerativa**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Engenharia Regenerativa

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Regenerative Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-26

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 Paula Gomes Moreira Pêgo TP-19,5 h Cristina Maria Santos Alves de Carvalho Barrias, TP-19,5 h

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

Raquel Madeira Gonçalves, PL-10h
 Sílvia Joana Bidarra dos Santos Lourenço, PL-10h
 Diana Esperança dos Santos Nascimento, PL-6h

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

Espera-se que nesta unidade Curricular os estudantes adquiram conhecimentos relativos às principais estratégias atualmente em desenvolvimento, ou já em fase de ensaios clínicos ou comercialização, visando promover a regeneração e a restauração da função de tecidos/órgãos. Os estudantes tomarão contacto com uma vasta gama de aplicações, desde a regeneração dos sistemas tegumentar, músculo-esquelético e cardiovascular, a áreas emergentes tais como a regeneração do sistema nervoso e engenharia de órgãos. Com esta abordagem holística, os estudantes ganharão competências em termos de desenho de biomateriais, terapias celulares e de entrega de agentes bioativos, no contexto da engenharia regenerativa. Desenvolverão também aptidão para contextualizar a importância de processos como a vascularização e resposta inflamatória nos processos regenerativos.

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

It is expected that in this Curricular Unit students acquire knowledge related to the main strategies currently under development, or already undergoing clinical trials or commercialization, aiming to promote the regeneration and restoration of tissue / organ function. Students will have contact with a wide range of applications will be addressed, from the regeneration of the integumentary, musculoskeletal and cardiovascular systems, to emerging areas such as the regeneration of the nervous system and organ engineering. With this holistic approach, students will gain skills in terms of the design of biomaterials, cell therapies and delivery of bioactive agents, in the context of regenerative engineering. They will also develop the ability to contextualize the importance of processes such as vascularization and inflammatory response in regenerative processes.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1) Introdução à Engenharia Regenerativa (ER): células, tecidos, órgãos, sistemas e organismos
- 2) Matrizes, células (estaminais), sinais bioquímicos e bioreatores para ER
- 3) Estratégias de ER para o sistema tegumentar
- 4) Estratégias de ER para o sistema cardiovascular
- 5) Estratégias de ER para o sistema músculo-esquelético
- 6) Estratégias de ER para o sistema nervoso
- 7) Engenharia de órgãos
- 8) Impacto social e económico da ER, considerações éticas e regulamentação

4.4.5. Syllabus:

- 1) Introduction to Regenerative Engineering (RE): cells, tissue, organs, systems e organisms
- 2) Scaffolds, (stem) cells, biochemical signals and bioreactors for RE
- 3) RE strategies for the integumentary system
- 4) RE strategies for the cardiovascular system
- 5) RE strategies for the musculoskeletal system
- 6) RE strategies for the nervous system
- 7) Organ engineering
- 8) Social and economic impact of RE, ethics and regulatory issue

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

Nesta unidade curricular (UC) serão apresentados os elementos fundacionais da Engenharia Regenerativa. Beneficiando do conhecimento e competências adquiridas noutras UCs, fornece-se uma visão abrangente e coerente de conceitos e ferramentas usadas nesta área de conhecimento. Nomeadamente, estratégias que visam o desenvolvimento e/ou manipulação de moléculas, células, tecidos ou órgãos, por forma a reparar, substituir ou dar suporte a partes do corpo deficientes ou lesionadas, com vista à recuperação das suas funções. Promove-se também a visão crítica das vantagens e limitações das diferentes estratégias, bem como a sua adaptação a cenários não convencionais.

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

This course (curricular unit, UC) will present the foundational elements of Regenerative Engineering. Benefiting from the knowledge and skills acquired in other UCs, it provides a comprehensive and coherent set of concepts and tools used in this area of knowledge. Namely, strategies aimed at the development and / or manipulation of molecules, cells, tissues or organs in order to repair, replace or support body parts injured or disabled with the aim of recovering their function. It also promotes critical vision of the advantages and limitations of different strategies, as well as its adaptation to non-conventional scenarios.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame: 80%. Práticas laboratoriais: 20%. Um mínimo de 10 em 20 valores, tanto no exame escrito como nas práticas laboratoriais, são necessários para aprovação. Os estudantes devem ter um papel ativo e participar em, pelo menos, 75% das aulas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam: 80%. Practical component: 20%. A minimum of 10 out of 20, both in the written exam as well as in the practical component, is required for approval. Students are required to have an active role and to attend, at least, 75% of

classes.

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

No seu processo formativo o estudante participará em aulas expositivas em que se fomentará a discussão com o docente e entre pares, as quais serão acompanhadas de trabalhos práticos laboratoriais em grupo com vista a ilustrar com exemplos práticos estratégias de engenharia regenerativa abordados nas aulas teórico-práticas. O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante e na elaboração em grupo de relatórios dos trabalhos laboratoriais. Concretamente, nesta UC será adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição de conhecimentos que integram uma visão holística das estratégias atuais de regeneração dos diferentes tecidos.

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

In his/her formative process the student will participate in lectures in which they will be encouraged to discuss with the lecturer and the peers the themes under analysis. These will be accompanied by practical laboratory sessions in order to illustrate with practical examples regenerative medicine strategies discussed in the lectures. The teaching-learning process will be centered on the work (autonomous and tutored) of the student and on the elaboration of group reports of the laboratory work. Specifically, in this UC is assumed a teaching methodology that focuses on the acquisition of knowledge that integrates a holistic vision of the current regeneration strategies of different tissues and that will enable the students an adequate insertion in the labor market and for social intervention.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Van Blitterswijk, C.; De Boer, J. (Eds). (2014). Tissue Engineering. Academic Press.

Atala, A. (Ed). (2009). Foundations of Regenerative Medicine. Academic Press

Lanza, R., Langer, R., Vacanti, J. (Eds). (2007). Principles of Tissue Engineering. Academic Press

Ratner, B., Hoffman, A., Schoen, F., Lemons, J. (Eds). (2012). Biomaterials Science. Academic Press

Mapa IV - Estruturas de Dados e Algoritmos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estruturas de Dados e Algoritmos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Data Structures and Algorithms

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-26; PL-26

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 Alves da Silva (26TP – 1 turma; 52PL – 2 turmas)

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

<sem resposta>

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

Os objetivos principais desta unidade curricular são dotar os estudantes com:

- *Conhecimentos fundamentais sobre a programação procedimental e a programação orientada por objetos;*
- *A capacidade de aplicar esses paradigmas de programação para desenvolver programas, usando a linguagem C/C++ como ferramenta;*
- *A capacidade de resolver problemas de programação de baixa/média complexidade, selecionando as estruturas de dados adequadas e desenvolvendo algoritmos eficientes de processamento dos dados.*

RESULTADOS DE APRENDIZAGEM:

Os estudantes deverão ser capazes de:

- *Aplicar os conhecimentos adquiridos para especificar as estruturas de dados e algoritmos adequados tendo em vista a resolução de problemas de programação de baixa/média complexidade, de acordo com uma especificação fornecida*
- *Desenvolver soluções em linguagem C/C++ para os problemas fornecidos, recorrendo quer a estruturas de dados e algoritmos da STL (Standard Template Library) quer a abstrações definidas pelo próprio*

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

The main objectives of this curricular unit are to provide students with:

- *fundamental knowledge on procedural and object oriented programming techniques;*
- *the ability of applying this programming paradigm to develop programs, using the C++ language as a tool;*
- *the ability to solve low/medium complexity programming problems, by selecting adequate data structures and developing efficient data processing algorithms.*

LEARNING OUTCOMES:

Students must be able to:

- *Apply the acquired knowledge to specify data structures and adequate algorithms aiming at the solution of low/medium complexity programming problems, taking into account a given specification.*
- *Develop solutions to the specified programming problems in C/C++ language, using both the data structures and algorithms of the Standard Template Library (STL) and data abstractions of their own.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:**INTRODUÇÃO À LINGUAGEM C/C++**

- *Tipos de dados simples e E/S básica.*
- *Operadores. Expressões.*
- *Estruturas de seleção e de repetição.*
- *Tipos de dados compostos: arrays, structs, strings e vectors.*
- *Apontadores e alocação dinâmica de memória.*
- *Funções: passagem de parâmetros; "overloading"; "templates".*
- *Programação estruturada.*
- *E/S usando ficheiros.*

CLASSES E ABSTRAÇÃO DE DADOS

- *Conceitos fundamentais; encapsulamento.*
- *Construtores, construtores de cópia e destrutores.*
- *"Overloading" de operadores.*
- *"Templates".*
- *Introdução à conceção de programas orientados a objetos.*

STANDARD TEMPLATE LIBRARY

- *Contentores.*
- *Iteradores e algoritmos.*

"NAMESPACES"**HERANÇA E POLIMORFISMO**

- *Conceitos fundamentais.*
- *Classes derivadas.*
- *Métodos virtuais.*
- *Classes abstratas.*

TRATAMENTO DE EXCEÇÕES**EXEMPLOS DE APLICAÇÃO (ao longo do programa)****ANÁLISE E CONCEÇÃO DE ALGORITMOS (ao longo do programa)****4.4.5. Syllabus:****INTRODUCTION TO C/C++ LANGUAGE**

- *Simple data types and basic I/O.*
- *Operators. Expressions.*
- *Flow control.*
- *Composite data types: arrays, structs, strings and vectors.*
- *Pointers and dynamic memory allocation.*
- *Functions: parameter passing; overloading; templates.*
- *Structured programming.*
- *I/O using files.*

CLASSES AND DATA ABSTRACTION

- *Fundamental concepts; encapsulation.*
- *Constructors, copy constructors and destructors.*

- Operator overloading.
- Templates.
- Introduction to object-oriented program design.
- STANDARD TEMPLATE LIBRARY
- Containers.
- Iterators and algorithms.
- NAMESPACES
- INHERITANCE AND POLIMORFISM
- Fundamental concepts.
- Derived classes.
- Virtual methods.
- Abstract classes.
- EXCEPTION HANDLING
- APPLICATION EXAMPLES (along the whole course)
- ALGORITHM ANALYSIS AND DEVELOPMENT (along the whole course)

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

O conteúdo programático inclui a apresentação da sintaxe da linguagem C/C++ e dos conceitos fundamentais da programação procedimental e da programação orientada por objetos (encapsulamento, herança e polimorfismo) que são introduzidos gradualmente ao longo do ciclo de estudos. Esta apresentação é feita através de exemplos de aplicação que proporcionam a introdução de algumas estruturas de dados e algoritmos fundamentais.

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

The syllabus includes the presentation of the syntax of the C++ language and of the fundamental concepts of the procedural and the object-oriented programming paradigm (encapsulation, inheritance, polymorphism) that are gradually introduced during the lectures. This presentation is done by using application examples that serve as the basis for the introduction of some fundamental data structures and algorithms.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teórico-práticas: exposição dos temas programáticos acompanhada pela discussão e desenvolvimento de código.

Práticas laboratoriais: resolução de exercícios de programação focados nos temas tratados nas aulas teóricas; esclarecimento de dúvidas sobre os trabalhos práticos, a realizar por grupos de 2 estudantes, fundamentalmente em períodos extra aula.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final.

Condições de Frequência: Condições para obtenção de frequência: não exceder o limite de faltas e obter uma classificação mínima de 40% em AvD de 30% em MT (ver abaixo).

*Fórmula de avaliação: Avaliação distribuída (AvD) com exame final (AvE). • AvD - a classificação é obtida com base num "mini-teste" (MT), a realizar em meados do semestre, e do segundo dos 2 trabalhos práticos propostos (TP2). • $AvD = MT * 40\% + TP2 * 60\%$ • Classificação final = $AvD * 50\% + AvE * 50\%$ • É condição de aprovação a obtenção de uma classificação mínima de 40% na componente AvE.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical lectures: presentation of programmatic themes accompanied by discussion and development of code.

Laboratory practice: resolution of programming exercises focused on the themes exposed in the lectures; tutoring of the projects, to be developed by groups of 2 students, mainly out of classes.

Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam.

Terms of frequency: do not exceed the absence limit and obtain a minimum of 40% in AvD and a minimum of 30% in MT (see below).

*Formula of evaluation: Distributed evaluation (AvD) with final exam (AvE). • AvD - the grading is based on the result obtained in a short exam (MT), that will take place by the middle of the semester, and aof the second of the 2 programming projects (TP2). • $AvD = MT * 40\% + TP2 * 60\%$ • Final grading = $AvD * 50\% + AvE * 50\%$ • To be approved in this course, a minimum of 40% for the AvE evaluation component is required.*

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

Nas aulas teórico-práticas, a exposição das matérias do programa é feita com base na apresentação de exemplos de aplicação constituídos por programas completos. Estes programas são analisados e são discutidas soluções alternativas ou são desenvolvidas funcionalidades complementares que, frequentemente, são testadas em computador, durante as aulas. Estes programas são disponibilizados na página web da unidade curricular, sendo os estudantes incentivados a, fora das aulas, testarem soluções diferentes das apresentadas ou a modificarem os programas no sentido de resolverem desafios que são colocados durante as aulas. As aulas práticas são dedicadas à resolução de exercícios de programação, sendo cada exercício focado na utilização de estruturas de dados ou de algoritmos mais ou menos bem determinados. O objetivo principal destes exercícios é a consolidação da aprendizagem das matérias do programa. Os projetos, realizados por grupos de estudantes, fora do período das aulas,

têm como objetivo a integração de todo o conhecimento apreendido e o fomento do trabalho em grupo. Através deste conjunto de práticas procura-se estimular o estilo de aprendizagem "aprender fazendo".

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

During theoretical-practical lessons, the presentation of the syllabus contents is made using examples consisting of complete programs. With the participation of students, these programs are analysed and alternative solutions are discussed, which often are tested in a computer, during class. These programmes are available on the web page of the curricular unit, and students are encouraged to, outside class, experiment alternative solutions or modify programs, for solving small challenges that are placed during class. Laboratorial classes are used to solve programming problems that are often focused on the use of specific data structures or algorithms. The main objective of these classes is the consolidation of the syllabus contents. The aim of the projects carried out by groups of students, outside classes, is the integration of all the acquired knowledge and promotion of team work. Through this set of practises, a "learn by doing" learning style is encouraged.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Savitch, W. & Mock K. (2017). Problem Solving with C++. Pearson.

Weiss, M. (2007). Data Structures and Algorithm Analysis in C++. Addison-Wesley.

Lippman, S. & Lajoie, J. & Moo, B. (2012). C++ Primer. Addison-Wesley Professional.

Levitin, A. (2011). Introduction to the Design and Analysis of Algorithms. Pearson.

Horstmann, C. (2017). Big C++: Late Objects. John Wiley & Sons Inc.

Stroustrup, B. (2014). Programming: Principles and Practice Using C++. Addison-Wesley Professional.

Deitel, P. & Deitel, H. (2016). C++ How to Program. Pearson.

Mapa IV - Estrutura e Função de Proteínas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Estrutura e Função de Proteínas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Structure and Function of Proteins

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162 h

4.4.1.5. Horas de contacto:

39 h TP

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria do Rosário Rodrigues de Almeida Martins (10h TP) Jorge Eduardo da Silva Azevedo (10h TP)

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

Tânia Filipa Arsénio Galdes Francisco (10h TP)

Isabel dos Santos Cardoso (6 h TP)

Luís Miguel Gales Pereira Pinto (3h TP)

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

Aquisição de conhecimentos avançados na área da estrutura e função de proteínas. Pretende-se com esta unidade curricular desenvolver a capacidade de crítica científica, através da leitura e da apresentação de artigos científicos recentes nos vários tópicos selecionados.

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

Acquisition of advanced knowledge in the area of Structure and Function of proteins. The aim of this curricular unit is to develop the ability to perform scientific criticism by reading and presenting recent scientific papers on the various selected topics.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Caracterização da estrutura de proteínas.
Energia e cinética de folding (estabilidade de proteínas)..
Técnicas comuns de análise de proteínas
Identificação de complexos proteicos estáveis
Proteínas intrinsecamente desordenadas (Intrinsically Disordered Proteins/Regions (IDP/IDRs).
O ciclo de vida das proteínas
Folding de proteínas no retículo endoplasmático (RE)
Direcionamento intracelular das proteínas
Folding de proteínas e proteostasia
Transporte vesicular
Proteínas mitocondriais
Vias de secreção de proteínas
Autofagia
Doenças associadas a misfolding de proteínas
Amiloidoses de transtirretina Estrutura/função de enzimas com potencial em bio-remediação*

4.4.5. Syllabus:

*Characterization of protein structure
Energy and folding kinetics (protein stability
Common protein analysis techniques
Identification of stable protein complexes
Intrinsically Disordered Proteins / Regions (IDPs)
Protein life cycle
Folding of proteins in the endoplasmic reticulum (RE)
Intracellular protein targeting
Protein Folding and Proteostasis
Mitochondrial proteins
Pathways of protein secretion
Autophagy/Autophagosome biogenesis
Diseases associated with protein misfolding
Transthyretin (TTR) amyloidoses
Structure / function of enzymes with potential for bioremediation*

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

O estudante deverá adquirir competências necessárias para analisar e estudar problemas relacionados com a estrutura das proteínas e com as principais etapas do seu processamento, em particular folding, modificações pós-tradução, direcionamento (targeting) e transporte, secreção e degradação das proteínas a nível celular. O estudante deve ainda adquirir conhecimentos sobre as técnicas mais comuns para estudo desta problemática.

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

Students should acquire the necessary skills to analyze and study problems related to protein structure and key processing steps, in particular: folding, post-translational modification, targeting and protein transport, secretion and degradation at the cellular level. . The student should also acquire knowledge about the most common techniques to study this problem.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Atendendo a que o objetivo principal consiste na aprendizagem de conceitos específicos da área científica da UC, a metodologia utilizada estará centrada na exposição teórica dos conceitos acompanhada pela resolução de exemplos e de pequenas demonstrações, providenciando que os estudantes interiorizem e percebam os fenómenos físicos, químicos e biológicos envolvidos na execução de um conjunto de trabalhos, enquanto se estimula o espírito crítico, a investigação e a dinâmica de grupo. No processo formativo, o estudante participará em aulas expositivas e realizará trabalhos em grupo (3-4 estudantes) que apresentam oralmente, com apoio audiovisual. Estas apresentações orais (seminários) baseiam-se na análise crítica e discussão de artigos científicos de revistas internacionais, previamente selecionados. A avaliação é feita com base na classificação obtida em exame final (75%) e pela classificação da apresentação do seminário (25%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Given that the main objective is the learning of specific concepts of the scientific area of the UC, the methodology used will be centered on the theoretical exposition of the concepts accompanied by the resolution of examples and short demonstrations, providing students to internalize and understand the physical, chemical and biological phenomena involved in the execution of a set of works while stimulating critical thinking, research and group dynamics. In the training process, the student will participate in lectures and perform group work (3-4 students) presenting orally, with audiovisual support. These oral presentations (seminars) are based on the critical analysis and discussion of previously selected scientific articles from international journals. The evaluation is based on the grade obtained in the final exam (75%) and the grade of the seminar presentation (25%).

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

As atividades descritas em 4.4.7 são monitorizadas pelo docente tendo em vista a correta assimilação dos conteúdos. No entanto, o processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho autónomo do estudante, ainda que devidamente acompanhado pelo corpo docente. Espera-se que destas metodologias resulte numa aprendizagem mais proactiva e dinâmica, com recurso a abordagens diversificadas que assentem nas melhores práticas e que, por um lado, apoiem e motivem o estudante na interiorização da sua responsabilidade no processo de aprendizagem, tornando-o gradualmente mais autónomo e independente e, por outro, o incentivem a procurar preencher eventuais lacunas, a renovar o conhecimento e à sua melhoria contínua. A metodologia de ensino adotada mostra-se adequada não só a aquisição das competências específicas da área científica da UC, que alicercem ou capacitem um exercício profissional competente, mas também para a promoção de competências transversais, pessoais e interpessoais.

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

The activities referred in 4.4.7 are monitored by the teacher, aiming at the student's proper assimilation of the syllabus. However, the teaching /learning process will be focused on the student's autonomous work, whilst conveniently monitored by the teacher. These methodologies aim at a more proactive and dynamic learning, resorting to diversified approaches that are included in the best possible practices and that, on the one hand, support and motivate the student to accept his/her personal responsibility in the learning process, making him/her gradually more autonomous and independent and, on the other hand, encourage the student to fill possible gaps, a renew their understanding and their continuous improvement. The methodology adopted is appropriate, not only to the acquisition of specific skills in the scientific area of the UC, that consolidate or qualify the student for the competent professional performance, but also to the promotion of soft skills, personal and interpersonal.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2002). *Molecular biology of the cell*. New York: Garland Science. ISBN: 978-0-8153-4105-5
- For all topics covered 2-3 scientific articles are indicated and made available to students on the Sigarra platform and are updated annually.
- Slideshow presentations are also available.

Mapa IV - Fenómenos de Transferência I**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Fenómenos de Transferência I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Transfer Phenomena I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-19,5

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 António Moreira Alves (39TP - 1 turma)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Alexandra Maria Pinheiro da Silva Ferreira Rodrigues Pinto (58,5PL - 3 turmas)**Outro docente (19,5PL - 1 turma)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Pretende-se que o estudante desenvolva métodos de abordagem estruturada para a interpretação e quantificação de fenómenos de transferência de calor e de massa em sistemas biotecnológicos e químicos na indústria, no ambiente e no corpo humano. É conferida particular importância ao desenvolvimento de pensamento crítico na análise das questões que lhes são colocadas ao longo do semestre, nomeadamente na identificação dos mecanismos que, em cada situação específica, determinam as velocidades de transferência de calor e de transferência de massa. Assim, pretende-se a assimilação de conceitos de transporte de calor e de massa e a capacidade de projetar equipamento simples onde ocorrem fenómenos de transferência e, em paralelo, desenvolver o pensamento crítico para resolver problemas, a capacidade de integração de conhecimentos e o estímulo ao trabalho em grupo. O recurso a literatura em língua inglesa é incentivado, bem como o trabalho em grupo, sendo este uma das componentes da avaliação.

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

This curricular unit aims to develop students' skills in the interpretation and quantification of heat and mass transfer phenomena in industrial biotechnological systems, both in the environment and human body. Special emphasis is given to the development of critical thinking in the analysis of problems, which students come across during the semester, namely the identification of mechanisms that in a given situation determine the rate of heat and mass transfer. Thus, it is intended that the students acquire the concepts of heat and mass transport, to gain the ability to design simple transfer phenomena equipment. In parallel, the development of problem solving critical thinking and the ability to integrate knowledge and promoting teamwork is also aimed for. Students will be stimulated to use literature in English, as well as working in teams, being this component taken into account in the assessment.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução: Transferência de calor vs. Termodinâmica. Mecanismos de transferência de calor: condução, convecção e radiação*
- 2. Transferência de calor por condução em estado estacionário*
- 3. Transferência de calor em estado não-estacionário*
- 4. Transferência de calor por convecção: camada-limite térmica; correlações para cálculo dos coeficientes convectivos*
- 5. Fundamentos de transferência de massa: Difusão molecular. Convecção e seus efeitos na difusão. Transferência de massa em estado não-estacionário*
- 6. Transferência de massa e reação. Transferência de massa em sistemas gás-líquido e sólido-fluido*
- 7. Transferência de massa em sistemas biológicos: o rim*
- 8. Casos ilustrativos.*

Adicionalmente serão efetuados os seguintes trabalhos laboratoriais:

- Determinação de coeficientes convectivos de transferência de calor por convecção natural e forçada*
- Arrefecimento de óleo num tanque agitado com serpentina em regime transiente*
- Estudos de difusão por evaporação de um líquido numa proveta*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction: Heat transfer vs. Thermodynamics. Heat transfer mechanisms: conduction, convection and radiation;*
- 2. Steady state heat conduction transfer;*
- 3. Unsteady state heat transfer;*
- 4. Convection heat transfer: thermal boundary layer; correlation to calculate convective coefficients;*
- 5. Mass transfer fundamentals: molecular diffusion; Convection and its effects on diffusion; Unsteady state mass transfer;*
- 6. Mass transfer and reaction (simple cases); Mass transfer in gas-liquid and solid- fluid systems;*
- 7. Mass transfer in biological systems – the kidney;*
- 8. Application examples.*

Additionally, the following laboratory works will be done:

- Determination of convective heat transfer coefficients by natural and forced convection;*
- Cooling of an engine oil in an agitated tank in transient regime;*
- Diffusion studies by evaporation of a liquid in a graduated cylinder.*

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

Os conteúdos programáticos foram elaborados para irem de encontro dos objetivos da unidade curricular. Começa-se pela compreensão dos mecanismos de transferência de massa, e pela sua descrição matemática, evoluindo de situações muito simples para situações mais complexas, da resolução de problemas básicos para a resolução de problemas de âmbito mais alargado nomeadamente o projeto de equipamento simples. Os resultados esperados são:

- obtenção de conceitos básicos de propriedades de transporte e mecanismos difusivos e convectivos
- formulação de balanços microscópicos e macroscópicos de sistemas de transferência de massa/calor
- a compreensão física e matemática dos mecanismos de transferência
- assimilar o conceito de resistência à transferência de massa
- estabelecimento de balanços macro e microscópicos de massa, em diversas geometrias e regime
- aplicação na projeção de equipamento simples
- desenvolvimento da capacidade de resolver problemas

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

The syllabus was prepared to meet the objectives of the course unit. It begins by understanding the mechanisms of mass transfer and its mathematical description, evolving from simple situations to more complex situations, solving basic problems and more complex ones related to the equipment applications of mass transfer phenomena such as the project of simple equipment. The learning outcomes are:

- To gain basic concepts on properties and transport mechanisms of heat diffusion and heat convection
- To formulate heat/mass transfer balances in micro and macroscopic systems.
- To understand the physical and the mathematical description of transfer mechanisms.
- To assimilate the concept mass transfer resistance.
- To establish mass balances for different cases/geometries in steady state and transient conditions - To apply the acquired concepts to the design of simple equipment.
- To develop problem solving skills.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC assenta em aulas laboratoriais experimentais de aplicação dos conceitos teóricos e aulas teórico-práticas semanais, onde são expostos os conceitos e as suas aplicações e a resolução de problemas ilustrativos. Os estudantes terão acesso a folhas de problemas que deverão resolver maioritariamente fora das aulas, procurando o apoio sempre que necessário. Alguns dos problemas serão discutidos nas aulas. Avaliação distribuída com exame final (25% Práticas Laboratoriais; 75% TP)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This UC is composed by laboratorial application of theoretical concepts and theoretical-practical classes, in which theoretical concepts and their applications will be presented. Also, problems will be discussed. Students will get exercise sheets, so that they can mainly practice outside class. Teachers will be available to help students solve those exercises. Some of those exercises will be discussed in class. Distributed evaluation with final exam (25% Lab. classes; 75% TP)

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

Uma vez que o objetivo principal da unidade curricular (UC) consiste na aprendizagem dos conceitos fundamentais de Transferência Calor e de Massa, a metodologia utilizada baseia-se na exposição teórica dos conceitos, acompanhada pela resolução de exemplos e de visualização de vídeos com pequenas demonstrações, para que os estudantes percebam os fenómenos físicos envolvidos. No seu processo formativo o estudante participará em aulas expositivas, realizará trabalhos teóricos e práticos, individuais e em grupo, convenientemente acompanhados pelo docente. O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante e será efetuada uma monitorização constante da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo. Deverá resultar daqui uma aprendizagem mais proativa e dinâmica, com recurso a metodologias mais diversificadas, que globalmente apoiem o estudante na assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem, tornando-o gradualmente mais autónomo e independente. Concretamente, nesta unidade curricular será adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas, que capacitem para o exercício profissional competente, para a intervenção social e para a investigação.

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

Since the main objective of the course unit (UC) consists in learning the fundamental concepts of Heat and Mass Transfer, the methodology used is based on the theoretical presentation of concepts, followed by the resolution of solutions and watching videos with small demonstrations so that students understand the physical phenomena involved. In his/ her formative process the student will participate in lectures, conduct theoretical and practical work, individually and in group, closely monitored by the teacher. The teaching-learning process is focused on the student's (autonomous and supervised) work constantly monitored by the teacher. The aim is to obtain a more proactive and dynamic learning that can lead the student to accept his/her personal responsibility in the learning process. More to the point, this course unit adopts a teaching methodology that privileges the acquisition of specialised and specific competencies that qualify the student for the competent exercise of his/her profession, for social intervention and research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Çengel, Y. A. (2003). Heat Transfer. McGraw-Hill. ISBN: 0-07-115150-8
Holman, J. P. (2010) Heat Transfer, 10th Ed. McGraw-Hill. ISBN: 978-0-07-352936-3.
Welty, J., Rorrer, G. L. & Foster, D. G. (2014). Fundamentals of momentum, heat, and mass transfer, 6th Ed. Wiley. ISBN: 978-1-118-94746-3.
Middleman, S. (1998). An introduction to mass and heat transfer, Wiley. ISBN: 0-471-11176-7.
Cópia dos slides das aulas / Copy of the slides from the lectures.

Mapa IV - Fenómenos de Transferência II**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Fenómenos de Transferência II***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Transfer Phenomena II***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CE***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-39; PL - 13***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):***Francisco Xavier Delgado Domingos Antunes Malcata (39TP - 1 turma)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Alexandra Maria Pinheiro da Silva Ferreira Rodrigues Pinto (13PL - 1 turma)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Consolidar e aprofundar conhecimentos relacionados com aplicações de Fenómenos de Transporte, com ênfase em transferência de quantidade de movimento, nomeadamente no que concerne à sua aplicação na prática. Aquisição de conhecimentos avançados de Engenharia associados ao projeto dos diversos equipamentos, conforme consta do programa da unidade curricular. Identificação, formulação e definição de prioridades e compromissos através da execução de pequenos projetos sobre diversos temas, nomeadamente: Sistemas de bombagem; Reologia; Equipamento de produção, transferência e recuperação de energia; Serviços industriais (a pesquisa bibliográfica tradicional e por via eletrónica são componentes essenciais nestes projetos).

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

Consolidate and develop knowledge related to the applications of Transport Phenomena, with an emphasis on linear momentum, namely in what concerns its practical application. Acquisition of advanced knowledge in Engineering associated to the design of different equipment, according to the syllabus of this curricular unit. Identification, formulation and definition of priorities and compromises by carrying out small projects on various topics, namely: Pumping systems; Rheology; Production, transfer and energy recovery equipment; Industrial Services (traditional and electronic literature search are fundamental components in these projects).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1- Estudo e projeto de instalações com escoamento interno de fluidos. Bombas e ventiladores. Curvas características. Associação em série e em paralelo. Escoamento em tubagens ramificadas.*
- 2- Fluidos não-Newtonianos. Introdução à viscoelasticidade. Análogos mecânicos: modelo de Maxwell; modelo de Kelvin-Voigt; modelo de Burgers; modelo de Maxwell generalizado.*
- 3- Mecânica dos Fluidos Computacional (CFD): Noções elementares. Utilização de programas computacionais na simulação de escoamentos complexos envolvendo transferência de massa e reação química simultânea.*
- 4- Microfluidica: Aplicações tipo lab-on-a-chip. Técnicas de micro-fabricação. Transferência de massa, reação e mistura à micro-escala.*
- 5- Agitação e mistura.*
- 6- Operações baseadas em sistemas partículas-fluidos: Leitos porosos fixos. Leitos fluidizados. Transporte pneumático. Elutriação. Filtração.*
- 7- Equipamento de produção, transferência e recuperação de energia. Serviços industriais.*

4.4.5. Syllabus:

1- Study and design of facilities involving internal fluid flow: pumps and fans; Characteristic curves; Pumps in serial and parallel connection; Flow in branched pipes.

2- Non-Newtonian Fluids.

Introduction to viscoelasticity. Mechanic analogues: Maxwell model; Kelvin-Voigt model; Burgers model. Generalised Maxwell model.

3- Computational Fluid Dynamics (CFD): Elementary notions. Use of computer programmes to simulate complex flows involving simultaneous mass and chemical reaction transfer.

4- Microfluidics: Lab-on-a-chip applications; Micro-fabrication techniques; Mass transfer, reaction and microscale mixture.

5- Agitation and mixture.

6- Operations based on particle-fluid systems: fixed porous beds; Fluidized beds; Pneumatic transport; Elutriation. Filtration.

7- Production transfer and energy recovery equipment; Industrial services.

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

Esta UC apresenta elementos de aplicação de fenómenos de transferência a equipamentos e processos normalmente encontrados na prática industrial. Beneficiando do conhecimento e competências adquiridas nos primeiros anos de estudos, fornece-se um tratamento abrangente e coerente de conceitos, bem como ferramentas comuns para aplicações envolvendo extração, processamento e uso de informação em múltiplos cenários. Esta UC aborda conceitos fundamentais para a compreensão das principais tecnologias existentes, no intuito de permitir a discussão de dados e o tratamento analítico de informação para um uso eficaz da mesma. Para além de fomentar a aprendizagem com recurso a exemplos concretos, promove-se a visão crítica das tecnologias numa perspetiva SWOT, bem como a sua adaptação a cenários não convencionais.

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

This curricular unit provides application elements of transport phenomena to equipment and processes usually found in industry. Taking advantage of the knowledge and skills acquired in the first years of study, a comprehensive and consistent set of concepts is provided, as well as common tools for applications involving the extraction, processing and use of information in multiple scenarios. This curricular unit addresses basic concepts to rationalise the major existing technologies, enabling the discussion of data and analytical processing of information for its efficient use. In addition to promoting learning by resorting to specific examples, critical analysis of the technologies in a SWOT perspective is also promoted – as well as their adaptation to unusual scenarios.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos teóricos são apresentados em duas aulas teórico-práticas semanais de 2 h cada, sendo apresentados e discutidos alguns exemplos de aplicação integradores.

Os estudantes são incentivados a resolver problemas de aplicação fora das aulas, sendo 3 para entrega e correção.

Adicionalmente, os estudantes farão (em grupo) uma apresentação oral (cerca de 5 min. por estudante) sobre um tema no âmbito do ponto 7. do programa desta unidade curricular, incluindo discussão.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final

Fórmula de avaliação: A classificação final (CF), na escala de 20 valores, será calculada pela seguinte equação:

$$CF = 0.5 \times EF + 0.15 \times P + 0.1 \times AO + 0.25 \times L$$

em que:

EF – Nota do Exame Final (nota mínima de 8 valores);

P - Nota dos problemas

AO – Nota da apresentação oral.

L – Nota dos laboratórios

NOTAS: Serão aprovados os estudantes com classificação final (CF) igual ou superior a 10 valores. O Exame Final tem nota mínima de 8 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The theoretical concepts are presented in two weekly theoretical-practical classes (2 h each), in which some examples of application are presented and discussed.

Students will be asked to solve some application problems outside class; 3 of these problems must be submitted and marked.

Additionally, the students will make an oral (group) presentation (about 5 min/ per student) about a topic within point 7 of this curricular unit's syllabus including discussion.

Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam

Evaluation Formula: Final Grade (FG), on a scale from 0 to 20, will be based on the following equation:

$$FG = 0.5 \times EF + 0.15 \times P + 0.1 \times AO + 0.25 \times L$$

with:

FE= Final exam mark (a minimum of 8 out of 20)

P= Mark of the problems.

AO= Final presentation mark

L= Laboratory grade

COMMENT: To complete this curricular unit, students have to reach a minimum mark of 10. Minimum grade of 8 in the final exam.

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

No seu processo formativo, o estudante participará em aulas expositivas, e resolverá exercícios teórico-práticos, individuais e em grupos de natureza multidisciplinar, convenientemente acompanhado pelo docente; participará ainda em workshops e palestras proferidas por individualidades reconhecidas pelos seus elevados padrões científicos e/ou profissionais, e com relevância para esta UC. O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante, e será efetuada uma monitorização constante da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo. Deverá resultar daqui uma aprendizagem mais proativa e dinâmica, com recurso a metodologias mais diversificadas, suscetíveis de globalmente apoiarem o estudante na assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem – tornando-o gradualmente mais autónomo e independente. Nesta UC em particular, será adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas, que capacitem para o exercício profissional competente, para a intervenção social e para a investigação.

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

In his/her formative process, the student will participate in lectures, and will solve theoretical/practical exercises, individually and in multidisciplinary groups, properly monitored by the supervisor; will also participate in workshops and lectures given by renowned experts with high scientific and/or profession standards, and also relevant for this curricular unit. The teaching / learning process is focused on the student's (autonomous and supervised) work, together with an informal regular monitoring of the development and acquisition of knowledge and skills by the said student. The aim is to obtain a more proactive and dynamic learning, by resorting to several methodologies that overall support the student in accepting his/her personal responsibility in the learning process, making him/ her gradually more autonomous and independent. More to the point, this curricular unit adopts a teaching methodology that privileges the acquisition of specialised and specific competencies that qualify the student for the competent exercise of his/her profession, and for social intervention and research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Geankoplis, C. J., Hersel, A. A. & Lepek, D. H. (2018) Transport Processes and Separation Process Principles. Prentice Hall. ISBN: 978-0134181028
Truskey, G. A., Yuan, F., & Katz, D. F. (2009). Transport Phenomena in Biological Systems. Pearson. ISBN: 978-0131569881
Rhodes, M. (2008) Introduction to Particle Technology. Wiley. ISBN: 9780470014271
Harrison, R. G., Todd, P. W., Rudge, S. R. & Petrides, D. P. 2015). Bioseparations Science and Engineering. Oxford University Press. ISBN: 9780195391817
Fonseca, M. M.; Teixeira, J. A. (2007) Reactores Biológicos - Fundamentos e Aplicações. Lidel. ISBN: 9789727573660.
Çengel, Y. A. (2002) Heat Transfer, a Practical Approach. McGraw-Hill. ISBN 9780072458930
Munson, B. R., Young, D. F. & Okiishi, T. H. (2009). Fundamentals of Fluid Mechanics. Wiley. ISBN: 9780470262849
Bird, R. B., Armstrong, R. C. & Hassager, O. (1987) Dynamics of Polymeric Liquids. Wiley. ISBN: 9780471802457

Mapa IV - Fenómenos Interfaciais em Biosistemas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fenómenos Interfaciais em Biosistemas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Interfacial Phenomena in Biosystems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

121,5

4.4.1.5. Horas de contacto:

39TP; 13PL

4.4.1.6. ECTS:

4,5

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria do Carmo da Silva Pereira – 39TP – 1 turma ; 26PL - 2 turmas

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

<sem resposta>

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

Pretende-se que os estudantes desenvolvam/adquiram conhecimentos estruturados sobre os tópicos fundamentais de química e física intrínsecos a interfaces entre sólidos, líquidos e gases, com especial ênfase para as interfaces biológicas. Pretende-se também que os estudantes adquiram conhecimentos transversais sobre as técnicas que permitem caracterizar/estudar as interfaces.

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

Students are expected to develop/acquire structured knowledge on the fundamental topics of chemistry and physics related to solid, liquid and gas interface, with special emphasis being given to biological interfaces. Students are also expected to acquire transversal knowledge regarding techniques, which allow characterising/studying interfaces.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução; Superfícies líquidas; Termodinâmica de interfaces; Molhamento e ângulos de contacto; Dupla camada elétrica; Efeitos em interfaces carregadas; Forças superficiais; Tensioativos, micelas, emulsões e espumas; Superfícies sólidas; Adsorção; Interfaces biológicas.

4.4.5. Syllabus:

Introduction; Liquid surfaces; Interface thermodynamics; Immersion and contact angles; Electrical double layer; Effects on charged interfaces; Superficial forces; Tensioactives, micelles, emulsions and foam ; Solid surfaces; Adsorption; Biological interfaces.

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

Esta unidade curricular (UC) multidisciplinar apresenta aspetos fundamentais e aplicados das ciências das interfaces e superfícies, incluindo conceitos relacionados com as nanociências. Beneficiando do conhecimento e competências adquiridas anteriormente no ciclo de estudos, aborda-se simultaneamente um conjunto de técnicas que permitem a caracterização das superfícies e compreensão das interações entre superfícies dando especial ênfase às interfaces biológicas. Esta UC aborda conceitos fundamentais que possibilitam o desenvolvimento de aplicações na área da bionanotecnologia. Promove-se a aplicação dos conceitos abordados com base em diferentes casos de estudo apresentados em artigos científicos.

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

This multidisciplinary curricular unit (UC) presents fundamental and applied aspects of the science of interfaces and surfaces, including concepts related to nanoscience. Benefiting from the knowledge and skills acquired in the first study cycle programme, it simultaneously addresses a set of techniques that allow for the characterisation of surfaces and the understanding of the interactions between surfaces with particular emphasis on biological interfaces. This UC covers fundamental concepts that enable the development of applications in the field of bionanotechnology. This UC promotes the application of concepts based on different case studies presented in scientific articles.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Componente Teórico-Prática: as aulas teórico-práticas, com uma carga letiva de 3 horas/semana, são basicamente expositivas onde se apresentam e desenvolvem os conceitos teóricos fundamentais para a compreensão dos fenómenos interfaciais em estudo. Nestas aulas também se exemplifica e estimula a resolução de problemas simples e multiconceituais relacionados com as propriedades de equilíbrio e dinâmicas das superfícies e interfaces. Sempre que oportuno, serão analisados artigos científicos sobre aplicações relacionadas com os temas abordados nas aulas. Componente Laboratorial: nas aulas laboratoriais, carga letiva de 2 h/semana, os estudantes desenvolvem projetos de acordo com os tópicos apresentados no programa da unidade curricular. Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final A classificação final está distribuída pelas componentes: 1. Teórico-prática (peso: 60%) + 2. Laboratorial (peso: 40%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical component: theoretical-practical classes (3 hours/week) mainly based on the presentation of fundamental theoretical concepts, so that students can understand the interface phenomena under study. These classes also include resolution of simple and multi-conceptual problems, related to the properties of equilibrium and surface dynamics and interfaces. Scientific articles will be handed out to students, regarding applications of interface phenomena in biotechnology. Laboratory Component: in laboratory classes (2 hours/week) students have to carry out projects in accordance with the topics comprised in the syllabus. Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam Final Grade includes the following components: 1. Theoretical-practical component (60%) + 2. Laboratory component (40%).

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

No seu processo formativo, o estudante participa em aulas expositivas, faz apresentações orais e realiza/elabora trabalhos laboratoriais de natureza multidisciplinar em grupo, acompanhado pelo docente. O processo de ensino-aprendizagem está centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante, em particular nos relatórios realizados durante o semestre, sendo ainda efetuada uma monitorização regular informal da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo. O objetivo é alcançar uma aprendizagem proactiva e dinâmica, que conduza o estudante à assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem. Concretamente, nesta Unidade Curricular é adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas, que capacitem para o exercício profissional competente, incluindo a vertente da investigação.

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

In his/her formative process, the student participates in theoretical lessons, makes oral presentations carries out/ conducts multidisciplinary lab assignments, in group, whilst monitored by the teacher. The teaching / learning process is focused on the student's (autonomous and supervised) work, in particular reports performed during the semester, together with an informal regular monitoring of the development and acquisition of knowledge and skills by the said student. The aim is to obtain a more proactive and dynamic learning that can lead the student to accept his/her personal responsibility in the learning process. More to the point, this curricular unit adopts a teaching methodology that privileges the acquisition of specialised and specific competencies that qualify the student for the competent exercise of his/her profession, including research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Butt, H-J., Graf, K. Kappi, M. (2013) Physics and Chemistry of Interfaces (3rd. rev.), Wiley-VCH.
Barnes, G.T., Gentle, I.R. (2010). Interfacial Science: an introduction. (2nd ed.), Oxford University Press.
Bazskin, A., Norde, W. (2000). Physical Chemistry of Biological Interfaces, Taylor & Francis.*

Mapa IV - Fisiologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fisiologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physiology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

José Luís de Jesus Baldaia (19h TP)

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

*Fernando José Martins de Oliveira Carvalho (10h TP)
Mónica Isa Moreira Rodrigues (10h TP)*

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

Os estudantes e futuros engenheiros devem familiarizar-se com as funções primárias e secundárias dos grandes sistemas fisiológicos (cardiovascular, renal e pulmonar), através dos seus mecanismos de Ação, perceber as relações entre eles e a importância de cada um para a homeostasia, na perspetiva de um engenheiro; devem perceber as diferenças e complementaridade entre os 2 principais controladores das funções do organismo, sistemas nervoso e endócrino

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

Students and future engineers must become familiar with the primary and secondary functions of the major physiological systems (cardiovascular, respiratory and lung), through its mechanisms of action, the relationship between them and the importance of each to homeostasis, from an engineering perspective; they must understand the differences and complementarity between the 2 main control systems of the body, nervous and endocrine systems.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução: bases gerais e celulares da fisiologia. Metabolismo e regulação da temperatura.

Fisiologia do coração e da circulação: o coração como bomba; origem do batimento cardíaco e atividade elétrica do coração; dinâmica do fluxo sanguíneo e linfático; mecanismos reguladores cardiovasculares; circulação através de regiões especiais; homeostase cardiovascular na saúde e na doença.

Fisiologia Renal: formação e excreção de urina; regulação da composição e volume do fluido extracelular; regulação do equilíbrio ácido-base; doenças renais e diuréticos.

Fisiologia da respiração: função pulmonar; transporte de gases entre os pulmões e os tecidos; regulação da respiração, ajustes respiratórios na saúde e na doença.

Papel regulador do sistema endócrino e do sistema nervoso nos sistemas cardiovascular, renal e respiratório.

4.4.5. Syllabus:

Introduction: general and cellular basis of physiology. Metabolism and temperature regulation.

Physiology of heart and circulation: the heart as a pump; origin of heartbeat and electrical activity of the heart; dynamics of blood and lymph flow; cardiovascular regulatory mechanisms; circulation through special regions; cardiovascular homeostasis in health and disease.

Renal function: urine formation by the kidney; regulation of extracellular fluid composition and volume; regulation of acid-base balance; renal diseases and diuretics.

Respiratory physiology: pulmonary function; gas transport between the lungs and the tissues; regulation of respiration; respiratory adjustments in health and disease.

Regulatory role of the endocrine and the nervous systems in the cardiovascular, renal and respiratory systems.

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

As diferentes células e moléculas do corpo de um indivíduo envelhecem ou alteram-se e em consequência devem ser excretadas e substituídas; durante estes processos, parte deste material químico perde-se e deve ser substituído por novos materiais encontrados no alimento; os processos de digestão e absorção são por isso vitais na manutenção da homeostasia do corpo humano e no equilíbrio funcional dos grandes sistemas, que por sua vez desempenham eles próprios um papel importante na digestão; o metabolismo dos hidratos de carbono, lípidos e proteínas absorvidos como resultado da digestão permitem o crescimento e a manutenção do corpo humano. Todos estes processos são regulados pelos sistemas de controlo e integração, apresentados com especial destaque para o sistema endócrino de forma ajudar o estudante a perceber a homeostasia na saúde e a sua desregulação na doença.

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

In an individual, the different cells and molecules of the body age or damage and as a result they must be discarded and replaced; during these processes, part of this chemical material is lost and must be replaced by new materials found in food; the processes of digestion and absorption are therefore vital in maintaining the homeostasis of the human body and the balance of major systems, which in turn play themselves play an important role in digestion; the metabolism of carbohydrates, lipids and proteins absorbed as a result of digestion allow the growth and maintenance of the human body. All these processes are regulated by the control and integration systems, presented with an emphasis on the endocrine system in order to help students to understand homeostasis in health and its deregulation in disease.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teórico-práticas os estudantes funcionam em grupos de 2-3 de forma a estimular a discussão dos temas e a trabalhar em equipa; Ao longo da UC e em paralelo com a abordagem teórica são levados a simular, em computador, as variações dos parâmetros fisiológicos e bioquímicos dos vários sistemas, comparando os resultados obtidos com as previsões feitas com base nos conhecimentos teóricos. Avaliação por exame final. São admitidos a exame os alunos que obtiverem 3/4 de presenças nas TP. O estudante pode optar pela realização de frequências (2) ou pelo exame final. A 1ª frequência realiza-se durante a semana intercalar e a 2ª frequência é coincidente com o exame final da época normal. São dispensados de avaliação em exame final da matéria da 1ª frequência os estudantes que obtiverem pelo menos 40% da nota máxima da referida frequência. O exame final (ou frequências) consiste num teste de escolha múltipla. São aprovados os alunos que no teste teórico obtiverem nota igual ou superior a 10/20.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In TP classes, students work in groups of 2-3 in order to stimulate discussion of the themes and how to work in a team; along the UC and in parallel with the theoretical approach students are invited to simulate, in computer, changes of physiological and biochemical parameters of the various systems, comparing results with the predictions made on the

basis of theoretical knowledge.

Evaluation with final exam

To be approved in the TP course (3/4 presences)

Students can opt to the accomplishment of parcelar tests (2) or the final examination. The final examination (or parcelar tests) consists of of multiple choice questions test. To be approved students must obtain in the theoretical test a note equal or superior to 10/20.

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

Características e mecanismos de funcionamento dos grandes sistemas fisiológicos: mais que a enumeração descritiva do modo de funcionamento será tentado estimular o estudo aprofundado destes temas ao realçar as particularidades e interações entre sistemas. Nas aulas de laboratório os estudantes funcionam em grupos de 2-3 de forma a estimular a discussão dos temas e a trabalhar em equipa; ao longo da UC e em paralelo com a abordagem teórica são levados a simular, em computador, as variações dos parâmetros fisiológicos e bioquímicos dos vários sistemas, comparando os resultados obtidos com as previsões feitas com base nos conhecimentos teóricos.

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

More than the descriptive enumeration of the mode of operation we will be trying to stimulate the study of these topics to highlight the singularities and interactions between systems. In practical classes, students work in groups of 2-3 in order to stimulate discussion of the themes and how to work in a team; along the UC and in parallel with the theoretical approach students are invited to simulate, in computer, changes of physiological and biochemical parameters of the various systems, comparing results with the predictions made on the basis of theoretical knowledge.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Hall, John E. Guyton, Arthur C. (2011) Guyton and Hall textbook of medical physiology /Philadelphia, PA : Saunders/Elsevier. ISBN: 978-1-4557-7005-2

Mapa IV - Fundamentos de Física

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fundamentos de Física

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physics Fundamentals

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-26

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):

Paulo Manuel de Araújo Sá (TP: 39 h / 1 turma ; PL: 52 h / 2 turmas)

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

Maria José Fernandes Vaz Lourenço Marques (PL: 78 h / 3 turmas)

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

São objetivos: - adquirir conhecimentos fundamentais de física geral: ótica, mecânica e oscilações e ondas; - desenvolver o raciocínio e adquirir competências na resolução autónoma e crítica de problemas; - adquirir disciplina de trabalho continuado; - ter uma atitude respeitadora de valores éticos. O estudante deve ser capaz de: - usar corretamente as leis que regem os fenómenos estudados; - usar vocabulário técnico apropriado para explicar os conceitos e os fenómenos estudados, bem como descrever algumas das suas aplicações práticas; - ter uma atitude crítica perante os resultados finais obtidos, recorrendo à análise dimensional, a estimativas das ordens de grandeza esperadas, ao estudo da interdependência entre as grandezas envolvidas e ao estudo do comportamento da solução em casos-limite. As competências que são objeto do processo de avaliação são: - uso correto das leis que regem os fenómenos estudados; - atitude crítica perante os resultados finais obtidos.

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

The objectives are: - acquire a basic knowledge of general physics: optics, mechanics and oscillations and waves; - develop reasoning skills and acquire the competencies to autonomously and critically solve problems; - acquire the discipline to develop continuous work; - respect ethical principles. The student should be able to: - properly use the laws governing the phenomena studied; - use the appropriate technical vocabulary to explain the concepts and phenomena studied, as well as describe some of its practical applications; - have a critical attitude towards the final results obtained, resorting to dimensional analysis, to estimates of expected orders of magnitude, to the study of the interdependence between the quantities involved and the study of the behavior of the solution in borderline cases. The skills that are the subject to an assessment process are: - Correct use of the laws governing the phenomena studied; - Critical attitude towards the final results.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1- ÓTICA GEOMÉTRICA: TEORIA PARAXIAL Propagação retilínea da luz; as leis da reflexão e da refração; espelhos planos e esféricos; lentes delgadas; noções sobre instrumentos óticos; o olho humano. 2- MECÂNICA CLÁSSICA Unidades e dimensões; vetores; cinemática; leis de Newton; estática; trabalho, energia e potência. Conservação da energia; conservação da quantidade de movimento e conservação do momento angular. 3- OSCILAÇÕES Movimento harmónico simples (MHS); movimento harmónico amortecido; oscilações forçadas e ressonância. 4- ONDAS O conceito de onda; ondas progressivas. Ondas longitudinais e transversais. Polarização. Ondas sinusoidais e características gerais das ondas sobreposição de ondas. interferência; o conceito de difração.

4.4.5. Syllabus:

1 - GEOMETRIC OPTICS: Paraxial Theory Rectilinear propagation of light; Laws of reflection and refraction; flat and spherical mirrors; thin lenses; notions of optical instruments; the human eye. 2 - CLASSICAL MECHANICS Units and dimensions; vectors; kinematics; Newton's laws; static; work, energy and power. Energy Conservation, momentum conservation and angular momentum conservation. 3 - OSCILLATIONS Simple harmonic motion (SHM); damped harmonic motion; forced oscillations and resonance. 4 - WAVES The concept of wave; traveling wave. Longitudinal and transverse waves. Polarization. Sine waves and generic wave features; interference; the concept of diffraction.

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

Os conteúdos programáticos - ótica, mecânica clássica, oscilações e ondas - requerem que os objetivos da UC sejam os da obtenção de conhecimentos fundamentais nessas áreas, como o uso correto das leis que regem os fenómenos físicos estudados e que seja desenvolvido o sentido crítico na análise dos resultados obtidos.

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

The program contents - optics, classical mechanics, oscillations and waves - require that the objectives of the UC are to obtain fundamental knowledge in these areas, such as the correct use of the laws that govern the physical phenomena studied and that the critical sense in the analysis of the results obtained be developed.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- Aulas teórico-práticas: aulas expositivas. - Aulas práticas/laboratoriais: resolução de problemas. 3 das aulas práticas, são no Laboratório de Física para a realização de trabalhos práticos. Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final Condições de Frequência: não tem frequência à Unidade Curricular o estudante que obtenha na avaliação distribuída uma classificação inferior a : 3,0 valores (em 7). Não será admitido a exame final da Unidade Curricular qualquer estudante que: não esteja dispensado de frequência à Unidade Curricular; tenha excedido o número limite de faltas às aulas de tipo PL (25 % do número de aulas previstas). Fórmula de avaliação: CF = EF + AD CF (0 - 20 valores) – Classificação Final EF (0 - 13 valores) – Exame Final AD (0 – 7 valores) – Avaliação Distribuída sendo: AD = TPL + MT TPL (0 – 4,5 valores) – Trabalhos Práticos de Laboratório MT = [Q (0 - 1,5 valores) – Questionário de escolha múltipla] + [P (0 - 1,0 valores) - Problema]

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- Lectures (type TP): presentation classes. - Recitations: practical/ laboratory classes (PL type): problem solving. 3 of these practical classes take place at the Physics Laboratory, where practical assignments will be conducted. Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam Attendance frequency: students who obtain a mark inferior yo 3 (out of 7) will not be eligible for exam. Will not be admitted to the curricular unit's final examination any student that: is not dismissed from class attendance to the curricular unit; has exceeded the limit number of absences to PL classes (25% of total number of classes). Evaluation Formula: CF = EF + AD CF (0 - 20) – Final mark EF (0 - 13) – final exam AD (0 – 7) – distributed evaluation where: AD = TPL + MT TPL (0 – 4,5) – Practical laboratory assignments MT= [Q (0 - 1,5) – multiple choice quiz + [P (0 - 1,0) – Problem]

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

A Física é uma ciência experimental e assim, apesar da sua natureza abstrata, todas as equações da Física estão baseadas em observações experimentais. Por isso, é importante a observação direta dos fenómenos descritos nas aulas expositivas e de exercícios. A unidade curricular contempla a realização de algumas experiências simples por forma a desenvolver nos estudantes a destreza experimental, a atitude no laboratório e o contacto com algumas técnicas e instrumentos utilizados no laboratório. São as contingências de ordem prática – tempo e salas de laboratório disponíveis, custos associados, número de estudantes envolvidos e a premente necessidade de que os estudantes resolvam problemas com acompanhamento (porque a Física não pode ser aprendida passivamente, não havendo qualquer substituto para a resolução de problemas) - que limitam a 3 o nº destas aulas. Mas mesmo este pequeno nº de aulas permite que os estudantes se lembrem de que a Física é uma ciência experimental.

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

Physics is an experimental science and so, despite its abstract nature, all the equations of physics are based on experimental observations. Therefore, a direct observation of the phenomena described in lectures and exercises is important. The curricular unit includes performing some simple experiments in order to develop in the students the experimental mastery, attitude in the lab and contact with some techniques and instruments used in the laboratory. Practical contingencies - time and lab rooms available, associated costs, number of students involved and the permanent need for students to solve supervised problems (because physics cannot be learned passively, there is no substitute for solving problems) - that limit the number of these classes to three. But even this small number of classes allows students to remember that physics is an experimental science.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Young, Hugh D., Freedman, Roger A. -(2007), University physics, (12th edition) Pearson
Tipler Paul A., Mosca, Gene (2007), Physics for scientists and engineers, (6th edition), WH Freeman
Nussenzveig ,H. Moysés (1985),gCurso de física básica: Mecânica, (vol.1), Editora Edgard Blücher,; Nussenzveig, H. Moysés, (1998),Curso de física básica: Ótica, Relatividade, Física Quântica, (vol.4), Editora Edgard Blücher
Eugene Hecht (1991), Óptica, Fundação Calouste Gulbenkian*

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

Fundamentos de Química

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fundamentals of Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-32,5; PL-26

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):

Lúcia Maria Silveira Santos (32,5TP - 1 turma)

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

*Margarida Maria da Silva Monteiro Bastos (52PL - 2 turmas)
Outros docentes (78PL - 3 turmas)*

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

Fornecer uma visão global da química fundamental, num enquadramento de interface com fenómenos da vida corrente; Aplicar os conhecimentos adquiridos em trabalhos laboratoriais; Adquirir aptidões pessoais e profissionais que permitam desenvolver o pensamento através da identificação, formulação e resolução de problemas relacionados com equilíbrio de fases, equilíbrio químico e cinética química. Objetivos específicos: Consolidar e aprofundar os conhecimentos de química adquiridos anteriormente; Adquirir conhecimentos fundamentais de química relacionados com: i) as propriedades dos gases e dos líquidos; ii) a cinética das transformações químicas iii) a quantificação do calor envolvido nas transformações físicas e químicas; iv) a avaliação da possibilidade de ocorrência das transformações físicas e químicas; v) a quantificação da composição de sistemas em equilíbrio; vi) a previsão e compreensão da resposta dos sistemas a alterações das condições de equilíbrio.

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

Provide an overview of fundamental chemistry in an interface framework with everyday life phenomena; Apply the knowledge acquired in lab assignments; acquire personal and professional skills that enable the development of scientific reasoning by identifying, formulating and solving problems related to phase equilibrium, chemical equilibrium and chemical kinetics. Specific aims: Consolidate and develop previously acquired knowledge of chemistry; Acquire fundamental knowledge of chemistry related to: i) interpreting the properties of gases and liquids; ii) evaluating the kinetic of chemical changes iii) quantifying the heat involved in physical and chemical changes; iv) evaluating the possibility of occurrence of the physical and chemical changes; v) quantifying the composition of equilibrium systems; vi) forecasting and understanding the response of systems to changes in equilibrium conditions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

REVISÃO DE CONCEITOS BÁSICOS.
AS PROPRIEDADES DOS GASES
AS PROPRIEDADES DOS LÍQUIDOS
CINÉTICA QUÍMICA
TERMOQUÍMICA
ESPONTANEIDADE DAS TRANSFORMAÇÕES
EQUILÍBRIO FÍSICO
EQUILÍBRIO QUÍMICO
EQUILÍBRIOS EM FASE AQUOSA
REACÇÕES ÁCIDO-BASE
SOLUBILIDADE E COMPLEXAÇÃO
REACÇÕES DE OXIDAÇÃO-REDUÇÃO

4.4.5. Syllabus:

REVISION OF BASIC CONCEPTS
THE PROPERTIES OF GASES
THE PROPERTIES OF LIQUIDS
CHEMICAL KINETICS
THERMOCHEMISTRY
SPONTANEITY OF TRANSFORMATIONS
PHYSICAL EQUILIBRIUM
CHEMICAL EQUILIBRIUM
EQUILIBRIUM IN AQUEOUS PHASE
ACID-BASE REACTIONS
SOLUBILITY AND COMPLEXATION
REDUCTION-OXIDATION REACTIONS

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

O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante, em particular na realização de trabalhos de casa (exercícios) no final de cada capítulo bem como na elaboração de relatórios prévios para a preparação das aulas laboratoriais. Aplicar os conhecimentos adquiridos em trabalhos laboratoriais; Fomentar a autossuficiência dos estudantes, valorizando a pesquisa de dados publicados recentemente; Adquirir aptidões pessoais e profissionais que permitam desenvolver o pensamento através da identificação, formulação e resolução de problemas relacionados com equilíbrio de fases, equilíbrio químico e cinética química.

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

The teaching-learning process is focused on the student's (autonomous and supervised) work, especially homework (exercises) at the end of each chapter as well as the production of reports for the preparation of laboratory classes. Apply the knowledge acquired in laboratory work; promote self-reliance, enhancing the research of recently published data; acquire personal and professional skills enabling students to develop thinking by identifying, formulating and solving problems related to phase equilibrium, chemical equilibrium and chemical kinetics.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição suportada por meios audiovisuais e ilustrada com a resolução de problemas exemplo, incluídos em fichas a fornecer aos estudantes. Avaliação distribuída sem exame final. Terão aprovação através da avaliação distribuída os estudantes que obedecerem aos seguintes critérios: i) Presença nas aulas de acordo com as normas da FEUP; ii) Nota mínima de 6 (em 20) valores em cada um dos testes escritos; iii) Classificação mínima de avaliação distribuída de 10

(em 20) valores. A classificação final (CF) será dada pela seguinte expressão: $CF = 0,75 \times CT + 0,25 \times CP$, onde CT = classificações da componente teórica e CP = classificações da componente laboratorial. Serão aprovados os estudantes com $CT \geq 10$ valores

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentations supported by audiovisual equipment, and exemplified by the resolution of standard problems, included in handouts provided to the students. Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam. Students who abide by the following criteria will pass the distributed evaluation: i) Attendance to classes according to FEUP's regulation; ii) Minimum grade of 6 (out of 20) in each of the written tests; iii) Minimum grade of 10 (out of 20) in the distributed evaluation. The final grade (CF) is calculated by the following formula: $CF = 0,75 \times CT + 0,25 \times CP$, where CT = theoretical component grade and CP = Lab component grade; Students with $CT \geq 10$ will be approved.

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

O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante, em particular na realização de trabalhos de casa (exercícios) no final de cada capítulo bem como na elaboração de relatórios prévios para a preparação das aulas laboratoriais. Aplicar os conhecimentos adquiridos em trabalhos laboratoriais; Fomentar a autossuficiência dos estudantes, valorizando a pesquisa de dados publicados recentemente; Adquirir aptidões pessoais e profissionais que permitam desenvolver o pensamento através da identificação, formulação e resolução de problemas relacionados com equilíbrio de fases, equilíbrio químico e cinética química, etc..

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

The teaching-learning process is focused on the student's (autonomous and supervised) work, especially homework (exercises) at the end of each chapter as well as the production of reports for the preparation of laboratory classes. Apply the knowledge acquired in laboratory work; promote self-reliance, enhancing the research of recently published data; acquire personal and professional skills enabling students to develop thinking by identifying, formulating and solving problems related to phase equilibrium, chemical equilibrium and chemical kinetics.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Atkins, P., Jones, L., (2004), *Chemical principles*, Freeman W. H.
- Chang, R., (2004), *Química*, Mc Graw Hill
- Brown, L. T., LeMay, H. E., Bursten, B., E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., (2012), *Chemistry*, Pearson Prentice Hall.

Mapa IV - Imunologia e Infeção

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Imunologia e Infeção

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Immunology and Infection

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39

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 Appelberg Gaio Lima (19,5h TP)

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

Manuel João Rua Vilanova (19,5h TP)

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

Obter os conhecimentos básicos sobre o funcionamento do sistema imunológico. Contactar com os modelos de investigação e a tecnologia mais utilizada no estudo da Imunologia. Aquisição da capacidade crítica na interpretação de dados reportados na bibliografia. Obter os conhecimentos básicos que possibilitem a compreensão da infeção e da sua metodologia de estudo.

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

Acquire basic knowledge on the operation of the immune system. Become acquainted with the most common models of investigation and technology used in the study of Immunology. Students should develop their critical skills, in order to interpret the data referred to in the bibliography. Acquire basic knowledge in this area, in order to understand the concept of infection and its methodology of study.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. História da Imunologia. Visão sumária do sistema imunológico; 2. Inflamação. Imunidade inata; 3. Linfócitos B e T. Órgãos linfóides (2 aulas); 4. Resposta imunológica adaptativa. Iniciação, efetivação e controlo (2 aulas); 5. Transplantação. Implantes.; 6. Autoimunidade e alergia.; 7. Sistema imunológico e cancro.; 8. Infeções causadas por bactérias intra e extracelulares.; 9. Infeções causadas por Vírus.; 10. Infeções causadas por fungos e protozoários.

4.4.5. Syllabus:

1. History of Immunology. Brief Immunologic system overview; 2. Inflammation; Innate immunity; 3. B and T lymphocytes; Lymphoid organs (2 classes); 4. Adaptive immune response; Initiation, consummation and control (2 classes); 5. Transplantation; Implants; 6. Autoimmunity and allergy; 7. Immune system and cancer; 8. Infections caused by intra and extracellular bacteria; 9. Infections caused by virus; 10. Infections caused by fungi and protozoa.

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

Os conteúdos programáticos visam fornecer aos estudantes conhecimentos básicos sobre o funcionamento do sistema imunológico, que poderão depois ser aplicados numa vertente mais tecnológica, na área da bioengenharia. São apresentadas as metodologias e tecnologias utilizadas na área da imunologia que são aplicáveis na área da bioengenharia. São discutidos problemas que permitem integrar os conhecimentos e as capacidades críticas do estudante na interpretação de dados reportados na bibliografia. Os conteúdos programáticos dão especial ênfase à área da infeção e às abordagens imunológicas ao estudo da infeção, o que inclui aplicações biotecnológicas de carácter preventivo e terapêutico.

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

The syllabus aims to provide basic knowledge about the functioning of the immune system, which can then be used in a more technological aspect, in the area of bioengineering. Methodologies and technologies used in the area of immunology that are used in the area of bioengineering are particularly addressed. Problems are discussed that promote integration of knowledge and students' critical interpretation of data reported in the bibliography. The syllabus contents specially emphasise the area of infection and immunological approaches to its study. That includes preventive and therapeutic biotechnological approaches to manage infection.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas de exposição com discussão. Duas aulas de cariz prático. Tipo de Avaliação: Exame; Condições de Frequência: de acordo com os estatutos; Fórmula de avaliação: classificação até 20 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures with discussion. Two laboratories classes. Type of evaluation: Exam; Conditions for attendance: according to the guidelines; Evaluation formula: up to 20.

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

A componente expositiva das aulas permite transmissão de conhecimentos básicos em imunologia. Inclui a apresentação dos fundamentos das metodologias utilizadas na área. São discutidos problemas que permitem integrar os conhecimentos e as capacidades críticas do estudante. São efetuadas aulas em ambiente de laboratório para abordagem mais aplicada de tecnologias usadas na área da imunologia e de aspetos imunopatológicos da infeção, promovendo a compreensão da infeção e da sua metodologia de estudo. A avaliação por exame visa promover um estudo integrador.

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

The expository component of the classes allows the transmission of basic knowledge in immunology. It includes the presentation of the fundamentals of the methodologies used in the area. Problems that allow integrating the student's knowledge and critical skills are discussed. Classes held in a laboratory environment allow a more direct approach of

applied technologies used in the field of immunology and immunopathological aspects of infection. This promotes understanding of infection and its study methodology. Exam assessment aims to promote an integrative study.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Murphy, K., & Weaver, C. (2017). Janeway's immunobiology. New York, Garland Publishing Inc. ISBN: 978-0-8153-4551-0

Nakagawa, Y. & Ebara, M. (2018) Immunoengineering. In Ariga, K., Ebara, M. (Eds.), Materials Nanoarchitectonics (pp 313-326). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. ISBN: 9783527808311.

Mapa IV - Instrumentação Biomédica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Instrumentação Biomédica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomedical Instrumentation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMED

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-26

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):

Miguel Fernando Paiva Velhote Correia (19,5TP - 1 turma; 52PL - 2 turmas)

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

Docente a designar (19,5TP - 1 turma; 52PL - 2 turmas)

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

Esta Unidade Curricular tem por objetivo primordial desenvolver competências na medição de grandezas e sinais de interesse biomédico e na conceção e projeto de instrumentação e dispositivos médicos para esse efeito, através da aplicação e integração de conhecimentos multidisciplinares da engenharia e das ciências biomédicas.

Competências:

As competências a adquirir centram-se em:

- aprendizagem de conceitos técnicos da medição, instrumentação e uso das respetivas tecnologias na área biomédica;*
- desenvolvimento do raciocínio de análise e resolução de problemas de medição de forma sistémica, crítica e criativa;*
- desenvolvimento de aptidões para o trabalho em equipas multidisciplinares;*
- desenvolvimento de capacidades de conceção, projeto, implementação e teste.*

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

Aims:

This curricular unit aims to develop students' skills in measurement of biomedical quantities and signals and in the design of biomedical instrumentation and medical devices, by applying and integrating multidisciplinary knowledge of engineering and biomedical sciences.

Skills:

The skills to be acquired are:

- *knowledge of the technical concepts of measurement, instrumentation and using the respective technologies in the biomedical area;*
- *development of analytical reasoning and resolution of measurement problems in a systemic, critical and creative way;*
- *development of skills to work in multidisciplinary teams;*
- *development of skills in creation, design, implementation and testing;*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Fundamentos da medição e instrumentação biomédicas:

*Biopotenciais e bioeletrogénese, eléctrodos;
Sensores e princípios de transdução;
Amplificação e condicionamento de sinais para aplicações biomédicas;
Aquisição de sinais fisiológicos e instrumentação virtual.*

2. Instrumentos de medição, monitorização e terapêuticos:

*Do sistema nervoso: EEG, EMG, Eletro-estimulação;
Do sistema cardiovascular: ECG, pressão, som, fluxo e volume; pacemakers, desfibriladores;
Do sistema respiratório: pressão, fluxo, volume; ventiladores.*

4.4.5. Syllabus:

1. Basic concepts of biomedical measurement and instrumentation

*Biopotentials and bio-electrogenesis, electrodes;
Sensors and transduction principles;
Amplification and signal conditioning for biomedical applications;
Physiological signal acquisition and virtual bioinstrumentation.*

2. Measuring, monitoring and therapeutic tools:

*For the human nervous system: EEG, EMG, Electro-stimulation;
For the human cardiovascular system: ECG, pressure, sound, flow and volume; pacemakers, defibrillators;
For the human respiratory system: pressure flow and volume; ventilators.*

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

Os conceitos da medição, dos sensores e da instrumentação são fundamentais em quaisquer áreas da Engenharia, com particular importância na Engenharia Biomédica, onde se concebem, projetam, desenvolvem e se materializam em novos equipamentos, produtos e serviços de elevada utilidade e especificidade para as diversas aplicações biomédicas e clínicas de diagnóstico e terapêutica. A coerência entre conteúdos programáticos e objetivos desta UC está bem patente, quando se confronta a seleção de temas abordados com as competências técnicas específicas que se propõe para a aprendizagem e o desenvolvimento pelos estudantes, verificando-se existir uma correspondência direta.

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

The concepts of measurement, sensors and instrumentation are essential in any area of engineering, with particular importance in the Biomedical engineering field, where they are used to conceive, design, develop, implement and materialize into new equipment, products and services of high utility and specificity for several biomedical and clinical applications in diagnostics and therapeutics. Consistency between program content and objectives of this course unit is evident when one confronts the selection of program topics with the specific technical skills that one proposes for the students to learn and develop, where a clear match exists.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação e discussão com apoio audio-visual das matérias em estudo com exemplificação de resolução de exercícios de análise e de síntese;

Realização de atividades experimentais de medição e cálculo de parâmetros biomédicos;

Realização de um pequeno projeto prático com elaboração de documentação técnica, apresentação oral e demonstração.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final

Condições de Frequência: Realização dos trabalhos solicitados com classificação igual ou superior a 10 valores.

Fórmula de avaliação:

Componente de avaliação distribuída:

Participação: 10% da classificação final

Trabalho laboratorial: 20% da classificação final

Relatório laboratorial: 20% da classificação final

Componente de avaliação final:

Prova escrita: 50% da classificação final

A aprovação a esta UC exige a frequência com uma classificação mínima de 9 valores (em 20) em cada uma das duas componentes de avaliação e uma média final geral de pelo menos 10 valores (em 20).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentation and discussion of the contents under study with audiovisual support and exemplification of the resolution of analysis and synthesis exercises.

Execution of experimental measurements and calculation activities of biomedical parameters.

Carry out a small practical project with the production of technical documentation, oral presentation and demonstration.

Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam

Conditions for attendance: Conduct the assignments requested with a grade that is equal to or higher than 10.

Evaluation formula:

Distributed Evaluation Component:

Participation: 10% of the final grade

Laboratory work: 20% of final grade

Laboratory report: 20% of final grade

Final evaluation component:

Written test: 50% of the final grade

Passing this course requires the attendance with a minimum grade of 9 points (out of 20) in each of the two assessment components and an overall final average of at least 10 points (out of 20).

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

Resultados da aprendizagem:

No final desta UC, o estudante que a frequente e realize com sucesso deverá ser capaz de:

- *demonstrar e aplicar conhecimentos sobre a utilização de sensores e instrumentos eletrónicos para medição de sinais físicos, químicos e biológicos de interesse biomédico;*
- *explicar e analisar os princípios e modos de funcionamento de dispositivos eletrónicos em situações típicas da medição e da instrumentação biomédicas;*
- *usar corretamente instrumentos eletrónicos e virtuais em medições experimentais de sinais fisiológicos e avaliar eventuais fontes de erro que afetem a qualidade dessas medições;*
- *interpretar e apresentar resultados de medições experimentais, calcular parâmetros fisiológicos relevantes e avaliar a qualidade de medição, com recurso às tecnologias de instrumentação eletrónica e virtual;*
- *compilar e organizar informação sobre um problema de medição e instrumentação no domínio biomédico e propor uma solução técnica fundamentada;*
- *caracterizar um problema de medição de sinais fisiológicos e elaborar uma análise de requisitos e especificação técnica;*
- *elaborar um plano de trabalho em equipa multidisciplinar para projetar e implementar uma metodologia ou instrumento de medição;*
- *conceber, projetar, concretizar e validar um instrumento para medição de um sinal ou grandeza de interesse biomédico;*
- *organizar e preparar documentação técnica relativa a um método ou instrumento biomédico;*
- *demonstrar, justificar e recomendar a adequação de uma metodologia de medição ou instrumento biomédico num contexto multidisciplinar.*

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

Learning Outcomes:

After the successful completion of this course unit, students should be capable of:

- *demonstrating and applying knowledge on the use of sensors and electronic instruments to measure physical, chemical and biological signals of biomedical interest;*
- *explaining and analyzing modes of operation of electronic devices in typical situations of measurement and biomedical instrumentation;*
- *using correctly electronic and virtual instruments in experimental measurements of physiological signals and assess potential sources of error which affect the quality of those measurements;*
- *interpreting and presenting results of experimental measurements, calculating relevant physiological parameters and assessing the quality of measurement using technologies of electronic and virtual instrumentation;*
- *compiling and organizing information about a measurement and instrumentation problem in the biomedical domain and proposing a sound technical solution;*
- *characterizing a physiological signal measurement problem and performing a requirements and technical specification analysis;*
- *elaborating a work plan in a multidisciplinary team to design and implement a measurement methodology or instrument;*
- *conceiving, designing, materializing and validating an instrument for the measurement of a signal or quantity of biomedical interest;*
- *organizing and preparing technical documentation related to a method or biomedical instrument;*
- *demonstrating, justifying and recommending a measurement methodology or biomedical instrument in a multidisciplinary context.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

John G. Webster, ed (2009). Medical instrumentation: Application and Design. ISBN: 978-0471-67600-3,

José Higinio Correia, João Paulo Carmo (2013). Introdução à Instrumentação Médica, Edições Lidel. ISBN: 978-972-757-958-7

R. S. Khandpur (2004). Biomedical instrumentation. ISBN: 978-0-07-144784-3

Gail Baura (2012). Medical Device Technologies, Elsevier Science & Technology. ISBN: 978-0-12-374976-5.

John Essick (2018). Hands-On Introduction to Labview for Scientists and Engineers, Oxford University Press. ISBN: 978-019-085-306-8.

Jon B. Olansen and Eric Rosow (2001). Virtual Bio-Instrumentation: Biomedical, Clinical, and Healthcare Applications in LabVIEW, Prentice Hall PTR. ISBN: 978-0130652164

Mapa IV - Interfaces em Sistemas Biológicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Interfaces em Sistemas Biológicos***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Biological Systems Interfaces***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EBIOMED***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***121,5***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-26; PL-26***4.4.1.6. ECTS:***4,5***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Mário Adolfo Monteiro da Rocha Barbosa (26TP – 1 turma)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Inês de Castro Gonçalves de Almada Lobo (52 PL – 2 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

O principal objetivo desta unidade curricular é dotar os estudantes com as ferramentas necessárias para compreender os vários tipos de interação que existem entre as células e tecidos, assim como o seu ambiente natural e artificial. A interface entre células e matriz extra-celular com dispositivos médicos são exemplos importantes de interfaces biológicas.

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

The main goal of this course unit is to provide students with the tools required to understand various types of interactions that take place between cells and tissues and their natural and artificial environment. The interfaces between cells and extra-cellular matrix (ECM), and cells and ECM with medical devices are important examples of biological interfaces.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1. Físico-química de interfaces***Energia de superfícies (energias interfaciais, ângulo de contacto, molhabilidade, superhidrofobicidade)***2. Adsorção de proteínas a partir de um meio biológico***Concentração na superfície, cinética, conformação, influência no comportamento da célula***3. Interações célula-biomaterial***Interações de células com biomateriais e dispositivos médicos. Reação de corpo estranho e encapsulamento de implantes.***4. Microfabricação e nanofabricação aplicadas às superfícies***Superfícies estruturadas; impressão molecular; monocamadas auto-organizadas; técnicas para obter micropartículas e nanopartículas. Influência da topografia de superfície, características mecânicas e químicas no comportamento das células.***5. Técnicas para sondar superfícies e interfaces biológicas***Microscópio de força atômica, elipsometria, potencial zeta, ângulo de contacto e energia interfacial, análise da superfície (XPS) e micro-balança do cristal de quartzo.*

4.4.5. Syllabus:**1. Physical chemistry of interfaces**

Surface energy (interfacial energies, contact angle, wettability, superhydrophobicity)

2. Protein adsorption from biological media

Surface concentration, kinetics, conformation, influence on cell behaviour

3. Cell-biomaterial interactions

Interactions of cells with biomaterials and medical devices. The foreign body reaction and implant encapsulation.

4. Microfabrication and nanofabrication applied to surfaces

Surface patterning; molecular imprinting; self-assembled monolayers. Techniques for obtaining microparticles and nanoparticles. Influence of surface topographical, mechanical and chemical features on cell behaviour

5. Techniques for probing surfaces and biological interfaces

Atomic force microscopy (including molecular recognition force microscopy), ellipsometry, zeta potential measurements, contact angle and interfacial energy determinations, surface analysis (e.g. X-ray photoelectron spectroscopy - XPS), and quartz crystal microbalance.

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

Os objetivos da UC (compreensão dos vários tipos de interações que ocorrem entre células e os microambientes naturais e artificiais) são tratados nos Caps. 1 a 5 do programa. O programa faz uma abordagem integrativa dos aspetos essenciais focados nos objetivos, nomeadamente, ao relacionar o comportamento celular com o tipo de superfície, de forma que inclua as características químicas, físicas e morfológicas. Além disso, permite que o estudante conheça as técnicas de modificação de superfície disponíveis, de modo a que seja alcançado o objetivo associado à seleção de tratamentos superficiais, por parte do próprio estudante.

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

The goals of the curricular unit (understanding the several types of interactions occurring between cells and the natural and artificial microenvironments) are addressed in Chapters 1 to 5 of the syllabus. The program is an integrative approach focused on key aspects referred in the objectives, namely, the relationship between the behavior of cells and the type of surface (chemical, physical and morphological aspects). Moreover, it allows the student to become acquainted with the surface modification techniques available, in order to achieve the objective that is associated with selection of surface treatments, by the students themselves.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os aspectos-chave de cada tema são primeiro apresentados pelo professor, sendo seguidos por uma discussão com os estudantes.

A discussão envolve perguntas preparadas pelos estudantes (para estimular a sua capacidade de elaborar boas perguntas) e respostas, com o envolvimento de toda a turma.

A terceira componente é a discussão de artigos selecionados pelos estudantes, baseada numa pesquisa bibliográfica. A discussão é evada a cabo por um a três alunos, sendo iniciada através de uma pequena apresentação (normalmente com a duração de dez minutos).

As experiências relevantes para esta unidade curricular são executadas nas aulas laboratoriais da Unidade Curricular. Avaliação: Exame (50%); Participação presencial (20%); Trabalho laboratorial (30%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The key aspects of each topic will be presented first by the lecturer. This is followed by a thorough discussion.

The discussion involves questions prepared by students (to stimulate their ability to ask good questions) and answers, with the involvement of the whole class.

The third component is the discussion of articles selected by students, based on a literature search. The discussion is carried out by one to three students, initiated by a short presentation (usually ten minutes long). Experiments relevant to this course will be carried out in dedicated lab sessions. Assessment: Exam (50%); In class participation (20%); Laboratory work (30%)

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

A participação dos estudantes é feita de forma ativa, de modo a desenvolver a sua capacidade de análise crítica de dados publicados na literatura. A discussão de artigos científicos, apresentados pelos próprios estudantes e discutidos amplamente por toda a turma, destina-se a que os objetivos enunciados sejam atingidos.

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

The participation of students is done actively, to develop their ability to critically analyse data published in the literature. The discussion of scientific papers presented by the students and discussed widely by the whole class, is an instrument for reaching the learning objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Butt, Hans-Jurgen; Physics and chemistry of interfaces, Wiley. 2013. ISBN: 978-3-527-41216-7

M. Agrawal, J. L. Ong, M. R. Appleford and G. Mani. Introduction to Biomaterials Basic Theory with Engineering Applications, Cambridge Univ Press, 2014. ISBN 978-0-521-11690-9

Martins MCL, Sousa SR, Antunes JC and Barbosa MA.; Protein Adsorption Characterization. In Methods in Molecular Biology, "Nanotechnology in Regenerative Medicine: Methods and Protocols" ed. Josep A. Planell and Melba Navarro., Human Press (Springer Sci& B. Media) USA Academic Press Inc., San Diego, CA, USA, 2012

Felgueiras HP, Antunes JC, Martins MCL, Barbosa MA. Fundamentals of protein and cell interactions in biomaterials, In "Peptides and Proteins as Biomaterials for Tissue Regeneration and Repair" ed. Martins MCL, Barbosa MA; Woodhead Publishing; Elsevier, UK, 1st Edition. 2017. Chap 1 (1-27).
G.H. Pollack. Cells, Gels and the Engines of Life, Ehbner and Sons Publishers, 2001. ISBN: 978-0962689529

Mapa IV - Introdução à Engenharia de Sistemas e Bioprocessos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Engenharia de Sistemas e Bioprocessos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Systems and Bioprocesses Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

121,5

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39

4.4.1.6. ECTS:

4,5

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Nuno Filipe Ribeiro Pinto de Oliveira Azevedo (19,5TP - 1 turma)

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

Maria Paula Macedo Rocha Malonek (19,5TP - 1 turma)

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

Fornecer aos estudantes as competências necessárias para a análise, qualitativa e quantitativa, de processos comuns em engenharia de sistemas e engenharia biológica. Mais especificamente, os estudantes deverão:

- Dominar noções fundamentais de modelação e de análise de sistemas.*
- Dominar e aplicar técnicas de desenho de controladores básicos para especificações tanto no domínio do tempo como no das frequências.*
- Aplicar adequadamente balanços de biomassa e entálpicos a um determinado sistema.*
- Aplicar corretamente conceitos de cinética de reações e transferência de massa ao sistema em estudo.*

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

To provide students with the skills needed to analyze, qualitatively and quantitatively, common processes in systems and biological engineering. More specifically students should:

- Understand and be able to apply fundamental notions of system modeling and analysis.*
- Master controller design techniques and be able to apply them to achieve specification both in the time and frequency domains.*
- Correctly perform a mass and energy balance to a specified system.*
- Employ reaction kinetics and mass transfer concepts to the system under study.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A.Introdução ao Controlo de Sistemas Lineares e Invariantes no Tempo em Engenharia Biomédica
Conceitos básicos de modelação de sistemas físicos e biológicos
Cálculo das soluções de modelos lineares de entrada/saída
Análise das características destas soluções

Estabilidade**Sistemas realimentados-Análise no domínio do tempo***O problema do seguimento de uma referência-análise de desempenho em regime permanente**Estabilidade de sistemas realimentados-Lugar geométrico das raízes**Sistemas realimentados no domínio das frequências-diagrama de Nyquist**Critério de estabilidade de Nyquist;Margens de estabilidade***Controladores PID***Controladores de avanço e de atraso nos domínios do tempo e das frequências.***B.Fundamentos de Engenharia de Bioprocessos***Cinética química e biológica: descrição matemática.**Balances mássicos e entálpicos**Elementos de análise de (bio)processos**Aplicação dos balanços e da cinética a bioprocessos à escala micro, meso e macro.***4.4.5. Syllabus:***A. Introduction to the Control of Linear Time-Invariant Systems in Biomedical Engineering.**Basic concepts for modeling physical and biological systems.**Computation of the solutions of linear input/output models.**Analysis of the properties of such solutions.***Stability***Feedback systems-Analysis in the time-domain**The reference tracking problem-steady state performance of feedback systems.**Stability of feedback systems -Root locus**Frequency domain analysis of feedback systems –Nyquist diagram; Nyquist stability criterium; Stability margins.***PID controllers***Lead and lag compensators in time and in frequency domains.***B.Fundamentals of Bioprocess Engineering***Chemical and biological kinetics: mathematical description.**Mass and energy balances.**Fundamentals of (bio)Process analysis.**Practical applications of balances and kinetic to bioprocesses, at the micro, meso and macro-scale.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

Esta unidade curricular apresenta os elementos introdutórios da Engenharia de Sistemas Biomédicos e da Engenharia de Bioprocessos. Oferece um tratamento abrangente e coerente de conceitos e ferramentas para a análise de sistemas e para a descrição matemática de bioprocessos simples. A unidade curricular introdutória promove também a visão crítica das vantagens e limitações das diferentes abordagens através da sua aplicação à resolução de problemas concretos com grau de dificuldade ajustado ao segundo ano do ciclo de estudos.

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

This curricular unit presents an introductory approach to Biomedical Systems Engineering and to Bioprocess Engineering. It offers a comprehensive and coherent discussion on the concepts and tools for system analysis and mathematical description of simple bioprocesses. The introductory curricular unit promotes a critical understanding of the advantages and disadvantages of the different approaches, by using them to solve specific practical problems with a degree of difficulty adjusted to the 2nd year.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exposição formal dos fundamentos teóricos e práticos, usando videoprojetor e material online acessível através da Internet. Desenvolvimento tutorial de alguns exemplos e resolução de problemas. Elaboração de dois trabalhos de grupo. Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final. A fórmula de cálculo é:

*Exame - peso 60%**Trabalho da componente "Engenharia de Bioprocessos" - peso 20%**Trabalho da componente "Engenharia de Sistemas" - peso 20%***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):**

Formal exposition of the theoretical and practical elements, using the video projector and online material accessible via the Internet. Development of tutorial examples and problem solving. Preparation of two group works. Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam. The final grade is calculated as indicated below:

*-Final Exam: 60%**-Project work on "Bioprocess Engineering": 20%**-Project work on "SystemsEngineering": 20%***4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

No seu processo formativo o estudante participará em aulas expositivas convenientemente acompanhados pelo docente, em particular na resolução de problemas quantitativos, de forma a adequadamente compreender os conceitos expostos. Adicionalmente, os estudantes realizarão dois trabalhos teórico-práticos. O primeiro permitirá aos estudantes utilizarem os conhecimentos e competências adquiridas para resolverem um problema de análise e controlo de sistemas de biomédicos. O segundo permitirá aos estudantes aplicarem os conceitos de balanços de massa e entálpicos, cinética de reações e transferência de massa a um sistema tipo que neste caso será um biorreator.

O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho do estudante, devendo daqui resultar uma aprendizagem mais proativa e dinâmica que estimulem o estudante a ser gradualmente mais autónomo.

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

In his/her formative process, the student will attend lectures, properly monitored by the teacher, particularly for practical exercises. In addition, students will carry out two theoretical/practical assignments. The first one is aimed at the application of the acquired knowledge and skills to solve a problem of analysis and control of biomedical systems. The second will allow the students to employ concepts such as mass and energy balances, reaction kinetics and mass transfer to a pre-selected system, in this case a biological reactor. The teaching/learning process will be focused on the student's work, resulting in a more proactive and dynamic learning that stimulates the student to be progressively more autonomous.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Franklin G. F., Powell J.D., & Emami-Naeini A. (2019). Feedback control of dynamic systems (8th ed.). Pearson. ISBN: 0-13-098041-2

Doran, P. M. (2013). Bioprocess Engineering Principles (2nd ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-22348-8>

Simpson R., & Sastry S. K. (2013). Chemical and Bioprocess Engineering (1st ed.). Springer-Verlag New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9126-2>

Mapa IV - Introdução à Programação Científica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Programação Científica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Scientific Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-26; PL-26

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):

Abel Jorge Antunes da Costa (13TP – 1 turma; 31,2PL - 6 turmas)

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

Eurico Manuel Elias de Moraes Carrapatoso (13TP – 1 turma; 62,4PL - 6 turmas)

Catarina de Brito Carvalho (62,4PL- 6 turmas)

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

Desenvolver conhecimentos e capacidades em: princípios, conceitos e métodos da computação com ênfase especial nas aplicações científicas e de engenharia; resolução de problemas e técnicas de programação; algoritmos fundamentais e estruturas de dados; utilização de computadores na resolução de problemas científicos, de engenharia e em particular da bioengenharia. Como objetivo operacional, os estudantes deverão dominar o ambiente MatLab, que deverá ser o meio de programação usado. São criadas as seguintes competências: aquisição de conhecimentos em métodos de programação científica; programação em Matlab em particular em exemplos de bioengenharia.

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

Develop skills and knowledge in: principles, concepts and methods in computation with special emphasis on scientific and engineering applications; problem solving and programming techniques; fundamental algorithms and data structures; use of computers for scientific problem solving, in engineering and in particular in bioengineering. As operational objective, students should master the use of MatLab environment. The following specific skills are created: knowledge acquisition in methods of scientific programming ; Matlab programming in particular in examples of bioengineering.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1 INTRODUÇÃO**

Organização de um computador

Exemplos de utilização de computadores em BioEngenharia

Representação numérica em computador

2 INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO

Linguagens e paradigmas de programação

Compilação e interpretação

Famílias de linguagens de programação

Os blocos básicos de programação

Programação estruturada

3 INTRODUÇÃO AO MATLAB

Vantagens e desvantagens do MatLab

O ambiente do MatLab

Vetores e matrizes

Funções

Introdução ao traçado gráfico

4 PROGRAMAÇÃO IMPERATIVA

Introdução

Instruções básicas

Composição de instruções

Vetores lógicos e vectorização

Representação de sucessões

Séries

5 FUNÇÕES

Passagem de argumentos

Variáveis globais

Funções de funções

Exemplos

6 DADOS E ESTRUTURAS DE DADOS

Dados complexos

Funções com cadeias de caracteres

Dados multidimensionais

Exemplos

7 INSTRUÇÕES DE ENTRADA-SAÍDA (E/S)

Comandos de leitura e escrita

Noções de registo e ficheiro

Operações com ficheiros

8 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO EM BIOENGENHARIA**4.4.5. Syllabus:****1 INTRODUCTION**

Computer organization

Use of computers in Bioengineering; examples

Computer representation of numbers

2 INTRODUCTION TO PROGRAMMING

Programming languages and paradigms

Compilation and interpretation

Family of programming languages

Basic blocks in programming

Structured programming

3 INTRODUCTION TO MATLAB

Advantages and disadvantages of MatLab

The MatLab environment

Vectors and matrices

Functions

Introduction to graphic plotting

4 IMPERATIVE PROGRAMMING

Introduction

Basic instructions

Composition of instructions

Logic vectors and vectorization

Representation of successions

Series

5. FUNCTIONS

Argument sharing

Global variables

Functions of Functions

Programming applications

6 DATA AND DATA STRUCTURES

Complex data

Functions with strings

Multidimensional data

Examples of applications

7 INPUT-OUTPUT (I/O) INSTRUCTIONS

Read / write commands

Notions of register and file

Operations with files

8 PROGRAMMING COMPLEMENTS AND EXAMPLES OF APPLICATION IN BIOENGINEERING**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

O programa cumpre os objetivos definidos para a unidade curricular, começando por motivar os estudantes para a computação e programação em Bioengenharia, para de seguida introduzir os princípios básicos da programação e da utilização de Matlab. Descreve-se a utilização do Matlab na codificação de diversos algoritmos de computação científica com vários tipos de dados (dados numéricos e alfanuméricos, sinais e imagens), sempre acompanhados com ilustrações do domínio da Bioengenharia.

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

The course syllabus meets the defined objectives, as it starts by motivating the students for the methodologies used in Computing and in Programming in Bioengineering, followed by the introduction of the basic programming principles and their use in Matlab. The use of Matlab is described for coding several algorithms of scientific computing with several types of data (numeric and alphanumeric data, signals and images), always illustrated with applications in Bioengineering.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas TP de carácter expositivo, complementadas com apresentação de exemplos. Aulas PL em laboratório de computadores para programação em Matlab. Tipo de avaliação: Distribuída sem exame final.

A nota final (NF) tem 2 componentes: - Componente laboratorial, com dois trabalhos. Um realizado individualmente em sala de aula (TP1) e o segundo (TP3) em grupo com o peso de 40% para o primeiro e de 60% para o trabalho de grupo, que incluiu um relatório escrito. A classificação laboratorial (CL) é obtida pela seguinte expressão: $CL = 0.4 \cdot TP1 + 0.6 \cdot TP2$ (CL deve ser pelo menos 9 valores) - Componente escrita, composta por duas provas (PE1 e PE2) sem consulta a realizar em novembro e em janeiro. NF é calculada de acordo com a expressão:

Se $CL \geq 9$

$NF = 0.3 \cdot PE1 + 0.3 \cdot PE2 + 0.4 \cdot CL$, se $(PE1 + PE2) / 2 > 8$ valores ;

$NF = 0.5 \cdot PE1 + 0.5 \cdot PE2$ se $(PE1 + PE2) / 2 \leq 8$ valores ;

Se $CL < 9$ ----> $NF = CL$

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Presentation lectures (TP classes) complemented by illustrative examples. Lab classes (PL classes) in a computer lab for Matlab programming. Type of evaluation: Distributed without final exam.

NF (final mark) has 2 components: - Lab component, with 2 assignments: 1 individual assignment in class (TP1) and the 2nd (TP2) in group with the first representing 40% and the group assignment, which includes a written report, representing 60%. The laboratorial mark (CL) is based on the following expression: $CL = 0.25 \cdot TP1 + 0.35 \cdot TP2 + 0.4 \cdot TP3$ (CL must be at least 9) - Written component: two closed book tests (PE1 e PE2) in November and in January. The expression for NF is:

if $CL \geq 9$

$NF = 0.3 \cdot PE1 + 0.3 \cdot PE2 + 0.4 \cdot CL$, if $(PE1 + PE2) / 2 > 8$

$NF = 0.5 \cdot PE1 + 0.5 \cdot PE2$ if $(PE1 + PE2) / 2 \leq 8$

if $CL < 9$ ----> $NF = CL$

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

Os objetivos de aprendizagem estão sempre presentes nas metodologias de ensino adotadas por forma a estimular o interesse dos estudantes pelas matérias abordadas. Os períodos de exposição das aulas TP são acompanhados pela ilustração das metodologias com exemplos motivadores, em particular da área da Bioengenharia, facilitando a transmissão do conhecimento e a aprendizagem e receptividade do estudante. Nas aulas PL, realizadas em ambiente laboratorial, é solicitado ao estudante o teste de programas em Matlab e a conceção de programas específicos, com o objetivo de consolidar os conceitos anteriormente lecionados. O segundo trabalho proposto para grupos de 3-4 estudantes encoraja a realização de trabalho em equipa, enquanto a exigência de um relatório escrito estimula as aptidões de esquematização da informação e da sua comunicação escrita.

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

The learning objectives are always present in the teaching methodologies in order to stimulate students' interest for the topics discussed. In TP lessons, the presentation of concepts and methods is complemented by the illustration of methodologies with motivating examples, in Biology, easing the transmission of knowledge and the learning process.

In PL classes, conducted in a laboratory environment, the student is asked to test Matlab programmes to conceive specific programmes, favouring the consolidation of previously learned concepts. The second work proposed for groups of 3-4 students encourages teamwork, while the requirement for a written report stimulates the skills for information layout and its written communication.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Fitzpatrick, J. M., & Ledeczki, A. (2015). Computer Programming with MATLAB. <http://cs103.net/buy/>
Otto, S. R., & Denier, J. P. (2005). An Introduction to Programming and Numerical Methods in Matlab. Springer.
Attaway, S. (2012). MATLAB: a practical introduction to programming and problem solving. Elsevier.
Chapman, S. (2008). MATLAB programming for engineers. Thomson.*

Mapa IV - Matemática I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Matemática I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematics I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

26TP; 26PL

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria de Lurdes Oliveira Simões (26TP – 1 turmas; 78PL – 3 turmas)

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 integra o grupo de unidades curriculares da área científica de Matemática, centrando-se sobretudo em fornecer aos estudantes uma formação sólida nos conceitos e no cálculo em álgebra linear e geometria analítica e em cálculo diferencial e integral para funções reais de uma variável real. Pretende-se que os estudantes adquiram conhecimentos teóricos e práticos acerca dos temas descritos no programa. Os resultados de aprendizagem e as competências esperadas incluem:

- espaços vectoriais; operações com matrizes; cálculo determinantes; resolução e classificação de sistemas de equações lineares; cálculo de valores e vetores próprios de uma matriz e respectivos subespaços próprios; geometria em R^3 .*
- funções inversas das funções trigonométricas e suas derivadas; cálculo de primitivas pelos métodos de substituição e partes, de primitivas de frações racionais, de integrais definidos usando os teoremas fundamentais de áreas de regiões planas usando integrais definidos.*

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

This curricular unit is part of the group of curricular units in the scientific area of Mathematics, focusing mainly on providing students with solid training in the concepts and calculations in linear algebra and analytical geometry and in differential and integral calculus for real functions of a real variable. It is intended that students acquire theoretical and

practical knowledge about the topics described in the program. Learning outcomes and expected skills include:

- vector spaces; matrix operations; determinants calculation; resolution and classification of systems of linear equations; calculation of values and eigenvectors of a matrix and respective subspaces; geometry in R^3 .
- inverse functions of trigonometric functions and their derivatives; calculation of primitives by methods of substitution and parts, primitives of rational fractions, definite integrals using the fundamental theorems and areas of plane regions using definite integrals.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A - Álgebra Linear e de Geometria Analítica

I – Espaços vetoriais: dependência e independência linear; bases e dimensão.

II – Matrizes: operações; inversa; ortogonal; característica.

III – Determinantes: cálculo e propriedades; matriz inversa e característica de uma matriz.

IV – Sistemas de equações lineares: discussão e resolução.

V – Valores e vetores próprios: definição e cálculo; subespaços próprios e diagonalização.

VI – Geometria analítica.

B – Cálculo diferencial e integral

I – Funções reais de variável real: potência, exponencial, logarítmica (propriedades e gráficos); conceitos de limite e continuidade; estudo de indeterminações; funções trigonométricas e suas inversas.

II – Derivação: definição e interpretação; regra de l'Hôpital.

III – Primitivação: definição; exemplos imediatos; regras elementares; primitivação por substituição e por partes; primitivação de frações racionais.

IV - Integral em $[a,b]$: definição; teorema fundamental do cálculo; cálculo de áreas.

4.4.5. Syllabus:

A - Linear Algebra and Analytical Geometry

I - Vector spaces: dependence and linear independence; bases and dimension.

II - Matrices: operations; inverse; orthogonal; feature.

III - Determinants: calculation and properties; inverse matrix and characteristic of a matrix.

IV - Systems of linear equations: discussion and resolution.

V - Own values and vectors: definition and calculation; own subspaces and diagonalization.

VI - Analytical geometry.

B - Differential and Integral Calculus

I – Real functions of real variable: power, exponential, logarithmic (properties and graphs); limit and continuity concepts; study of no determinations; trigonometric functions and their inverses.

II - Derivation: definition and interpretation; l'Hôpital rule.

III – Anti-derivation: definition; immediate examples; elementary rules; substitution and parts methods; antiderivatives of rational fractions.

IV - Integral in $[a, b]$: definition; fundamental theorem of calculus; area calculation.

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

Os conteúdos programáticos incluem os conceitos e métodos matemáticos necessários para que os estudantes possam atingir os objetivos desta unidade curricular. O estudo dos temas selecionados permite resolver um conjunto variado de problemas onde intervenham métodos de álgebra linear e geometria analítica e o cálculo diferencial e integral para funções reais de uma variável real.

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

The syllabus includes the mathematical concepts and methods necessary for students to achieve the objectives of this course. The study of the selected themes allows solving a varied set of problems involving linear algebra and analytical geometry methods and the differential and integral calculation for real functions of a real variable.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são TP+PL com períodos de exposição da matéria teórica e de exemplos resolvidos. Haverá ainda períodos de problemas propostos para resolução individual. A avaliação é distribuída com exame final. Um estudante terá frequência se o número de faltas não exceder 25% das aulas previstas. A avaliação desta UC será feita do seguinte modo: A avaliação desta disciplina será feita do seguinte modo:

- 1º teste, T1, obrigatório, com peso de 40%;

- 2º teste, T2, obrigatório, que só incluirá a matéria posterior ao T1, com peso de 60%;

- exame de recurso, ER, será para alunos que ainda não tenham sido aprovados na UC e para melhoria de classificação.

A classificação final, CF, será assim dada por $CF=0,4xT1+0,6xT2$ ou $CF=ER$.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes are TP+PL, with the presentation of theoretical contents and problem solving. Problems will also be solved individually. Distributed evaluation with final exam. To be admitted to exams, students cannot miss more than 25% of classes. Final Grade will be based on the following components:

- 1st test (T1) – a mandatory test - 40%

- 2nd test (T2) - a mandatory test (It will not cover the themes of T1) - 60%;

- Recurs (resit) Exam- RE- Only for students who did not complete the course or want to improve their grades.

Final Grade, FG, will be based on the following formula: $FG= 0,4xT1+0,6xT2$ or $FG= RE$

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

A metodologia de ensino, baseada em aulas teórico-práticas com exposição dos conceitos teóricos e a resolução, apoiada pelo professor, de exercícios e esclarecimento de dúvidas, permitirá ao estudante adquirir os conhecimentos e competências desejadas para esta UC. O processo de avaliação pretende facilitar ao estudante o acompanhamento dos diversos tópicos do programa. A fórmula de classificação utilizada é equilibrada relativamente aos dois grandes tópicos da UC: Álgebra Linear e Geometria Analítica e Análise de funções reais de uma variável real.

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

The teaching methodology, based on theoretical-practical lessons, with the presentation of theoretical concepts and resolution, supervised by the teacher, of exercises and clarification of doubts, will enable the student to the knowledge and skills required for this course unit. The evaluation process seeks to help the student to follow the different topics of the program. The evaluation formula is well-balanced regarding the two major topics of the course unit: Linear Algebra and Analytical geometry and analysis of real functions of a real variable.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Cabral, I., Perdigão, C., Saiago, C.; Álgebra, Escolar Editora, 2009. ISBN: 978-972-592-239-2
Carlos A. Conceição António; Análise Matemática I - Textos de Apoio, AEFEUP, 2007-2008
Larson, Hostetler, Edwards; Cálculo, 8ª ed., vol1, McGraw-Hill, 2006
Giraldes, E., Fernandes, V.H., Santos, M.H.; Curso de Algebra Linear e Geometria Analítica, McGraw-Hill, 1994*

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

Matemática II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematics II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-52

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 Manuel Martins da Rocha (52h TP)

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

<sem resposta>

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

Pretende-se que o estudante conheça os fundamentos e resultados principais dos assuntos referidos no programa, bem como que esteja familiarizado com as principais ferramentas da Análise Real e da Análise Vetorial, e que seja capaz de as utilizar em problemas concretos. Em particular deve desenvolver capacidade de cálculo diferencial e integral a várias variáveis.

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

The student is expected to learn the basic ideas and main results of the subjects referred to in the syllabus, as well as to become familiar with the main Real analysis and Vector Analysis tools. In particular, she/he must develop the ability to perform differential and integral calculus on several variables.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O espaço euclidiano. Produtos interno e vetorial. Norma e distância. Estudo de curvas no plano e no espaço. Velocidade, acelerações tangencial e normal, curvatura. Conceitos métricos. Funções escalares. Derivadas parciais, gradiente. Geometria das superfícies de nível. Derivação composta, derivação implícita. Derivadas de ordem superior. Polinómio de Taylor. Resto de Taylor (1 ou 2 variáveis) Máximos e mínimos locais e condicionados: matriz Hessiana e multiplicadores de Lagrange Integral de Riemann e Teorema de Fubini. Integrais múltiplos; coordenadas polares, cilíndricas e esféricas. Aplicações. Mudança de coordenadas e matriz Jacobiana. Caminhos, integrais de linha, campos de gradientes. Teorema de Green; aplicações. Superfícies parametrizadas: geometria, integral de uma função escalar, orientação, orientação no bordo, e fluxo de um campo de vetores. Divergência e rotacional de um campo de vetores. Teoremas de Stokes e de Gauss. Aplicações. Leis de Faraday e de Gauss.

4.4.5. Syllabus:

The Euclidean space. Internal and vector products. Norm and distance. Curves. Velocity and speed, length, normal and tangential accelerations. Some metric notions. Functions of several variables. Partial derivatives and the gradient. Geometry of level surfaces. Chain rule, implicit differentiation. High order derivatives. Taylor's polynomial. Taylor's remainder theorem (1 or 2 variables). Local and conditional maximum and minimum: Hessian matrix and Lagrange multipliers. Riemann's integral and Fubini's Theorem. Multiple integrals; polar, cylindrical and spherical coordinates. Change of variables and the Jacobian Matrix. Paths, line integrals and gradient vector fields. Green's Theorem; applications. Parameterised surfaces: geometry, area and surface integrals, orientation, induced orientation in the boundary of the surface. Flux over a surface. The divergence and rotational operators. Stokes' and Gauss' Theorems. Applications. Faraday's and Gauss' laws.

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

Os conteúdos programáticos da Unidade Curricular (UC) são selecionados tendo em conta os objetivos enumerados no ponto 6.2.1.4 e visam proporcionar conhecimento de base num variado leque de tópicos na área científica da UC. O contato com a UC neste formato (TP) deve dotar o estudante com competências e saber a aferir por via de métodos de avaliação adequados e que promovam a interiorização dos conceitos e métodos ao longo do semestre. Os assuntos abordados devem permitir a assimilação de diversos conceitos que possibilitem o desenvolvimento, também fora das aulas e noutros contextos, do espírito crítico, da capacidade de integração de saber e do trabalho em grupo em atividades relacionadas com o conhecimento e metodologias da UC. Para além das competências científicas, técnicas, práticas ou teóricas que se creem necessárias no desempenho futuro da profissão, os conteúdos da UC tem em consideração o saber já adquirido, ou a adquirir, e o fomento de competências transversais.

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

The syllabus of the UC is selected taking into consideration the goals listed in 6.2.1.4 and aim at providing basic knowledge in a wide range of topics in the scientific area of the UC. Contact with the UC in this format (TP) should provide the student with skills and knowledge, which are to be assessed using the appropriate evaluation methods and promoting the internalization of concepts and methods throughout the semester. The topics addressed should enable the assimilation of several concepts that allow for the development, also outside the classroom and other contexts, of critical thinking, the ability to integrate knowledge and group work in activities connected to the knowledge and methodologies of the UC. In addition to the scientific, technical, practical or theoretical skills, which we consider necessary for the future professional performance, the contents of the UC takes into account the knowledge already acquired or to be acquired, and the promotion of soft skills.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As horas de contacto estão distribuídas numa componente de exposição teórica e intuitiva da matéria, sendo apresentados e discutidos bastantes exemplos e aplicações, que permitem ilustrar os conceitos e resultados. Na componente prática são resolvidos exercícios e problemas previamente indicados. São disponibilizados materiais de apoio na página da Unidade Curricular. Tipo de Avaliação/Fórmula de avaliação: distribuída com exame final. Esta avaliação consiste numa prova escrita (10 valores=50%) e no exame final (10 valores=50%). Aprovação na unidade curricular pressupõe uma classificação final igual ou superior a 9,5 valores (em 20). Condições de Frequência: não tem requisitos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The contact hours are distributed according to an expository and intuitive theoretical component with the presentation and discussion of several examples and applications that allow for an illustration of the concepts and results. There is also a practical component, where exercises and previously suggested problems, are solved. All resources are available for students at the course unit's web page. Type of evaluation/ Evaluation formula: distributed evaluation with final exam. This evaluation is composed by a written text (10= 50%) and a final written examination (10= 50%). For

*approval a final grade equal to or higher than 9.5 (out of 20) is expected.
Conditions for attendance: not required.*

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

A exposição dos vários tópicos é organizada de acordo com o programa a cumprir e os objetivos a alcançar, recorrendo-se a exemplos e a aplicações que ajudam a orientar o estudante no seu estudo autónomo. Os estudantes são estimulados a trabalhar com antecedência os problemas propostos para as aulas teórico-práticas, onde são resolvidos e discutidos exercícios com vista a sedimentar os conceitos estudados e preparar os estudantes para a sua aplicação a diferentes situações.

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

The presentation of the several topics is organized according to the syllabus and the objectives, using examples and applications that guide the student in her/his autonomous study. Students are encouraged to solve in advance the problems suggested for the theoretical-practical classes, where exercises are solved and discussed in order to strengthen the understanding of the studied concepts and prepare students for their application to different situations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Stewart, James; Multivariable Calculus, 7th edition, Cengage Learning, 2012, ISBN-13: 978-0-538-49787-9
Larson, Ron and Edwards, Bruce, Calculus, 9th edition, Cengage Learning, 2010, ISBN: 978-0-547-16702-2
Tromba, Anthony; Marsden Jerrold; Vector Calculus, 6 edition, W. H. Freeman and Company, 2012, ISBN: 978-1-4292-2404-8
Lang, Serge; Calculus of Several Variables, 3rd edition, Springer, 1996, ISBN 978-0387964058
Apostol, Tom; Cálculo vol.II, REVERTE, 1981, ISBN: 9788429150162*

Mapa IV - Matemática III

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Matemática III

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematics III

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-26; PL-26

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):

Miguel Ângelo de Sousa Mendes (TP-26 - 1 turma; PL-78 - 3 turmas)

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):

Curso introdutório de equações diferenciais ordinárias com aplicações à biologia, química e medicina. Os conteúdos lecionados nesta disciplina permitirão ao aluno estudante resolver analiticamente um conjunto variado de equações diferenciais e aplicar técnicas qualitativas quando uma solução analítica não é possível.

Os alunos estudantes deverão entender a grande utilidade do uso das equações diferenciais qualitativa e quantitativamente nas áreas da biologia, bioquímica e medicina.

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

Introductory course on ordinary differential equations with applications to biology and medicine. The syllabus of this course will enable the student to either solve analytically a variety of differential equations and apply qualitative techniques when such an analytical solution is not possible.

Students will learn the important role that both qualitative and quantitative methods of differential equations theory play in areas like biology, biochemistry and medicine.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Equações diferenciais de primeira ordem*
- *Equações diferenciais lineares de segunda ordem (homogéneas e casos especiais)*
- *Equações diferenciais lineares de ordem superior*
- *A transformada de Laplace*
- *Sistemas de equações diferenciais lineares*
- *Teoria qualitativa de equações diferenciais não-lineares*
- *Aplicações às ciências Biomédicas*

4.4.5. Syllabus:

- *First Order Differential Equations*
- *Second Order Linear Equations (homogeneous and special cases)*
- *Higher Order Linear Equations*
- *The Laplace Transform*
- *Systems of First Order Linear Equations*
- *Qualitative theory of Nonlinear Differential Equations*
- *Applications to Biomedical sciences*

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

Os cinco primeiros capítulos baseiam-se primordialmente em técnicas de resolução de equações diferenciais. Ainda assim, serão incluídos como exemplos de aplicação os modelos populacionais de Maltus, Verhulst, Gompertz (aplicado ao crescimento de tumores) e o efeito de Allee. O capítulo sexto inclui tópicos da análise qualitativa de sistemas equações diferenciais que são de grande utilidade para resolver problemas como os de modelos populacionais do tipo predador-presa como o de Lotka-Volterra. Outros modelos mais complexos são também analisados. São também introduzidos modelos matemáticos epidemiológicos com especial atenção no modelo SIR.

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

The first five chapters are mainly based on techniques for solving differential equations. Nonetheless, examples from population models such as, Maltus, Verhulst, Gompertz (applied to tumour growth) and Allee effect are presented. Chapter six includes topics in qualitative analysis of systems of differential equations which are of great use for solving problems such as the Lotka-Volterra predator-prey population models. Other more complex models are also analyzed. Mathematical models for epidemiology are also introduced with special emphasis to the SIR model.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são TP com períodos de exposição da matéria teórica e de exemplos resolvidos. Haverá ainda períodos de problemas propostos para resolução individual.

A avaliação é distribuída com exame final.

Um estudante terá frequência se o número de faltas não exceder 25% das aulas previstas.

A avaliação desta UC será feita do seguinte modo: dois testes, T1 e T2; um exame final, EF, que decorrerá em simultâneo com T2; qualquer estudante pode realizar o EF em alternativa aos testes; um exame de recurso, ER, para estudantes que não tenham obtido aprovação ou para melhoria de classificação.

A classificação final, CF, será dada por

*$CF=0.8*T1+1.2*T2$ ou $CF=Nota\ de\ EF$ ou ainda $CF=Nota\ de\ ER$*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes are theoretical-practical, with the presentation of theoretical contents and problem solving. Problems will also be solved individually.

Distributed evaluation with final exam.

To be admitted to exams, students cannot miss more than 25% of classes.

Evaluation to this course unit will be carried out as follows: two tests, T1 and T2

; a final examination, EF, which will run concurrently with T2; any student can attend this exam, as an alternative to T2; the EF covers the entire syllabus; a resit exam, RE, for students who did not obtain approval or want to improve their grades.

*Final Grade will be given by: $FG=0.8*T1+1.2*T2$ or $FG=FE$ or $FG=RE$*

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

A metodologia de ensino, baseada em aulas teórico-práticas com exposição dos conceitos teóricos e a resolução, apoiada pelo professor, de exercícios e esclarecimento de dúvidas, permitirá ao estudante adquirir os conhecimentos

e competências desejadas para esta UC. O processo de avaliação pretende facilitar ao estudante o acompanhamento dos diversos assuntos do programa.

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

The teaching methodology, based on theoretical-practical lessons, with the presentation of theoretical concepts and resolution, supervised by the teacher, of exercises and clarification of doubts, will enable the student to the knowledge and skills required for this course unit. The evaluation process seeks to help the student to follow the different topics of the program.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Braun, M. (1993). Differential equations and their applications. Springer.
Blanchard, P. & Devaney, R. L. & Hall, G. R. (2011). Differential Equations. Cengage Learning.
Murray, J. D. (2002). Mathematical biology: An introduction. Springer.*

Mapa IV - Mecânica dos Fluidos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica dos Fluidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fluid Mechanics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-13

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 António Moreira Alves (39TP - 1 turma)

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

João Bernardo Lares Moreira de Campos (52PL - 4 turmas)

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

Pretende-se que o estudante desenvolva um pensamento crítico e criativo na resolução de problemas de mecânica dos fluidos, com particular realce em aplicações de Bioengenharia. Ao completar esta unidade curricular o estudante será capaz de:

- Analisar e quantificar as forças exercidas por fluidos em objetos, quer em situação de repouso (hidrostática), quer em escoamento;

- Dimensionar sistemas para transporte de fluidos.

Serão também desenvolvidas competências de trabalho em grupo, e de trabalho laboratorial.

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

The student is expected to develop creative and critical thought in the resolution of fluid mechanics problems, with emphasis on Bioengineering applications.

Upon completing this course, the student should be able to:

- Analyse and quantify the forces exerted by fluids on objects, either under static conditions (hydrostatics), or under

flow conditions.
- Project fluid transport systems.
Group and laboratory work skills will also be developed.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 - Introdução e conceitos fundamentais;
2 – Hidrostática;
3 - Cinemática do escoamento de fluidos,
4 - Equação de Bernoulli;
5 - Análise integral em volumes de controlo finitos;
6 - Análise dimensional;
7 - Escoamento laminar e turbulento;
8 - Escoamento em tubagens e sistemas de bombagem;
9 - Camada limite e forças sobre objetos submersos;
10 - Noções de fluidos não-Newtonianos.
Adicionalmente serão efetuados os seguintes trabalhos laboratoriais:
- Técnicas de medição do caudal
- Escoamento laminar ao longo de um tubo
- Curvas características de uma bomba centrífuga

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction and fundamental concepts.
2. Hydrostatics.
3. Fluid flow kinematics.
4. Bernoulli equation.
5. Finite control volume analysis.
6. Dimensional analysis.
7. Laminar and turbulent flows.
8. Flow in pipes and pumping systems.
9. Flow past immersed bodies.
10. Non-Newtonian fluids (Basics).
Additionally, the following laboratory works will be done:
- Flow rate measurement techniques
- Laminar flow in a long pipe
- Characteristic curves of a centrifugal pump

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

Esta unidade curricular (UC) aborda os conceitos fundamentais e aplicados do transporte de fluidos. Trata-se da primeira unidade curricular na área dos fenómenos de transporte no curriculum dos estudantes (em simultâneo com a UC Fenómenos de Transferência I), pelo que os conteúdos são apresentados do ponto de vista fundamental, apresentando-se ao longo do ciclo de estudos diversas aplicações práticas. Esta unidade curricular permitirá ao estudante adquirir os conceitos e as competências para a análise detalhada de fenómenos de transporte de fluidos, e dimensionar instalações de transporte de fluidos.
Os trabalhos laboratoriais permitirão uma melhor compreensão dos fenómenos físicos, e verificar a aplicação real dos conceitos adquiridos nas aulas teórico-práticas.

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

The course unit presents the fundamental concepts and applications of fluid transport. This is the first course related with transport phenomena in the student's curriculum (simultaneously with the Transfer Phenomena I course unit), so contents are presented in a fundamental point of view, and throughout the study programme practical applications will also be provided. The student will acquire the necessary concepts and competencies for a detailed analysis of fluid transport phenomena and will be able to design fluid transport systems.
Laboratory classes will allow for a better understanding of the physical phenomena, and test the concepts acquired in theoretical-practical classes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos teóricos são apresentados em aulas teórico-práticas, sendo apresentados e discutidos alguns exemplos de aplicação. Na aula laboratorial serão efetuados trabalhos experimentais relacionados com o programa da unidade curricular. Os estudantes são incentivados a efetuar problemas de aplicação fora das aulas, estando o docente disponível para esclarecimento de dúvidas. Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final (25% componente laboratorial; 75% - exame)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical concepts will be presented in theoretical-practical classes, where some application examples are presented and discussed. In the laboratory classes some experiments related with the syllabus will be carried out. Students are advised to solve problems at home and the teacher will be available to clarify the students' doubts. Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam (25% laboratory component; 75% - exam)

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

Uma vez que o objetivo principal da unidade curricular (UC) consiste na aprendizagem dos conceitos fundamentais de Mecânica de Fluidos, a metodologia utilizada baseia-se na exposição teórica dos conceitos, acompanhada pela resolução de exemplos e de pequenas demonstrações, com vista a que os estudantes percebam os fenómenos físicos envolvidos. Os trabalhos laboratoriais servirão para melhor sedimentar os conceitos apresentados, e desenvolver competências de trabalho laboratorial em grupo.

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

Since the main goal of this course unit is the acquisition of basic concepts in Fluid Mechanics, the methodology adopted is based on the theoretical exposition of the main concepts and discussion of the physical processes involved, followed by the resolution of application examples and simple demonstrations, which will allow the students to understand the physical phenomena involved. Lab assignments will allow students to improve their understanding of the physical concepts and develop competencies to conduct laboratory assignments in group.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Munson, B.R., Okiishi, T.H. Huebsch, W.W., & Rothmayer, A.P. (2013). Fundamentals of fluid mechanics., 7th Ed. John Wiley & Sons.

White, F. M. (2016) Fluid Mechanics, 8th. Ed. McGraw-Hill.

Campos, J. M. (2013) Notas para o Estudo da Mecânica de Fluidos. FEUP Edições.

Mapa IV - Métodos Instrumentais de Análise

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Instrumentais de Análise

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Instrumental Methods of Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP: 26 | PL: 26

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria Arminda Costa Alves (T: 26h | 1 Turma)

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

Margarida Maria da Silva Monteiro Bastos (PL: 26 h |1 Turma)

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

Os objetivos gerais são:

- Proporcionar um conhecimento adequado dos princípios, instrumentação e aplicações das técnicas analíticas mais frequentes;*
- Proporcionar um conhecimento adequado dos principais processos de extração e manuseamento de amostras sólidas, líquidas e gasosas e das suas implicações ao nível da incerteza da medição analítica;*
- Proporcionar as capacidades necessárias que permitam ao estudante selecionar uma determinada técnica analítica*

para resolver um problema, determinar eventuais restrições, selecionar o método analítico mais adequado, identificar alternativas, comparar as vantagens e desvantagens de cada um e exibir capacidade crítica de interpretação de resultados analíticos;

- *Desenvolver as capacidades de comunicação, em particular, de resultados técnicos e as capacidades de cooperação em grupo;*
- *Estimular o uso de bases da teoria científica para resolver problemas do mundo real e desenvolver capacidades de pensamento crítico.*

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

The main objectives are:

- *To provide an adequate knowledge of the principles, instrumentation and applications of common analytical techniques;*
- *To provide an adequate knowledge of the main extraction processes and handling of solid, liquid and gas samples and their implications for the analytical measurement uncertainty;*
- *To provide the necessary skills to enable students to select a particular analytical technique to solve a problem, to determine possible restrictions, to select the most appropriate analytical methodologies, to identify alternatives, to compare the advantages and disadvantages of each one and to develop a critical reasoning about the analytical results;*
- *To develop communication skills, particularly the technical results and the group cooperation skills;*
- *To encourage the use of scientific knowledge to solve real problems and to develop critical reasoning.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Programa teórico-prático: Introdução. Métodos Instrumentais de Análise. Fatores de seleção de métodos analíticos. Conceitos básicos de validação. Processos de preparação de amostras (LLE, SPE, SLE e SPME). Métodos espectrais de análise. Espectroscopia de absorção molecular no UV-Vis. Espectroscopia de absorção atômica. Atomização por chama, eletrotérmica e ICP. Câmara de vapor frio para análise de mercúrio e gerador de hidretos para determinação de arsénio e selénio. Métodos eletroquímicos de análise. Determinações potenciométricas com elétrodos seletivos de iões. Métodos cromatográficos. Fundamentos. Teoria da Cromatografia. Cromatografia em fase gasosa com deteção por ionização de chama, captura de eletrões e espectrometria de massa. Cromatografia líquida de alta eficiência com deteção por ultravioleta/visível e fluorescência.

Programa laboratorial: Os estudantes terão de realizar obrigatoriamente 7 trabalhos laboratoriais, dos quais 6 em regime de rotatividade.

4.4.5. Syllabus:

Theoretical-practical program: Introduction. Instrumental methods of analysis. Factors of selection of analytical methods. Basic concepts of validation. Sample preparation processes (LLE, SPE, SLE and SPME). Spectral methods of analysis. Molecular absorption spectroscopy in ultraviolet (UV) and visible (VIS). Atomic absorption spectroscopy. Flame atomization, electrothermal and ICP. Mercury analysis by cold vapor and hydrides generator for arsenic and selenium determination. Electrochemical methods of analysis. Potentiometric determination with ion selective electrodes. Chromatographic methods. Theory of chromatography. Gas chromatography with flame ionization, electron capture and mass spectrometry detectors. High performance liquid chromatography with ultraviolet/visible and fluorescence detectors.

Laboratory program: Students must do 7 laboratory works, 6 of which in a rotation scheme.

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

Esta unidade curricular (UC) apresenta aspetos fundamentais e aplicados de métodos instrumentais de análise, incluindo a espectroscopia de absorção atômica e molecular, os métodos eletroquímicos e separativos (cromatográficos e electroforéticos). Beneficiando do conhecimento e competências adquiridas anteriormente no ciclo de estudos, fornece-se um tratamento abrangente e coerente de conceitos, e ferramentas relativas a métodos instrumentais de análise. Esta UC aborda conceitos fundamentais de química analítica permitindo a determinação da composição química de uma amostra sólida, líquida ou gasosa, essencial em áreas tão distintas como química, engenharia, arqueologia, botânica, medicina, biologia, farmacologia, toxicologia, etc. Promove-se também a visão crítica das vantagens e limitações dos diferentes métodos instrumentais de análise, bem como a sua adaptação a diferentes casos de estudo.

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

This curricular unit (UC) provides the foundational and applied elements of methods of instrumental analysis, including molecular and atomic absorption spectroscopy, electrochemical and separative methods (chromatographic and electrophoretic methods). Benefiting from knowledge and skills acquired in previous study cycles, it is provided a comprehensive and coherent set of concepts, and common tools related to methods of instrumental analysis. This UC addresses key concepts of analytical chemistry allowing the determination of the composition of solid, liquid and gaseous samples essential to so distinct areas such as chemistry, engineering, archaeology, botanic, medicine, biology, pharmacology, toxicology and so on. The UC promotes a critical understanding of the advantages and limitations of the different techniques, as well as its adaptation to unconventional scenarios.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas laboratoriais são obrigatórias para todos os estudantes. Para obter frequência, o estudante deverá ter elaborado no caderno laboratorial a discussão dos resultados obtidos, podendo ser verificado pelo docente na semana que se segue à sua realização. É dada oportunidade de repetição de um dos trabalhos em caso de falta

justificada, desde que a data de substituição do trabalho seja combinada com a antecedência mínima de 2 semanas e na medida das disponibilidades do laboratório.

Classificação Final: CF = 0,30 MT + 0,20 APR + 0,25 REL + 0,25 EXMT – nota média de 2 minitests com a nota mínima média de 7/20.

APR– nota média de duas apresentações orais, em grupo, sobre os resultados e discussão do trabalho laboratorial selecionado pelo docente;

REL - nota do relatório completo de grupo

EX – nota do exame na época normal, com nota mínima de 7/20.

Para obter aprovação à Unidade Curricular, a nota final deve ser igual ou superior a 10 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Laboratory classes are mandatory to all students. To obtain frequency, the students must have done all the practical works, shown proper preparation and execution of the works and develop in the laboratory notebook the discussion of the results. This can be requested by the teacher in the following week

Final grade: FG = 0.30 MT + 0.20 APR + 0.25 REL + 0.25 EX

MT – average grade of the two mini-tests. Students have to reach a minimum grade of 7 out of 20.

APR – average grade of two oral presentations about the results and discussion of laboratorial work (selected by the teacher).

REL – grade of the group report related to one of the laboratorial works (selected by the teacher). The deadline is up to 17 hours of the 23rd December 2016. The report must be delivered in the laboratory or in the DEQ secretariat.

EP – grade of exam in the regular examination period. The minimum grade is 7/20.

Students have to reach a minimum grade of 10 out of 20 to complete the course.

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

No seu processo formativo o estudante participará em aulas expositivas e terá oportunidade de adquirir conhecimentos práticos no domínio da análise instrumental, realizando trabalhos práticos, individuais e em grupos de natureza multidisciplinar, convenientemente acompanhados pelo docente. O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante e será efetuada uma monitorização constante da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo. Deverá resultar daqui uma aprendizagem mais proactiva e dinâmica, com recurso a metodologias mais diversificadas, que globalmente apoiem o estudante na assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem, tornando-o gradualmente mais autónomo e independente. Concretamente, nesta unidade curricular será adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas, que capacitem para o exercício profissional competente, para a intervenção social e para a investigação.

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

In its formative process, the student will participate in lectures and will have the opportunity to acquire practical knowledge in instrumental analysis domain by conducting theoretical and practical works, individually and in group, conveniently accompanied by the teacher. The process of teaching/learning will be focused at the student work (autonomous and tutored) and with a continuously monitoring of the evolution and acquisition of knowledge and skills by the student. Hence it should result in a more proactive and dynamic learning, using more diversified methodologies, which generally support the student in taking personal responsibility in the learning process, making it progressively more autonomous and independent. Specifically, in this curricular unit a method of teaching will be adopted that emphasizes the acquisition of skills, specialized and specific, that enable students an adequate insertion in the labor market, for social intervention and research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Skoog, D.A, West, D.M., Holler, F.J., Crouch, S.R. (2013) Fundamentals of Analytical Chemistry (9th edition), published by Brooks Cole, ISBN-13: 978-0-495-55828-6, ISBN: 0-495-55828-1

Skoog, D.A., Crouch, F.R., Holler F.J., Crouch, H.S. (2017), Principles of Instrumental Analysis (7th Edition), Published by Brooks Cole, ISBN-13: 978-1-305-57721-3, ISBN: 1-305-57721-3

Miller, J.C., Miller, J.N., Miller, J. (2010) Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry (6th Edition), published by Pearson Education Canada, ISBN-13: 978-0-273-73042-2, ISBN: 0-273-73042-8

Mapa IV - Métodos Numéricos e Estatísticos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Numéricos e Estatísticos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numeric and Statistical Methods

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:*Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:**

162

4.4.1.5. Horas de contacto:*TP-26; PL-26***4.4.1.6. ECTS:**

6

4.4.1.7. Observações:*Aulas TP: 1 turma; Aulas PL: 3 turmas.***4.4.1.7. Observations:***Theoretical and practical: 1 class; laboratory practice: 3 classes.***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Pedro Nuno Ferreira Pinto de Oliveira (26h TP (1 turma); 26h 78PL (26h x 3 turmas))***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*A unidade curricular visa contribuir para o desenvolvimento de uma visão geral e integrada dos Métodos Numéricos e Estatísticos no contexto profissional em Bioengenharia; Oferecer uma visão dos Métodos Numéricos e Estatísticos em Bioengenharia e a sua importância para a prática profissional em Engenharia; Proporcionar conhecimento e compreensão de conceitos, métodos, aplicações e tópicos em Métodos Numéricos e Estatísticos relevantes para a Bioengenharia; Apoiar o desenvolvimento, no domínio dos Métodos Numéricos e Estatísticos, das competências analíticas, de comunicação e aprendizagem apropriados ao exercício da profissão; Desenvolver as capacidades críticas, em especial, na recolha, análise e tratamento de dados.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The course unit aims at contributing for the development of a general and integrated outlook of the Numerical and Statistical Methods in the Bioengineering professional context. Offer an overview of the Numerical and Statistical Methods in Bioengineering and their importance for the professional practise in Engineering; Provide knowledge and understanding of concepts, methods, applications and topics in Numerical and Statistical Methods relevant for Bioengineering; Support the development, in the field of Numerical and Statistical Methods, of the analytical, communication and learning skills required for the exercise of the professional activity; Develop critical skills, in particular, data collection, analysis and treatment.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Métodos Numéricos**1. Aritmética computacional.**2. Sistemas de equações lineares. Determinante e inversa de uma matriz.**3. Equações não lineares. Métodos: ponto fixo, bissecção, secante, Newton.**4. Sistemas de equações não lineares.**5. Polinómio interpolador de Newton com diferenças divididas.**6. Integração numérica. Fórmulas do trapézio, Simpson e três oitavos.**Métodos Estatísticos**7. Estatística descritiva. Localização e dispersão.**8. Probabilidades. Independência e probabilidade condicional. Teorema de Bayes.**9. Variáveis aleatórias. Valor esperado e variância de uma variável aleatória.**10. Distribuições discretas: uniforme, binomial e de Poisson. Distribuições contínuas: uniforme, normal e exponencial.**11. Distribuições amostrais. Intervalos de confiança.**12. Testes de Hipóteses. Erros de Tipo I e II. Potência.**13. Análise da Variância. Planeamento experimental.**14. Regressão linear simples. Regressão não linear. Correlação. Regressão linear múltipla.***4.4.5. Syllabus:***Numerical Methods**1. Computational arithmetic.**2. System of linear equations. Determinant and inversion of a matrix.*

3. *Non linear equations. Methods: fixed point, bisection, secant and Newton.*
4. *System of non linear equations.*
5. *Polynomial interpolation. Newton's divided differences.*
6. *Numerical integration. Rules: trapezoidal, Simpson and 3/8.*
- Statistical methods**
7. *Descriptive statistics. Location and dispersion measures.*
8. *Probability. Independence and conditional probability. Bayes theorem.*
9. *Random variables. Expected value and variance of a random variable.*
10. *Discrete distributions: uniform, binomial, and Poisson. Continuous distributions: uniform, normal, and exponential.*
11. *Sampling distributions. Confidence intervals.*
12. *Hypothesis testing: Type I and II Errors. Power of a test.*
13. *Analysis of Variance. Experimental design.*
14. *Simple linear regression. Non linear regression. Correlation. Multiple linear regression. Analysis of errors.*

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

Os conteúdos programados respondem aos objetivos definidos, em particular, no que concerne ao conhecimento e compreensão de conceitos, métodos, aplicações e tópicos em Métodos Numéricos e Estatísticos relevantes para a Bioengenharia.

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

The syllabus is in alignment with the defined objectives, in particular, in what concerns knowledge and understanding of concepts, methods, applications and topics in Numerical and Statistical Methods relevant for Bioengineering.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino baseado na apresentação dos conceitos teóricos, com resolução de exercícios e com o apoio de software (EXCEL e SPSS).

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final

Condições de Frequência: 80% das teórico-práticas

Fórmula de avaliação: A avaliação terá como componentes:

- *Fichas de Exercícios*
- *Prova: A realizar na semana das provas intercalares.*
- *Exame: A realizar na época de exames, Época Normal ou Recurso.*

Nota= 0.5xFE + 0.25 PI+0.25 E

Em que:

- *PI– Nota da prova intercalar (mínimo de 7.5 valores)*
- *E – Exame*
- *FE – Nota das Folhas de Exercícios*

Os estudantes que não obtenham a nota mínima de 7.5 valores na PI realizarão o E com uma ponderação de 0.5.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching based on the presentation of the theoretic concepts and problem solving with EXCEL and SPSS.

Type of evaluation: distributed evaluation with final exam

Conditions for attendance: 80% of all the theoretical and practical classes.

Evaluation formula: Evaluation will have the following components:

- *Exercises*
- *Test: to be performed during the midterm exam period.*
- *Exam: to be performed during the regular or resit exam period.*

Classification= 0.5xFE + 0.25 PI+0.25 E

where:

- *PI– midterm test classification (minimum of 7.5 out of 20)*
- *E – Exam • FE – Exercises*

Students who have not reached the minimum classification of 7.5 in the Test will have an Exam weighted 0.5.

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

A metodologia de ensino e aprendizagem compreende: a apresentação de conceitos teóricos apoiados por exemplos de aplicação; a resolução de exercícios, em grupo, onde os conceitos teóricos, algoritmos e testes são aplicados e discutidos; a realização de pequenos testes individuais nas aulas teóricas, o que permite aos estudantes avaliarem o seu progresso ao longo do período letivo; a realização de um exame global.

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

The teaching and learning methodology includes: the presentation of theoretic concepts supported by application examples; problem solving, in group, where theoretical concepts, algorithms and tests are applied and discussed; taking small individual tests in theoretical classes, allowing students to assess his/her progression throughout the academic period; Take a global exam.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Erwin Kreyszig; Advancedengineeringmathematics. ISBN: 0-471-59989-1

Heitor Pina; Métodos numéricos. ISBN: 972-8298-04-8

Jerrold H. Zar; Biostatistical analysis. ISBN: 978-0-206502-3

Robert R. Sokal and F. James Rohlf; Biometry. ISBN: 978-0-7167-2411-7

Baldi, B.; Moore D.S.; The practice of statistics in the life sciences, W.H. Freeman and Company, 2012. ISBN: 1-4292-7272-4

Robert Ho.; Hand book of univariate and multivariate data analysis and interpretation with SPSS. ISBN: 1584886021 (alk. paper)

Mapa IV - Microbiologia Geral

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Microbiologia Geral

4.4.1.1. Title of curricular unit:

General Microbiology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-26

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 Cristina Pastor Nunes (33,8 TP – 1 turma; 123,5 PL – 5 turmas)

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

Nuno Filipe Ribeiro Pinto de Oliveira Azevedo (5,2 TP – 1 turma)

Outro docente (6,5 PL – 5 turmas)

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

Através da aprendizagem integrada da ecologia/fisiologia/metabolismo dos grandes grupos de microrganismos, o estudante deve adquirir com a necessária proficiência: 1. Conhecimentos de Microbiologia e ser capaz de os utilizar na formulação, resolução e discussão de problemas; 2. Capacidades e atitudes pessoais e profissionais, nomeadamente: raciocínio e resolução de problemas (identificação e resolução de problemas, estimação e análise qualitativa) e descoberta do conhecimento (formulação de hipóteses, pesquisa de literatura), pensamento sistémico, capacidades e atitudes pessoais (perseverança e flexibilidade, pensamento criativo e crítico, consciência do próprio conhecimento, gestão do tempo e dos recursos), capacidades e atitudes profissionais (ética, comportamento, integridade e responsabilidade profissionais).

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

Using an integrated learning approach of ecology/physiology/metabolism of the vast groups of microorganisms, students should acquire with the necessary proficiency: 1. Knowledge in Microbiology and be able to use it in the formulation, resolution and discussion of problems; 2. Personal and professional skills and attitudes, namely: reasoning and problem solving (identification and resolution of problems, estimation and qualitative analysis), knowledge discovery (hypothesis formulation, survey of print and electronic literature), system thinking, personal skills and attitudes (perseverance and flexibility, creative and critical thinking, awareness of one's personal knowledge, time and resource management), professional skills and attitudes (ethics, behaviour, integrity and professional responsibility).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

TEÓRICA: Os microrganismos e o seu impacto nas atividades humanas – as grandes áreas da Microbiologia. Características gerais dos microrganismos que promovem o seu estudo/utilização/controlo: diversidade microbiana; crescimento microbiano e fatores que controlam o seu desenvolvimento; variabilidade genética; relação microrganismo-hospedeiro. Metodologia e abordagens usadas em microbiologia. Os grandes grupos metabólicos: estudo integrado metabolismo/fisiologia/ecologia. Aplicação de microrganismos em processos biotecnológicos. PRÁTICA: Métodos para a enumeração, isolamento, controlo do desenvolvimento, identificação e caracterização de microrganismos: Dependentes de cultura: enumeração de células viáveis, isolamento em meios seletivos; microscopia ótica- colorações; difusão em agar; métodos bioquímicos de caracterização fenotípica. Independentes de cultura: extração DNA, amplificação de genes por PCR e análise da sequência, e microscopia fluorescência-FISH).

4.4.5. Syllabus:

THEORETICAL: Microorganisms and their impact on human activities—the great areas of Microbiology. General features of microorganisms that promote their study/use/control: diversity (prokaryote, eukaryote, virus); microbial growth and factors that control development; genetic diversity (mutation and horizontal gene transfer); relationship microorganism-host, pathogenicity factors, reservoirs and transmission, host specific defences. Methodology and approaches in microbiology: basic notions of identification and microbial systematics. The major metabolic microbial groups: integrated study of metabolism/physiology/ecology. Microbial application to biotech processes. PRACTICAL: Methods for the enumeration, isolation, development control, identification and characterisation of microorganisms. Culture dependent (enumeration of viable cells; isolation with selective media; optical microscopy; agar diffusion; biochemical methods). Culture independent (DNA extraction, gene amplification-PCR, FISH).

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

Esta unidade curricular (UC) apresenta aspetos fundamentais e aplicados da Microbiologia Geral. Fornece-se uma explicação abrangente sobre os vários aspetos dos microrganismos, desde a sua fisiologia, metabolismo, impacto na atividade humana entre outros. Esta UC aborda conceitos fundamentais para várias outras UCs ao longo do Ciclo de Estudos, nomeadamente as que lidam mais diretamente com a utilização de microrganismos. Promove-se também a visão crítica sobre os benefícios e prejuízos que os microrganismos podem trazer a diferentes aspetos ligados ao Homem. Promove-se também a realização de trabalhos laboratoriais relacionados com a identificação de culturas de microrganismos por vários métodos dependentes de cultura e de biologia molecular.

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

This curricular unit (UC) presents applied and fundamental aspects of General Microbiology. A comprehensive explanation on the different aspects of microorganisms, including their morphology, physiology, pathogenicity, and ecological aspects is provided. For each aspect, the UC highlights the importance and/or application of the characteristics of organisms in different aspects of human activities. The UC addresses key concepts for several other UCs throughout the study programme, more specifically those that deal directly with the application of microorganisms. The UC also promotes a critical understanding of the advantages and limitations of the application of microorganisms to different areas of human relevance. Laboratorial assignments connected to the identification of cultures of microorganisms, using several methods of microbiology and molecular biology.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de 1,5 h, duas vezes por semana. Exposição oral da matéria com auxílio do quadro e meios audiovisuais. Motivação ao raciocínio dedutivo e à participação dos estudantes. Aulas práticas laboratoriais de 2 h, uma vez por semana.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final

Condições de Frequência: - As aulas laboratoriais são obrigatórias para todos os estudantes, incluindo os que estão ao abrigo do artigo 4º, alíneas a) e b). Para obter aprovação final à Unidade curricular o estudante tem que cumprir os requisitos seguintes: - A nota mínima de cada componente da avaliação é 10. - A aprovação à Unidade curricular é obtida quando a classificação final da média ponderada de cada componente é ≥ 10 valores.

Fórmula de avaliação:

Nota teórica: $N_t = NE$

Nota prática: $N_p = (0,6 \times TE) + (0,4 \times EXL)$

Nota final: $N_f = (0,6 N_t) + (0,4 \times N_p)$ onde, TE- Teste escrito; EXL – Exame laboratorial; NE= N_t - Nota de Exame (normal ou de recurso)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes (twice a week, 1, 5h each). Oral presentation of the programme supported by the board and audiovisual equipment. Students will be asked to participate in classes and to use deductive reasoning.

Laboratorial classes (2 h, once a week).

Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam

Conditions for attendance: Laboratory classes are mandatory to all students, even to those under article 4th, subsections a) and b). To pass the course unit, students have to abide by the following requirements:

- minimum grade of 10 in all assessment components;

- Final average grade of each component is ≥ 10 .

Evaluation formula:

Theoretical component grade: $TC = FE$

Practical Component grade: $PC = (0.6 \times WT) + (0.4 \times LEX)$

Final Mark: FM = (0.6 TC) + (0.4 x PC), where WT- Written test; LEX- Laboratorial Exam, TC=FE -Final exam (regular or resit).

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

No seu processo formativo o estudante participará em aulas expositivas, para além de realizar trabalhos laboratoriais em grupo e preparar um relatório sobre os mesmos, convenientemente acompanhados pelos docentes. O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante e será efetuada uma monitorização constante da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo. Deverá resultar daqui uma aprendizagem mais proactiva e dinâmica, com recurso a metodologias mais diversificadas, que globalmente apoiem o estudante na assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem, tornando-o gradualmente mais autónomo e independente. Concretamente, na unidade curricular de Microbiologia Geral será adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas, que capacitem para o exercício profissional competente, para a intervenção social e para a investigação.

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

In his/her formative process, the student participates in presentation lessons, in addition to performing lab assignments in group and prepare a report on the said assignments, whilst properly monitored by the teacher. The teaching / learning process is focused on the student's (autonomous and supervised) work, in particular laboratory assignments performed during the semester, together with an informal regular monitoring of the development and acquisition of knowledge and skills by the said student. The aim is to obtain a more proactive and dynamic learning that can lead the student to accept his/her personal responsibility in the learning process, making him/her gradually more autonomous and independent. More to the point, this General Microbiology course unit adopts a teaching methodology that privileges the acquisition of specialised and specific competencies that qualify the student for the competent exercise of his/her profession, social intervention and research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, E. M., & Stahl, D. A. (2018). Brock biology of microorganisms (15th edition). Pearson. ISBN 9781292235103

Willey, J., Sherwood, L., & Woolverton C. J. (2020). Prescott's Microbiology (11th Edition). McGraw Hill. ISBN10: 1260211886

Atlas, R.M. (1996). Principles of microbiology (2nd edition). McGraw-Hill, Boston, USA. ISBN-13: 978-0815108894

Ehrlich, H. L., & Newman, D. K. (2015). Ehrlich's Geomicrobiology (6th Edition). CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 9781466592407

Canas Ferreira, W. F., de Sousa, J. C. F., Lima, N. (2010). Microbiologia. Lidel. ISBN: 978-972-757-515-2

Berg, J. M., Stryer, L., Tymoczko, J. L., Gatto, G. (2019). Biochemistry (9th Edition). W.H.Freeman & Co Ltd ISBN-13: 9781319114657

C. Manaia. (2006). Micróbios: pequenos seres com poderes de gigantes. Universidade Católica Editora Unipessoal, Lda. ISBN: 9789725401316

Mapa IV - Nanotecnologia em Saúde

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Nanotecnologia em Saúde

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Nanotechnology for Health

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-13

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*Aulas TP: 1 turma; Aulas PL: 2 turmas.***4.4.1.7. Observations:***Theoretical and practical: 1 class; laboratory practice: 2 classes.***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luis Miguel Gales Pereira Pinto (20h TP; 7h PL)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***André Miguel Trindade Pereira (3h TP; 2h PL)**Raquel Madeira Gonçalves (3h TP; 2h PL)**Fabiola Maria Tavares Alves da Costa Moutinho (3h TP; 2h PL)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Apresentar os conceitos fundamentais para a síntese e caracterização de nano (materiais/partículas) e respetivas aplicações na área da nanomedicina.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Present the basic concepts regarding the design and characterisation of nano(materials/particles) with specific applications in the area of nanomedicine.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

- *Aplicações médicas da nanotecnologia*
- *Caracterização de superfícies e partículas à nanoescala: técnicas de difração de raios-X e de eletrões, espectroscopia de eletrões e microscopia. Propriedades elétricas, óticas e magnéticas dos nanomateriais.*
- *Técnicas de nanofabricação:*
 - o *Padronização de superfícies à escala nano por técnicas de litografia, erosão replicação*
 - o *Síntese química e materiais auto-organizados*
 - o *Nanopartículas (poliméricas e dendrímeros; péptidos e nanopartículas híbridas metal-orgânico)*
 - o *Nanofios e nanotubos*
 - o *Sistemas de diagnóstico (nanoarrays/nanopartículas)*

4.4.5. Syllabus:

- *Medical applications of Nanotechnology*
- *Characterisation of surfaces and particles at nanoscale using electron and X-ray diffraction techniques, electron spectroscopies and microscopies. Electrical, optical and magnetic properties of nanomaterials.*
- *Nanofabrication techniques:*
 - o *Surface nano standardisation by lithography, etching and replication techniques*
 - o *Chemical synthesis and self-assembly materials*
 - o *Nanoparticles (polymeric and dendritic nanoparticles; peptides and hybrid metal-organic nanoparticles)*
 - o *Nanowires and nanotubes*
- *Systems for diagnosis (nanoarrays/nanoparticles)*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*No programa são apresentadas em detalhe técnicas representativas da síntese, caracterização e aplicação biomédica de nanopartículas e de nanomateriais, em conformidade com os objetivos estabelecidos.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***In the syllabus detailed techniques that are representative of the synthesis, characterisation and biomedical application of nanoparticles and nanomaterials are explored in agreement with the established goals.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Aulas de exposição e aulas de apresentação e discussão de temas pelos estudantes. São agendadas visitas a laboratórios de investigação para que os estudantes tenham contacto com as técnicas experimentais descritas nas aulas. Seminários. Tipo de Avaliação: 3 testes escritos ao longo do semestre (T1, T2, T3) ou exame final Fórmula de avaliação: $(T1 + T2 + T3)/3$ ou exame final***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***Expository lessons and presentation classes with the discussion of topics by the students. Visits to research labs which use the experimental techniques of interest are also schedule. Seminars. Type of evaluation: 3 written tests (T1, T2, T3) along the semester or final written exam Evaluation formula: $(T1+T2+T3)/3$ or final written exam*

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

As bases do programa apresentadas pelos docentes, são depois ativamente discutidos com os estudantes. Alguns exemplos representativos de técnicas de síntese de materiais e respetivas aplicações são apresentadas em visitas a laboratórios de investigação.

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

The foundation of the syllabus presented by teachers, is then actively discussed with students. Some representative examples of material synthesis techniques and their applications are presented in visits to research laboratories.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Temenoff and Mikos, Biomaterials, The Intersection of Biology and Materials Science, Pearson Prentice Hall Bioengineering, 2008;
Nanotechnology Volume5: Nanomedicine. Edited by Viola Vogel. WILEY-VCH. Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 2009
Kane Joseph W.; Physics. ISBN: 0-471-63845-5
H. S. Nalwa(Ed.), "Nanostructured Materials and Nanotechnology", Academic Press, 2002
• C. P. Poole Jr. and F. J. Owens, "Introduction to Nanotechnology", WileyInterscience, 2003
• B. Bhushan(Ed.), "Handbook of Nanotechnology", Springer, 2004
• C. Dupas, P. Houdyand M. Lahmani, "Nanoscience", Springer, 2004

Mapa IV - Processamento de Sinais Fisiológicos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Processamento de Sinais Fisiológicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physiological Signal Processing

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMED

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-26; PL-26

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):

Aníbal João de Sousa Ferreira (26TP - 1 turma; 52PL - 2 turmas)

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

<sem resposta>

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

Pretende-se que os estudantes se familiarizem com a natureza e diversidade dos sinais fisiológicos (e.g. EMG, EEG, ECG), que adquiram os fundamentos teóricos na área do processamento digital de sinal e os valorizem em competências de projeto, nomeadamente em relação aos processos de aquisição de sinal fisiológico, condicionamento, filtragem, análise e representação de informação relevante.

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

The objective of this course unit is to motivate students to the nature and diversity of physiological signals (e.g. EMG, EEG, ECG), and to familiarize students with the theory foundations in the area of digital signal processing as well as their valorization as practical skills allowing students to understand and design important processes in physiological signal processing including acquisition, conditioning, filtering, analysis and representation of relevant information.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à eletrofisiologia
2. Sinais e sistemas
3. Amostragem e reconstrução de sinais
4. A transformada Z
5. Análise de Fourier
6. Filtros discretos
7. Autocorrelação e correlação cruzada
8. Introdução à estimação espectral
9. Casos de estudo de processamento de sinais fisiológico

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction to electrophysiology
2. Signals and systems
3. Sampling and reconstruction of signals
4. Z transform
5. Fourier analysis
6. Discrete-time filters
7. The auto-correlation and cross-correlation
8. Principles of spectral estimation
9. Physiological signal processing study cases

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

O tópico 1 visa enquadrar a natureza e diversidade dos sinais fisiológicos. Os tópicos 2, 3, 4 e 5 têm por objetivo que os estudantes dominem os fundamentos teóricos na área do processamento digital de sinal. Este conjunto de conhecimentos é potenciado no âmbito dos tópicos 6, 7 e 8, em competências de projeto, relacionadas com processos de aquisição de sinal fisiológico, condicionamento, filtragem e análise. Por último, o tópico 9 visa estimular os estudantes com casos concretos de aplicação dos conhecimentos adquiridos, em tecnologias vocacionadas para diagnóstico ou reabilitação.

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

The first topic aims to frame the nature and diversity of physiological signals. Topics 2, 3, 4 and 5 are intended for students to grasp the theoretical foundations in the area of digital signal processing. This body of knowledge is enhanced within the topics 6, 7 and 8, in terms of design capabilities related to physiological signal acquisition, conditioning, filtering and analysis. Finally, the topic 9 aims to stimulate students with specific technological examples involving the acquired knowledge in the areas of diagnosis and rehabilitation.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino baseia-se em aulas teórico-práticas (TP) e aulas práticas laboratoriais (PL). As primeiras incluem a apresentação teórica e ilustração dos conteúdos da UC, a discussão de problemas e casos de aplicação, e a resposta a questões simples de acompanhamento de aula, para efeitos de avaliação. As aulas PL envolvem a resolução convencional ou em ambiente MatLab de exercícios propostos e a realização de trabalhos experimentais usando MatLab e a plataforma Biopac de aquisição e análise de sinal fisiológico. As aulas PL incluem também realização de mini-testes ao longo do semestre, assim como um miniprojeto a realizar durante a parte final do semestre. A classificação final é obtida ponderando a 65% a classificação obtida em exame final e a 35% a classificação obtida na avaliação distribuída. Esta é obtida combinando as classificações das questões de acompanhamento (25%), trabalhos experimentais (25%), de mini-testes (25%) e de projeto final (25%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodology is based on theory-practical classes (TP) and laboratory classes (PL). The former include the presentation and illustration of theoretical contents of the UC, the discussion of problems and cases of application, as well as simple verification questions for assessment purposes. PL classes involve conventional or MatLab-based solving of problems that are proposed, as well as experimental work using MatLab and the Biopac platform for the acquisition and analysis of physiological signals. In addition, short mini tests will also be solved in PL classes throughout the semester, and a small project will also be developed during the final part of the semester. The final grade is obtained by weighting at 65% the grade obtained in the final exam, and by weighting at 35% the distributed evaluation. The latter is obtained by combining the classifications of verification questions (25%), experimental work (25%), mini-tests (25%) and the final small project (25%).

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

As aulas teórico-práticas servem o propósito de familiarizar os estudantes com a natureza e diversidade dos sinais fisiológicos e permitir que compreendam e adquiram os fundamentos teóricos na área do processamento digital de

sinal. As aulas práticas laboratoriais servem o propósito de valorizar os conhecimentos adquiridos em competências de projeto relacionadas com os processos de aquisição de sinal fisiológico, condicionamento, filtragem, análise e extração da informação relevante. É nestas aulas que se consolida a vertente aplicada da unidade curricular, motivando os estudantes para objetivos e desafios de realização com ambição e grau de autonomia crescentes. Neste contexto, a frequência bem sucedida nesta unidade curricular permitirá aos estudantes a utilização esclarecida de técnicas e tecnologias de processamento de sinal fisiológico, potenciando não só a sua aplicação a objetivos de diagnóstico, terapia ou reabilitação, mas fomentando também o aprofundamento das competências de investigação e inovação nestas áreas.

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

The theoretical-practical classes serve the purpose of familiarizing students with the nature and diversity of physiological signals and allowing them to understand and acquire the theoretical foundations in the area of digital signal processing. The laboratory classes serve the purpose of enhancing the acquired knowledge in the form of design skills related to the processes of physiological signal acquisition, conditioning, filtering, analysis and extraction of relevant information. These classes help to consolidate the applied purpose of the curricular unit, by motivating students to specific challenges and realization objectives with increasing degrees of ambition and autonomy. In this context, after successful conclusion of this curricular unit, students will be able to use techniques and technologies of physiological signal processing, by strengthening not only their application to diagnosis objectives, therapy and rehabilitation, but also by fostering specialization, research, and innovation in these areas.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Oppenheim, Alan V.; Discrete-Time Signal Processing. ISBN: 0-13-216771-9
Bronzino, Joseph Daniel, 1937- 340; The biomedical engineering handbook. ISBN 0-8493-2122-0
Enderle, Joseph Bronzino John; Introduction to Biomedical Engineering. ISBN: 0-12-238662-0
Bruce, Eugene N.; Biomedical signal processing and signal modeling. ISBN: 0-471-34540-7*

Mapa IV - Processos de Separação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processos de Separação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Separation Processes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-52

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):

Domingos Azevedo Gonçalves Barbosa (52TP - 1 turma)

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 principal objetivo desta unidade curricular é ilustrar a importância das operações de separação / purificação na viabilidade técnica e económica dos processos das indústrias química, alimentar e biológica, fornecendo aos estudantes os conhecimentos necessários para a seleção, análise e projeto de alguns dos processos de separação mais comuns nestas indústrias.

Nesta unidade curricular os estudantes obtêm as seguintes competências:

- Identificação dos princípios básicos que regem as diferentes classes de processos de separação;
- Seleção do(s) processo(s) mais adequado(s) para realizar uma separação /purificação especificada;
- Fazer o projeto aproximado do equipamento de separação estudado, e avaliar a influência das condições operatórias na separação final.

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

The aim of this curricular unit is to illustrate the importance of separation / purification processes in the technical and economic feasibility of chemical, food and biological industrial processes, giving the students the necessary background for the selection, analysis and design of some of the most common separation processes that can be found in these industries.

In this curricular unit, students are expected to acquire the following skills:

- Identification of the basic principles governing the different classes of separation processes;
- Selection of the process(es) more adequate to accomplish a desired separation/purification;
- Simplified design of the separation equipment studied, and understanding of the influence of the different operating conditions in the final separation.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

INTRODUÇÃO: Caracterização, classificação e regras de seleção dos processos de separação.

EXTRAÇÃO COM SOLVENTES: Processos de extração líquido-líquido e sólido-líquido. Extração em fluxo cruzado e em contracorrente. Extração em biotecnologia. Extração supercrítica, em duas fases aquosas, e utilização de líquidos iónicos como solventes.

DESTILAÇÃO: Projeto de câmaras de vaporização. Destilação binária e multicomponente. Noção de eficiência global.

ABSORÇÃO DE GASES: Projeto de colunas de absorção de contacto descontínuo e contínuo para soluções diluídas.

SECAGEM E HUMIDIFICAÇÃO: Noção de humidade e uso do diagrama psicrométrico. Leis de velocidade de secagem. Projeto de secadores. Liofilização.

EVAPORAÇÃO: Análise de evaporador de efeito simples e de sistemas de efeitos múltiplos.

CRISTALIZAÇÃO: Crescimento de cristais e distribuição de tamanhos. Balanço de material e de população a cristalizadores. Projeto de cristalizadores perfeitamente agitados.

4.4.5. Syllabus:

INTRODUCTION: Characterization, classification and selection of separation processes.

SOLVENT EXTRACTION: Liquid-Liquid and solid-liquid extraction. Extraction in units with several equilibrium stages operating in cross and counter-current flow. Extraction in biotechnology. Supercritical extraction, extraction in two aqueous phase systems, and the use of ionic liquids as solvents.

DISTILLATION: Design of flash units. Binary and multicomponent distillation. Overall efficiency.

GAS ABSORPTION: Design of continuous and discontinuous absorption columns for dilute solutions.

DRYING AND HUMIDIFICATION: Notion of humidity and use of the psychrometric diagram. Drying velocity laws. Design of dryers. Lyophilization.

EVAPORATION: Analysis of single effect and multi-effect evaporation systems.

CRYSTALLIZATION: Growth and size distribution. Mass and population balance to crystallizers. Design of a perfectly agitated crystallizer.

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

O objetivo desta unidade curricular é apresentar aos estudantes os processos de separação mais comuns na indústria química, alimentar e biológica, indicando a influência das principais variáveis de projeto e operatórias no desempenho destas operações unitárias. Assim, são estudados os processos de extração com solventes, destilação, absorção, secagem, evaporação e cristalização, indicando as situações em que devem ser usados e as suas principais variáveis de projeto e operação.

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

The aim of this curricular unit is to introduce students to the most common separation processes in chemical, biological and food industries, indicating the influence of the main design and operating variables on the performance of these unit operations. Thus, students are introduced to the processes of solvent extraction, distillation, absorption, drying, evaporation, and crystallization, learning when these processes should be used, and the interrelationship of their main design and operating variables.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

a) Aulas de exposição da matéria com recurso a diferentes meios audiovisuais e resolução de problemas exemplificativos da aplicação dos conceitos lecionados.

b) Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final

c) Condições de Frequência: Não exceder o número limite de faltas previsto nas Normas Gerais de Avaliação da FEUP.
d) Fórmula de avaliação: Durante o semestre serão realizados 3 testes intermédios (eliminativos em termos de matéria a ser avaliada).

A classificação final (CF) será a média aritmética das classificações dos 3 testes. O estudante poderá igualmente optar por realizar exame final sobre toda a matéria.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- a) *Oral presentation of the theoretical concepts and analysis of problems exemplifying their application.*
- b) *Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam.*
- c) *Conditions for attendance: Do not exceed the limit number of absences foreseen in FEUP's General evaluation rules.*
- d) *Evaluation formula: The student will take 3 midterm exams throughout the semester (eliminatory in terms of assessed contents). The final classification will be the arithmetic average of the grades obtained in the three tests. The student can also opt to take a final exam covering the entire contents.*

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

A compreensão dos princípios básicos e da influência das variáveis de projeto e operatórias no desempenho dos diferentes processos é feita através dos conceitos lecionados durante as aulas e pela resolução de problemas exemplificativos da aplicação desses conceitos. Pela experiência do docente, esta metodologia têm-se mostrado adequada para atingir os objetivos de aprendizagem desta unidade curricular.

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

The comprehension of the basic principles and the influence of design and operation variables on the performance of different separation processes is done by teaching those concepts during classes and by solving exemplifying problems on the application of these concepts. From the instructor experience, this methodology has been adequate to achieve the learning outcomes of this course.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1) *Azevedo, E.G.; Alves, A.M. "Engenharia de Processos de Separação", 3ª edição, IST Press, 2017.*
- 2) *Seader, J.D.; Henley, E.J.; Roper, D.K. "Separation Process Principles – Chemical and Biochemical Operations", 3rd edition, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey, 2011.*
- 3) *McCabe, W.L.; Smith, J.; Harriott, P. "Unit Operations of Chemical Engineering", 7th edition, McGraw-Hill, 2004.*

Mapa IV - Projeto Integrador em Engenharia Biológica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Projeto Integrador em Engenharia Biológica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Capstone Project in Biological Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

PL – 13

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 José Vieira Simões (13PL – 1 turma)

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

<sem resposta>

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

A frequência desta unidade curricular com sucesso permitirá que os estudantes adquiram competências para:

- Implementar um projeto de investigação em ambiente industrial;
- Aplicar eficazmente conhecimentos avançados de engenharia relativamente à operação e conceção de unidades de processo em sistemas biológicos;
- Adotar estratégias de trabalho individual e em grupo para promover o desenvolvimento de capacidades de iniciativa, de decisão e de pensamento criativo e crítico.

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

The successful attendance of this course will allow students to acquire skills to:

- Implement a research project in an industrial environment.
- Effectively apply advanced engineering knowledge regarding the operation and design of process units in biological systems.
- Adopt individual and group work strategies to promote the development of initiative, decision making and creative and critical thinking skills.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Desenvolvimento de um projeto em ambiente empresarial, cuja informação de base será obtida através da implementação de tarefas na produção, em laboratório, recolha e tratamento de dados, pesquisa de informação para inovação tecnológica, de acordo com a área de atuação da empresa.

4.4.5. Syllabus:

Development of a project in an industrial environment, whose basic information will be obtained through the implementation of tasks in terms of production, in the laboratory, data collection and processing, information search for technological innovation, according to the company's area of intervention.

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

Esta unidade curricular confronta os estudantes com situações concretas, em ambiente empresarial, e permitirá consolidar competências cognitivas e desenvolver competências avançadas a nível afetivo e psicomotor.

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

This course confronts students with concrete situations in an industrial environment and will allow the consolidation of cognitive skills and the development of advanced affective and psychomotor skills.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação das propostas de temas de trabalho a desenvolver em ambiente empresarial, seguida da seleção dos temas preferidos pelos estudantes. Cada trabalho é acompanhado por um orientador académico e outro na empresa. Os estudantes entregarão no final um relatório e farão uma apresentação e defesa do trabalho perante o responsável da unidade curricular.

Avaliação distribuída sem exame final.

Os estudantes entregarão no final um relatório e farão uma apresentação e defesa do trabalho perante o responsável da unidade curricular.

Condições Freqüência: A frequência obtém-se através da realização do trabalho ao longo do semestre e da entrega do relatório final. A frequência é avaliada pelo orientador do trabalho.

Fórmula de avaliação: A classificação final é obtida tendo em atenção 3 parâmetros: (1) Acompanhamento do Trabalho: Qualidade, Empenho, Autonomia (peso: 35%); (2) Relatório: Organização, Conteúdo científico (peso: 35%); (3) Apresentação/Discussão oral: Clareza, Relevância, Capacidade de Defesa (30%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Type of evaluation: Avaliação distribuída sem exame final

Students should submit a final report and make a presentation and defence before the curricular unit's coordinator.

Terms of frequency: Attendance frequency is obtained through the development of a work throughout the semester and the submission of a final report. Attendance frequency is assessed by the supervisor.

Formula Evaluation: Final mark takes into consideration 3 parameters: (1) Work Monitoring: Quality, Commitment, Autonomy (35%); (2) Report: Organisation, Scientific Content (35%); (3) Presentation/ Oral discussion: Clarity, Relevance, Defence arguments (30%).

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

O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante e será efetuada uma monitorização constante da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo. Deverá resultar daqui uma aprendizagem mais proativa e dinâmica, com recurso a metodologias mais diversificadas, que globalmente apoiem o estudante na assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem, tornando-o gradualmente mais autónomo e independente.

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

The teaching/learning process will be focused on the student's (autonomous and supervised) work, together with the regular monitoring of the development and acquisition of knowledge and skills by the said student. The aim is to obtain a more proactive and dynamic learning, using more diversified methodologies that can lead the student to accept his/her personal responsibility in the learning process, making him/her gradually more autonomous and independent.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

D. F. Beer, D. A. McMurrey. A guide to writing as an engineer. John Wiley & Sons. ISBN: 978-1-119-28594-6

B. Gastel, R. A. Day. How to write & publish a scientific paper. Greenwood. ISBN-10: 1440842809

Outra bibliografia dependerá do projeto que o estudante desenvolva./ The bibliography depends on the project developed by the student.

Mapa IV - Projeto Integrador em Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto Integrador em Engenharia Biomédica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Capstone Project in Biomedical Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMED

4.4.1.3. Duração:

semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

PL – 13

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):

Miguel Fernando Paiva Velhote Correia, (6,5 PL – 1 turma)

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

Outros docentes (6,5 PL – 1 turma)

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

Pretende-se que os estudantes desenvolvam as primeiras competências de trabalho em equipa próprias, por via do projeto e implementação de sistemas de engenharia apresentados na forma de um protótipo funcional (hardware ou software). Espera-se, nomeadamente, que:

- adquiram experiência de trabalho em equipa multidisciplinar (CDIO 3.1) na concretização de um projeto comum e aprendam a organizar e a distribuir diferentes tarefas entre si;*
- tomem contacto com um processo de desenvolvimento formal e usem ferramentas informáticas de organização do trabalho (CDIO 4.6.1);*
- exercitem a conceção e o desenvolvimento das componentes de hardware e/ou software constituintes do projeto no prazo estabelecido, satisfazendo requisitos, especificações e o plano de testes estabelecidos (CDIO 4.4.2);*
- escrevam documentos simples de requisitos, especificações, e o plano de testes (CDIO 4.5.5);*
- compreendam como escrever o relatório final e o apresentar oralmente ou como poster (CDIO 3.2.6).*

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

It is required that students develop their first teamwork skills adequate at the licensee level, by means of designing and implementing engineering systems presented in the form of a functional prototype (hardware or software). In

particular, it is expected that:

- *acquire experience of multidisciplinary teamwork (CDIO 3.1) in the realization of a common project and learn to organize and distribute different tasks among themselves;*
- *get in touch with a formal development process and use computer aided work organization tools (CDIO 4.6.1);*
- *exercise the design and development of the hardware and / or software components of the project on time, meeting requirements, specifications and the established test plan (CDIO 4.4.2);*
- *write simple requirements documents, specifications, and the test plan (CDIO 4.5.5);*
- *understand how to write the final report and present it orally or as a poster (CDIO 3.2.6).*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Esta unidade curricular não apresenta conteúdos programáticos concretos comuns a todos os estudantes, uma vez que cada grupo de estudantes realizará o seu próprio projeto, de acordo com um plano de trabalhos específico. Contudo, todos os estudantes deverão assistir a um conjunto de aulas tutoriais onde se tratarão aspetos formais relativos a metodologias e ferramentas de conceção e de realização e organização de projetos.

Conteúdos de algumas dessas aulas:

- *Apresentação dos objetivos da unidade curricular, atribuição de projetos;*
- *Metodologias de conceção e desenvolvimento de produto e processos de projeto em engenharia;*
- *Planificação e gestão de projetos; Trabalho em equipa;*
- *Plano de verificação final do projeto;*
- *Conclusão, apresentação e entrega do relatório de projeto.*

4.4.5. Syllabus:

This curricular unit does not follow a concrete syllabus common to all students, as each group of students will carry out their own project, according to a specific work plan. However, all students should attend a set of tutorial classes dealing with formal aspects of methodologies and tools for designing and carrying out and organizing projects.

Contents of some of these classes:

- *Presentation of the objectives of the course, assignment of projects;*
- *Product design and development methodologies and engineering design processes;*
- *Planning and project management; Team work;*
- *Final project verification plan;*
- *Conclusion, presentation and delivery of the project report.*

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

O principal objetivo reside em integrar diferentes conhecimentos adquiridos além de fomentar o desenvolvimento de competências de conceção, condução e execução de projetos. Neste exercício terão a oportunidade de trabalhar várias competências, nomeadamente:

- *na persecução do projeto os estudantes terão de fazer numa reflexão crítica sobre o trabalho exigido, do ponto de vista da sua contribuição, para atingir os objetivos;*
- *ainda que sob supervisão profissional, os estudantes assumirão comportamentos e usarão ferramentas, técnicas, e métodos de trabalho contextualmente adequados, i. e., próprios do ambiente e projeto concreto a realizar;*
- *na realização do projeto os estudantes terão oportunidade de integrar conhecimento específico adquirido previamente no curso e outro específico do problema concreto que têm em mãos;*
- *finalmente, sintetizarão a aprendizagem e a experiência adquiridas, na submissão dos documentos e na apresentação final.*

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

The main objective is to integrate different knowledge acquired during the undergraduate course, as well as to foster the development of project design, conduction and execution skills. In this exercise, the students will have the opportunity of working out various skills, namely:

- *In the pursuit of the project students will have to make a critical reflection on the required work, from the point of view of their contribution, to achieve the objectives;*
- *Although under professional supervision, students will assume attitudes and use contextually appropriate tools, techniques, and working methods, i. e., which are adequate to the environment and project to be carried out;*
- *In the realization of the project students will have the opportunity of integrating specific knowledge previously acquired in the course, as well as other ones specific for problem they have at hand;*
- *finally, they will synthesize the learning and experience gained in the submitted documents and final presentation.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A principal metodologia de ensino a concretizar é a de aprendizagem baseada em realização de um projeto em grupo. Cada projeto é supervisionado por um responsável que representa a instituição onde o trabalho é realizado, assim como por um docente da FEUP. Cada grupo apresentará relatórios de progresso e um relatório final, e fará uma apresentação oral perante os colegas e docentes, em que todos os membros do grupo participam.

Avaliação: do tipo distribuída sem exame final. Será calculada pesando as seguintes componentes:

- *apresentação e discussão dos objetivos e do plano de trabalhos - 15%*
- *relatórios de progresso semanais a apresentar até às 18:00 de cada sexta-feira - 5%*
- *relatório intercalar - 10%*
- *demonstração do protótipo - 20%*
- *relatório final e defesa - 50%*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The main teaching methodology to be implemented is teamwork in project-based learning. Each project is supervised by a responsible who represents the institution where the work is performed, as well as by a FEUP teacher. Each group will present progress reports and a final report and will make an oral presentation to colleagues and faculty, in which all group members participate.

Assessment: distributed without final exam. It will be calculated by weighing the following components:

- presentation and discussion of objectives and work plan - 15%
- weekly progress reports to be submitted by 6pm each Friday - 5%
- interim report - 10%
- prototype demonstration - 20%
- final report and defense - 50%

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

Em consequência da conclusão bem sucedida do projeto, o estudante será capaz de demonstrar competências tais como:

- estar apto para conceber, conduzir e concluir um projeto no prazo estabelecido, trabalhando em equipa e com adequada repartição de tarefas;
- seguir um correto processo de desenvolvimento formal do trabalho demonstrado pela apresentação de relatórios de progresso semanais;
- apresentar documentos chave que satisfaçam padrões mínimos de engenharia em termos de correção, integridade e clareza.
- apresentar e demonstrar os resultados e conclusões do projeto, mostrando claramente que todos os requisitos do projeto foram satisfeitos, e uma análise (envolvendo custos, compromissos, etc.) de quão bem foram atendidos.

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

As a result of the successful completion of the project, the student will be able to demonstrate skills such as:

- be able to design, conduct and complete a project on time, working as a team and with an appropriate division of tasks;
- follow a correct process of formal work development demonstrated by submitting weekly progress reports;
- present key documents that meet minimum engineering standards for correctness, completeness and clarity.
- present and demonstrate project results and conclusions, clearly showing that all project requirements were met, and an analysis (involving costs, commitments, etc.) of how well they were met.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Literatura diversa a definir de acordo com os objetivos e contexto de cada projeto a realizar.

Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Yang, M. C. (2020). Product design and development. New York, NY: McGraw-Hill Education.

Ferraro, J. (2012). Project management for non-project managers. New York: AMACOM.

Mapa IV - Química Orgânica e Biológica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Química Orgânica e Biológica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biological and Organic Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBS

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-26

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

Aulas TP: 1 turma; Aulas PL: 5 turmas.

4.4.1.7. Observations:

Theoretical and practical: 1 class; laboratory practice: 5 classes.

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

Luís Manuel de Mira Vieira (39 h TP; 130h PL (26h x 5 turmas))

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

<sem resposta>

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

Os compostos de carbono são os blocos químicos construtores da vida quer através de moléculas simples quer através de moléculas mais complexas, de que são exemplos os aminoácidos ou glícidos e os respetivos polímeros, entre muitas outras. Deste modo, o principal objetivo desta Unidade Curricular é que os estudantes desenvolvam a capacidade de reconhecimento, compreensão e integração dos princípios e regras que orientam as estruturas, interações e transformações químicas das moléculas orgânicas e a sua aplicação ao entendimento da estrutura das moléculas biológicas e do modo como a estrutura e propriedades destas moléculas contribuem para a construção, desenvolvimento e funcionamento dos sistemas vivos. Os conhecimentos adquiridos devem permitir interpretar e resolver problemas nas várias áreas da química orgânica e da bioquímica estrutural e simultaneamente melhorar o pensamento crítico e a integração de conhecimentos.

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

Carbon compounds are the chemical building blocks of life, either through simple molecules or more complex ones, examples of which are amino acids or carbohydrates and the respective polymers, among many others. Thus, the main objective of this course unit is for students to develop the ability to recognize, understand and integrate the principles and rules governing the structures, interactions and chemical transformations of organic molecules and their application to the understanding of the structure of biological molecules and how the structure and properties of these molecules contribute to the construction, development and function of living systems. The knowledge acquired should allow interpreting and solving problems in several areas of organic chemistry and structural biochemistry, simultaneously improving critical thinking and integration of knowledge.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Estrutura Atômica e Molecular

Nomenclatura

Estereoquímica – Quiralidade. Sistemas R/S e D/L. Isomeria cis/trans e E/Z. Análise conformacional

Reatividade - Efeitos I e M. Acidez e basicidade. Reações homolíticas e heterolíticas

Alcanos e alcenos – Propriedades. Reações características

Compostos Aromáticos e Heteroaromáticos – Aromaticidade. Substituição eletrofílica

Reações de SN1 e SN2. E2 e E1. E vs SN

Aldeídos e Cetonas – Propriedades. Reações características

Hidratos de carbono – Classificação. Glucósidos. Polissacarídeos. Aminoácúcares, proteoglicanos, glicoproteínas, mucinas. Funções

Ácidos carboxílicos e derivados – Propriedades e reações de substituição nucleofílica

Lípidos – Funções. Ác gordos. Acilglicéridos. Fosfolípidos. Icosanoides. Terpenoides. Lipoproteínas

Aminas e amidas – Propriedades e reatividade

Aminoácidos e Péptidos – Classificação e características dos aminoácidos e ligação peptídica. Proteínas - características e níveis de organização estrutural. Funções

4.4.5. Syllabus:

Atomic&Molecular Structure.

Nomenclature

Stereochemistry–Chirality.R/S and D/L systems.Cis/trans&E/Z isomers.Conformational analysis.

Structure&Reactivity–I&M effects.Acidity&basicity.Homolytic and heterolytic reactions

Alkanes&alkenes–Properties.Characteristic reactions

Aromatics&heteroaromatics compounds–Aromaticity.Electrophilic substitution.

SN1&SN2 reactions.E2&E1.E vs SN

Aldehydes&ketones–Properties.Characteristic reactions

Carbohydrates–Classification.Glucosides.Polysaccharides.Amino sugars,proteoglycans,glycoproteins,mucins.

Carboxylic Acids&derivatives-Properties and nucleophilic substitution reactions

Lipids-Functions.Fatty acids.Acylglycerides.Phospholipids.Icosanoids.Terpenoids.Lipoproteins

Amines&Amides–Properties.Reactivity

Amino Acids and Peptides–Classification.Characteristics of amino acids&peptide binding.Proteins–characteristics.Levels of structural organization.Functions

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

Nesta UC pretende-se que os estudantes obtenham conhecimentos nas várias áreas da química orgânica e da bioquímica estrutural e melhorem o pensamento crítico e a integração de conhecimentos adquiridos. Assim, é necessário começar pelo entendimento da estrutura dos compostos de carbono, a relação tridimensional intra e

intermolecular dos diferentes grupos funcionais e a importância que estes possuem na estrutura, propriedades e reatividade das moléculas. Com este apoio é posteriormente trabalhado o modo: - como os diferentes grupos funcionais reagem e os princípios que modulam a reatividade, sendo sempre realizado um contraponto químico/bioquímico, - como as propriedades químicas se desenvolvem na estrutura e função das diferentes moléculas biológicas. A realização de trabalhos laboratoriais e resolução de problemas visa a aquisição de competências de trabalho laboratorial e manipulação de conceitos teóricos numa ótica de integração de conhecimentos de várias áreas científicas.

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

In this curricular unit students are expected to gain knowledge in several fields of organic chemistry and structural biochemistry, improve their critical thinking and realize the integration of acquired knowledge. Thus, it is necessary to begin by understanding the structure of carbon compounds, the three-dimensional relationship of the intra-and intermolecular different functional groups and their importance in the structure, properties and reactivity of the molecules. With this support we can subsequently work the way that : - different functional groups react and the principles that modulate the reactivity, being always held a counterpoint chemical / biochemical; - the chemical properties help us to understand the structure and function of different biological molecules. Carry out laboratory assignments and solve problems as a way to acquire competencies in laboratory work and handling theoretical concepts seeking a knowledge based on the integration of various scientific fields.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

No início do semestre é apresentado um programa calendarizado de aulas e das avaliações. Nas aulas é usado projeção de diapositivos que foram previamente disponibilizados. São também facultados aos estudantes fichas de trabalho dos diferentes capítulos e testes de auto-avaliação não valorativos. Todo o material é disponibilizado através da plataforma de e-learning Moodle. São realizadas várias aulas laboratoriais de modo a que os estudantes contactem com as técnicas laboratoriais básicas e possam aplicar e consolidar os conceitos teóricos adquiridos. Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final. Condições de Frequência: Presença no mínimo de aulas previsto legalmente. Fórmula de avaliação: Os estudantes escolhem ser avaliados num exame final ou através de duas provas parcelares (A1 e A2): $(0,8 \times \text{Exame}) + (0,2 \times \text{Prática})$, ou $[0,8 \times (A1 + A2)/2] + (0,2 \times \text{Prática})$ sendo necessário obter um mínimo de 9,50 valores na média das componentes de avaliação (A1 + A2) ou exames.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

At the beginning of the semester students are shown a lesson and assessments programme. Slide projection is used in classes and is previously made available. Worksheets with exercises on the different chapters are available. All material is accessible through e-learning. Students are encouraged to participate with questions or comments during class.

Several laboratory classes are performed so that students can contact with basic laboratory techniques and apply and consolidate the theoretical concepts acquired. Type: Distributed evaluation with final exam Conditions for attendance: Attendance to the legal minimum of legally scheduled classes. Evaluation formula: Students choose to be assessed in a final exam or through two partial tests (A1 and A2): $(0.8 \times \text{Exam}) + (0.2 \times \text{Practice})$, or $[0.8 \times (A1 + A2) / 2] + (0.2 \times \text{Practice})$. To obtain approval, it is required a minimum of 9.5 in the average evaluation of components (A1 and A2) or exams.

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

Nesta unidade curricular (UC) pretende-se, genericamente, que os estudantes obtenham conhecimentos nas várias áreas da química orgânica e da bioquímica estrutural, melhorem o pensamento crítico e promovam a integração de conhecimentos adquiridos, sendo este último objetivo ainda mais crucial quando se trata de um plano curricular abrangente e diversificado como o do ciclo de estudos em que esta UC se integra. Assim, esta unidade curricular encontra-se estruturada em aulas teórico-práticas de carácter mais expositivo, aulas teórico-práticas de carácter mais de resolução e discussão de problemas e aulas laboratoriais para realização de atividades experimentais. Em simultâneo com estas aulas de carácter presencial são colocados aos estudantes, através da plataforma de e-learning, problemas/testes e apresentados temas/assuntos relacionados com o conteúdo programático da UC numa perspectiva de abordagem mais ampla dentro do contexto do ciclo de estudos. Através desta estruturação obtêm-se uma boa articulação entre as diversas vertentes letivas permitindo que os estudantes integrem os conhecimentos teóricos adquiridos com problemáticas reais. Esta integração é efetuada, não só através da resolução de exercícios mas também pela execução concomitante de atividades laboratoriais, que estando inseridas no âmbito da aprendizagem teórica, permitem não só a aquisição de competências laboratoriais, mas também a compreensão dos conceitos teóricos e da sua importância.

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

In this curricular unit, students are generally expected to gain knowledge in several fields of organic chemistry and structural biochemistry, improve their critical thinking and promote the integration of acquired knowledge, the latter goal being even more crucial when it equates that the curricular unit is part of the curriculum of a quite broad and diversified curricular outline. Thus, this course unit is structured in theoretical-practical classes with a more expository nature; theoretical-practical classes directed at discussion and problem solving; and laboratory classes for performing experimental activities. Simultaneously, with these classroom lessons students are presented, through e-learning platform, with problems / tests and presented topics / issues related to the syllabus of the curricular unit in a broader perspective of approach within the context of the study cycle. Through this structure it is possible to obtain a good articulation between the different strands, teaching and enabling students to integrate the theoretical knowledge with real problems. This integration is performed not only by solving exercises but also by the concurrent execution of laboratory activities, which being inserted within the theoretical learning, allowing for, not only the acquisition of laboratory skills, but also for the understanding of theoretical concepts and their importance.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

T. W. Graham Solomons, Craig B. Fryhle ; Organic Chemistry, Danvers, MA : John Wiley & Sons, 2010. ISBN:978-0-470-52459-6
K. Peter C. Vollhardt; Organic chemistry: structure and function. ISBN: 0-7167-4374-4
A Quintas, AP Freire, MJ Halpern ; BIOQUÍMICA - Organização Molecular da Vida, lidel, 2008. ISBN: 978-972-757-431-5
Berg Jeremy M.; Biochemistry. ISBN: 978-1-4292-7635-1
Nelson David L.; Lehninger principles of biochemistry. ISBN: 1-57259-931-6

Mapa IV - Sensores, Atuadores e Controlo**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Sensores, Atuadores e Controlo

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Sensors, Actuators and Control

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

26TP; 26PL

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Joaquim Gabriel Magalhães Mendes (13TP - 1 turma; 26PL - 2 turmas)

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

Fernão Domingos Montenegro Baptista Malheiros de Magalhães (13TP - 1 turma; 26PL - 2 turmas)

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

Esta UC pretende dar competências técnicas de automação aos estudantes nas suas componentes principais: elementos de captura de informação (sensores), processamento de informação (microcontroladores), elementos de saída (atuadores pneumáticos), bem assim como estratégias de controlo (on/off, PID) e aquisição e controlo de dados.

Competências Computacionais

- *Programação de sistemas de controlo e aquisição de dados usando por ex. LabVIEW, Matlab, Python*
- *Programação de microcontroladores (por ex. Arduino IDE)*

Competências Experimentais

- *Capacidade de identificar e caracterizar os sensores mais comuns;*
- *Capacidade de conhecer os elementos de pneumática (atuadores e válvulas);*
- *Capacidade de montagem de circuitos elétricos, eletrónicos, pneumáticos e electropneumáticos*

Competências Transversais

- *Capacidade de comunicação escrita, oral e comunicação multimédia*
- *Capacidade de trabalho em grupo*

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

This course aims to give technical competences on automation to the students, focusing on its main components: information capture elements (sensors), information processing (microcontrollers), output elements (pneumatic

actuators), as well as control strategies (on / off, PID) and control software.

Computational Skills

- Programming control and data acquisition systems using e.g. LabVIEW, Matlab, Python
- Microcontroller Programming (e.g. Arduino IDE)

Experimental Skills

- Ability to identify the most common sensors;
- Ability to know the pneumatic elements (actuators and valves);
- Ability to assemble electrical, electronic, pneumatic and electro-pneumatic circuits

Transversal Skills

- Ability to write, prepare and present multimedia communication
- Ability to work in group

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1.Sensores

- Princípio de funcionamento dos sensores mais comuns
- Vocabulário metrológico

Microcontroladores

- Álgebra de Boole e simplificação de expressões lógicas
- Introdução aos microcontroladores
- Unidade lógica-aritmética e de controlo, registos e memórias
- Codificação e conjuntos de instruções de um processador
- Conceitos básicos de programação em linguagem "assembly"
- Programação de microcontroladores em C
- Tipos de instruções: aritméticas, lógicas, comparação e salto
- Modos de endereçamento: interrupções, temporizadores e contadores
- Comunicação série
- Conversores de sinal A/D e D/A

2.Controlo automático de processos

- Controlo On/Off e por retroação
- Implementação digital de algoritmos PID
- Comportamento dinâmico de um sistema em anel fechado
- Análise de estabilidade, sintonização de controladores

3.Introdução à pneumática

- Produção, reserva e distribuição de ar comprimido
- Válvulas e atuadores pneumáticos
- Análise de diagramas de funcionamento
- Circuitos pneumáticos

4.4.5. Syllabus:

1.Sensors

- Principle of operation of the most common sensors
- Metrological vocabulary

2. Microcontrollers

- Boole algebra and simplification of logical expressions
- Introduction to microcontrollers
- Logic-arithmetic and control units, registers and memories. Memory hierarchies.
- Coding and instruction sets of a processor
- Assembly language programming concepts
- C microcontroller programming
- Instruction types: arithmetic, logic, comparison, and jump
- Addressing modes: interrupts, timers and counters
- Serial communication
- A/D and D/A signal converters

3. Automatic Process Control

- On / Off and feedback control
- Digital implementation of PID algorithms
- Dynamic behavior of a closed loop system
- Stability analysis, controller tuning

4.Introduction to Pneumatics

- Compressed air production, reserve and distribution
- Pneumatic valves and actuators
- Analysis of operating diagrams
- Pneumatic circuits

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

O conteúdo programático inicia-se com a INTRODUÇÃO AOS SENSORES que são usados pelos estudantes nas aulas laboratoriais para melhor compreensão das suas características, sendo esta tarefa suportada pelo uso de software próprio de aquisição de dados (LabVIEW) para aquisição, análise e gravação do sinal. Pela sua relevância na área, são apresentadas de seguida as bases dos MICROCONTROLADORES, e em particular o Arduino que é usado pelos estudantes para a realização de 1 trabalho de grupo fora das horas de aulas. Este trabalho varia anualmente, mas envolve tipicamente alguns sensores/atuadores e o desenvolvimento de software de controlo e comunicação, consolidando assim os conhecimentos entretanto adquiridos na área de CONTROLO DIGITAL.

Por fim são apresentados os CIRCUITOS PNEUMÁTICOS, pela sua importância na área da saúde, com integração em muitos dos equipamentos hospitalares. Estes têm ainda a vantagem de serem intrinsecamente seguros para que os estudantes possam montar e testar no laboratório.

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

The syllabus begins with the introduction to the sensors that are used by students in the laboratory to better understand their characteristics. This task is supported using proprietary data acquisition software (LabVIEW) for signal acquisition, analysis, and recording. Due to its relevance in the area, MICROCONTROLLERS are presented, and Arduino that is used by students to carry out group work outside of school hours. This work varies annually, but typically involves some sensors / actuators and the development of control and communication software, thus consolidating the knowledge gained in the area of DIGITAL CONTROL.

Finally, the PNEUMATIC CIRCUITS are presented, due to their importance in the health area, being integrated in many hospital equipment. They also have the advantage to be intrinsically safe for students to assemble and test in the lab freely.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC organiza-se em dois tipos de aulas: aulas de exposição teórica (2h), complementadas por aulas laboratoriais (2h) para a realização de trabalhos de grupo envolvendo sensores, controladores, componentes pneumáticos e software de aquisição de dados.

Horas totais de aulas previstas – 52h

Elaboração do trabalho de projeto – 50h

Escrita do relatório – 20h

Estudo autónomo – 40h

Atendimento aos alunos (horário a indicar por cada docente).

A avaliação é distribuída, sem exame final, e consiste em:

1 - Avaliação individual (65%), realizada através de um teste (T);

2 - Avaliação laboratorial (AL) do trabalho de grupo (35%);

A classificação final (CF) é calculada da seguinte forma:

$CF = 0,65 \cdot T + 0,35 \cdot AL$

Em época de recurso, os estudantes poderão submeter-se à reavaliação das duas componentes.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

This CU is organized into two types of classes: theoretical exposition classes (2h), complemented by laboratory classes (2h) for group work involving sensors, controllers, pneumatic components and data acquisition software.

Expected total class time - 52h

Elaboration of project work - 50h

Report Writing – 20h

Autonomous Study - 40h

Attendance to students (schedule to be indicated by each teacher).

The assessment is distributed without final exam and consists of:

1 - Individual assessment (65%), performed through a test (T);

2 - Laboratory evaluation (AL) of group work (35%);

The final grade (CF) is calculated as follows:

$CF = 0.65 \cdot T + 0.35 \cdot AL$

In the retake exam season, students can submit to a re-evaluation of both components.

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

A metodologia proposta aposta fortemente no trabalho laboratorial como complemento ao estudo teórico, através de trabalhos experimentais envolvendo sensores, atuadores e microcontroladores suportados por guiões. Nestes trabalhos há uma elevada interação entre o docente e o estudante de forma a estimular a aprendizagem e permitir a monitorização constante da evolução desse processo.

Em paralelo, os estudantes realizam ainda um trabalho de grupo, fora das aulas, na área da automação, reforçando assim o conhecimento sobre o hardware / software, bem como as competências de trabalho de grupo, apresentação do trabalho e de escrita de relatórios técnicos.

São ainda utilizadas ferramentas computacionais para apoio à simulação (MATLAB, Pneusim) que facilitam e estimulam o processo de ensino/aprendizagem. Pretende-se desta forma que os estudantes desenvolvam capacidades profissionais baseadas numa simbiose entre conhecimentos teóricos e sólida experiência laboratorial.

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

The proposed methodology is strongly supported on laboratory work as a complement to the theoretical study through experimental tasks involving sensors, actuators and microcontrollers supported by scripts. In these works, there is a high interaction between the teacher and the students, in order to stimulate learning and allow constant monitoring of the evolution of this process.

At the same time, students carry out also, outside the classroom, a work of automation, thus reinforcing the knowledge about hardware / software, as well as the skills of group work, presentation, and writing technical reports.

Computational tools are also used to support the simulation (MATLAB, Pneusim) that facilitate and stimulate the teaching / learning process. It is intended that students develop professional skills based on a symbiosis between theoretical knowledge and solid laboratory experience.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Hughes, J. M. (2016). Arduino: a technical reference: a handbook for technicians, engineers, and makers. " O'Reilly Media, Inc."

Bolton, W. (2015). Mechatronics: electronic control systems in mechanical and electrical engineering. Pearson Education.

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

Sinais e Eletrónica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Signals and Electronics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-26; PL-26

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):

Diamantino Rui da Silva Freitas (26TP – 1 turma)

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

João Paulo Trigueiros da Silva Cunha (78PL – 3 turmas)

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

Fornecer os conhecimentos e criar as aptidões básicas em teoria e análise de sinais, contínuos e discretos, em eletrónica e em aquisição de dados, com realce nas aplicações em Bioengenharia, que permitam o encadeamento de estudos com as unidades antecedentes e subsequentes. São tratados o conceito de sinal em diversos domínios, as quantidades, as dependências temporais, a extração de características, a análise, síntese ou manipulação e as transformações matemáticas de frequência. É revisto o conceito de sistema e tratadas as suas características. São tratadas a plataforma tecnológica eletrónica, a utilização de transdutores e sensores e as operações sobre sinais. São estudadas no âmbito da computação digital a utilização da amostragem, da conversão A/D e D/A, dos sistemas de aquisição de dados e de geração de sinais. Em paralelo, o estudante deve desenvolver o pensamento crítico para resolução de problemas, a capacidade de integração de conhecimentos e a dinâmica do trabalho em grupo.

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

To endow students with basic knowledge and competence in the work within signals theory and analysis, continuous and discrete, basic electronic circuits and data acquisition electronics, focusing on bio-engineering applications and linking this study with prior and future subjects. The concept of signal in diverse domains is addressed, along with quantities, time dependency, feature extraction, analysis, synthesis or manipulation and the mathematical frequency transforms. The system concept is reviewed, and its pertinent properties discussed. The technologic platform of electronics, the use of sensors/transducers and signal operations are addressed. In the context of digital computation the use of sampling, A/D conversion and signal generation are studied. In parallel, the student should develop problem solving critical thinking, the ability to integrate knowledge and group work dynamics.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1.Exemplos de bio-sinais e de sistemas de processamento de bio-sinais. Sinais:Características; transformações, combinações, decomposição e comparação, medição.Correlação de sinais.
- 2.Análise de Fourier para sinais contínuos e discretos: A Série e a Transformada de Fourier.
- 3.Sistemas lineares e invariantes no tempo: resposta impulsional e convolução. Diagramas de blocos.
- 4.Resposta em frequência. Diagramas de Bode.
- 5.Análise de circuitos em corrente alternada: cálculo fasorial. Análise de circuitos recorrendo às transformadas de Laplace e de Fourier e via equações diferenciais. Simulação.
- 6.Eletrónica analógica: dispositivos e funções básicas: diodo semiconductor, transistor, diodo zener, retificação, estabilização, amplificação, filtragem e modulação. Circuitos não lineares: limitadores, comparadores.
- 7.Amplificação operacional. Complemento de análise de circuitos. Circuitos lineares e não lineares.
- 8.Aquisição de dados: amostragem, quantificação, codificação e reconstrução de sinais.

4.4.5. Syllabus:

1. Examples of bio-signals and their processing systems. Signals: characteristics, transformations, combinations, decomposition and comparison, measurement; Signal correlation.
2. Fourier analysis for continuous and discrete signals: The Fourier series and transform.
3. Linear and time invariant systems: impulse response and convolution. Block diagrams.
4. Frequency response. Bode diagrams.
5. AC circuit analysis and phasor analysis. Circuit analysis with the Fourier and Laplace transforms and differential equations. Simulation of circuits.
6. Analogue electronics: devices and basic functions: diode, transistor, zener diode, rectification, regulation, amplification, elementary filtering and modulation. Non-linear circuits: limiters, comparators.
7. Operational amplification. Complement of circuit analysis. Linear and non-linear circuits with amp-ops.
8. Data acquisition: sampling, quantization, coding and signal reconstruction.

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

Os conteúdos programáticos foram elaborados para ir ao encontro dos objetivos da unidade curricular, estando centrados na compreensão da teoria e análise de sinais, em tempo contínuo e em tempo discreto, da eletrónica e da aquisição de dados. Para tal, o estudante é levado a exercitar e aplicar os conhecimentos não só de forma escrita mas também em conjugação com aulas laboratoriais contemporâneas e a prosseguir a familiarização com o trabalho no laboratório de eletrónica, bem como a sua instrumentação e métodos. Ao utilizar os programas de matemática (Matlab e Simulink) e de simulação de circuitos (Multisim), e a realizar atividades de integração entre os domínios analógico e digital o estudante deve ficar capacitado com as principais ferramentas de cálculo, interpretação e análise deste tipo aplicações, em particular no que diz respeito à área da Bioengenharia. Adicionalmente, é esperado que o estudante desenvolva um conjunto de competências transversais fruto da frequência da UC.

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

The syllabus was prepared to meet the objectives of the course unit, while being centered on the knowledge and understanding of signals theory and analysis, in continuous and in discrete time, basic electronic circuits and data acquisition electronics. Thus, the student practices and applies knowledge, not only in a written form, but also in coordination with contemporary laboratory classes, and pursues acquaintance with the work developed at the electronics laboratory, along with its instrumentation and methods. By using mathematical (Matlab and Simulink) and circuit simulation software (Multisim), and by carrying out activities of integration in the analogue and digital domains the student should master of the main tools for calculus, interpretation and analysis of this type of applications, particularly as regards the field of bioengineering. Additionally, it is expected that the student will develop a set of soft skills, which result from the attendance to this unit.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas TP: exposição com exemplos de cálculo, análise de sinais e de circuitos. Resolução de problemas fora das aulas.
 Aulas laboratoriais: trabalhos de sinais e de eletrónica com montagem, medição e análise. Elaboração de relatórios fora das aulas.
 Avaliação distribuída com exame final
 Escala: 0-20 valores.
 Elementos de avaliação:
 Relatórios dos trabalhos laboratoriais, média pesada => CTR
 Provas escritas (com classificações mínimas individuais de 10 valores):
 2 testes opcionais (1 a meio => CT1 e outro no fim do curso => CT2)
 Exame composto por 2 partes da matéria=> CE1 e => CE2
 Exame de recurso idêntico ao Exame de época normal
 Fórmula de cálculo da Classificação final (CF):
 $CF = [0,5 \times \max(CT1, CE1) + 0,5 \times \max(CT2, CE2)] \times 0,6 + CTR \times 0,4$
 CF > 18 valores são confirmadas via prova oral
 Obtenção de frequência segundo as regras de assiduidade e CTR >= 10 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes: presentation with calculus of signal and circuit analysis examples. Problem solving outside classes.
 Laboratory classes: assignments on signals and electronics with construction, measurement and analysis. Reports

done outside classes.

Distributed evaluation with final exam

Grades: 0-20 mark

Evaluation elements:

Reports of laboratory assignments, weighted average => CTR

Written quizzes (each with minimum grade of 10 mark):

2 optional quizzes (1 at midterm, => CT1 and the other at course end => CT2)

Exam composed of 2 parts of the program => CE1 and => CE2

Resit exam identical to the normal exam

Fórmula de cálculo da Classificação final (CF):

CF= [0,5 x max (CT1, CE1) +0,5 x max(CT2,CE2)] x 0,6 + CTR x 0,4.

If CF>18, students must attend an oral exam.

Terms of attendance: regular attendance, according to regulations and CTR>=10 marks.

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

As metodologias de ensino adotadas são uma combinação equilibrada entre o trabalho teórico-prático e o trabalho laboratorial. Naquelas são apresentados os conceitos com quantificação, cálculo e ligações entre as matérias e permitem testar os conhecimentos adquiridos incluindo cálculos exemplificativos, demonstração de técnicas de análise, de síntese de sinais ou de circuitos, de simulações computacionais e resolução de problemas em grupo durante as aulas teórico-práticas. As sessões de laboratório visam primordialmente a aquisição de novas aptidões no manuseio dos equipamentos de medição e dos componentes eléctrico/electrónicos, na apreciação das incertezas, no desenvolvimento do espírito crítico sobre a qualidade dos resultados alcançados e na utilização da estatística. A realização dos trabalhos contribui para o desenvolvimento de competências de trabalho em grupo. O trabalho fora das salas de aula deve contribuir para o desenvolvimento de competências transversais.

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

The teaching methodologies adopted are a balanced combination between theoretical-practical and laboratory work. In the former the concepts and quantization with calculus and connections between subjects are established and should allow for students to test their knowledge with example calculus, demonstration of signals and circuits analysis and synthesis techniques, computer simulations as well as collaborative in-class problem solving. Laboratory work sessions aim at acquiring new competences in handling measurement equipment and electric/electronic components, in evaluating uncertainties and in developing a critical approach to the assessment of results and use of statistical techniques. Laboratory sessions aim at developing skills in small group work (2 people). The work that is performed outside the laboratory should also contribute to the development of soft skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Oppenheim, Alan V., Willsky, Alan S., Nawab, S. Hamid. (1996). Signals & systems (2nd ed.). Prentice-Hall Signal Processing Series.

Silva, Manuel de Medeiros. (2001). Introdução aos circuitos eléctricos e electrónicos (2ª ed.). Fundação Calouste Gulbenkian.

Silva, Manuel de Medeiros. (2016). Circuitos com transístores bipolares e MOS (6ª ed.). Fundação Calouste Gulbenkian.

Alexander, Charles K., Sadiku, Matthew N. O. (2003); Fundamentos de circuitos eléctricos. Bookman.

Sedra, Adel S., Smith, Kenneth C. (2003); Microelectronic circuits (5th ed.). McGraw-Hill.

Campilho, Aurélio Joaquim de Castro. (2013). Instrumentação electrónica (2ª ed.). FEUP Edições.

Lourtie, Isabel M. G. (2007). Sinais e sistemas (2ª ed.). Escolar Editora.

Buck, John R., Daniel, Michael M., Singer, Andrew C. (1997). Computer explorations in signals and systems. Prentice Hall.

Carlson, Gordon E. (1998). Signal and linear system analysis (2nd ed.). John Wiley & Sons

Mapa IV - Tecnologia Ambiental

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologia Ambiental

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Environmental Technology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-13

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 José Vieira Simões (26TP – 1 turma; 11,18PL - 2 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Cidália Maria de Sousa Botelho (13TP – 1 turma; 14,82PL – 2 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Adquirir eficazmente conhecimentos avançados de engenharia relativamente à operação e conceção de processos e tecnologias de tratamento de efluentes gasosos e líquidos e de resíduos sólidos. Desenvolver capacidades de pensamento e resolução de problemas relacionados com a conceção e operação de sistemas de controlo da poluição.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Efficiently acquire advanced engineering knowledge in the operation and design of processes and technologies of treatment of gaseous and liquid effluents and solid waste. Develop students' reasoning and problem solving skills regarding the operation and design of pollution control systems.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução - Energia e Ambiente*
2. *Efluentes gasosos*
- 2.1 *Tecnologias de tratamento*
3. *Fundamentos sobre resíduos sólidos e o seu tratamento*
4. *Água e Efluentes Líquidos - Tratamentos Físico-Químicos*
- 4.1 *Fundamentos sobre a química da água*
- 4.2 *Qualidade da água, características químicas e microbiológicas.*
- 4.3 *Tecnologias dos tratamentos físico-químicos em meio líquido.*
- Equalização de caudais e homogeneização de concentrações. Sedimentação; flotação; coagulação/floculação química.*
5. *Efluentes Líquidos - Tecnologias dos Tratamentos Biológicos*
- 5.1 *Processos aeróbios, anaeróbios e anóxicos*
- 5.2 *Biodegradação de matéria orgânica e de nutrientes (N, P, S)*
- 5.3 *Tecnologias com biomassa em suspensão e tecnologias com biomassa fixa*
6. *Exemplos ilustrativos integrados*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction – Energy and Environment*
2. *Gaseous emissions*
- 2.1 *Treatment technologies*
3. *Solid waste*
- 3.1 *Fundamentals on solid wastes and on their treatment*
4. *Water and Wastewater – Physico-Chemical Treatment*
- 4.1 *Fundamentals of water chemistry*
- 4.2 *Water quality, chemical and microbiological characteristics*
- 4.3 *Technologies of physico-chemical treatments in wastewater*
- Flow equalisation and homogenisation of concentrations. Sedimentation, flotation, chemicalcoagulation/ flocculation.*
5. *Wastewater - Biological Treatment Technologies*
- 5.1 *Aerobic, anaerobic and anoxic processes*
- 5.2 *Biodegradation of organic matter and nutrients (N, P, S)*
- 5.3 *Suspended biomass technologies and fixed biomass technologies*
6. *Integrated Examples*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*Esta unidade curricular (UC) apresenta aspetos fundamentais e aplicados da engenharia de tratamento de efluentes e resíduos. Beneficiando do conhecimento e competências adquiridas anteriormente no ciclo de estudos, fornece-se um tratamento abrangente e coerente de conceitos, ferramentas para a caracterização, análise e processamento de efluentes e resíduos poluentes. Esta UC aborda conceitos fundamentais para o projeto e operação de sistemas de tratamento de emissões gasosas, resíduos sólidos e efluentes líquidos, que são aplicados à avaliação e cálculo de*

alguns desses sistemas. Promove-se também a visão crítica das vantagens e limitações das diferentes tecnologias, bem como a sua adaptação a diferentes casos de estudo.

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

This course unit presents fundamental and applied aspects of effluents and waste treatment engineering. Benefiting from the knowledge and skills acquired in the study cycle, the unit provides a comprehensive and coherent treatment of concepts, characterisation tools, analysis and processing of effluents and waste pollutants. This course unit addresses fundamental concepts for the design and operation of treatment systems for gaseous emissions, solid waste and liquid effluents, which are applied to the assessment and calculation of some of these systems. It also promotes a critical view of the advantages and limitations of different technologies, as well as their adaptation to different case studies.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

a) Aulas teórico-práticas gerais onde serão expostos os temas da UC acompanhada da discussão de casos práticos e/ou resolução de problemas ilustrativos;

b) Aulas laboratoriais sobre temas da unidade curricular.

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final

Condições de Frequência: Frequência das aulas, de acordo com as regras estabelecidas na FEUP.

Fórmula de avaliação: a) Avaliação Distribuída (peso: 40%)

b) Exame Final (peso: 60%)

A média ponderada destas duas componentes da avaliação só é efetuada se o estudante obtiver no exame a classificação mínima de 8 valores.

Para aprovação na UC a classificação final terá que ser igual ou superior a 10 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

a) General theoretical-practical lessons presenting the topics of the course unit, along with the discussion of practical examples and/or resolution of problems;

b) Laboratory lessons about topics addressed in this course unit.

Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam

Conditions for attendance: Students have to attend classes in accordance with the General Evaluation Rules of FEUP.

Evaluation formula: a) Distributed evaluation (40%)

b) Final Exam (60%)

The considered average of these two evaluation components is only taken into account if the student gets a minimum classification of 8 in the exam.

For approval, the student's classification will have to be equal to or higher than 10.

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

No seu processo formativo, o estudante participa em aulas expositivas, realizará trabalhos teóricos e práticos, acompanhado pelo docente. O processo de ensino-aprendizagem está centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante. O objetivo é alcançar uma aprendizagem mais proativa e dinâmica, que conduza o estudante à assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem. Concretamente, nesta Unidade Curricular é adotada uma metodologia de ensino que privilegia a aquisição das competências, especializadas e específicas, que capacitem para o exercício profissional competente, a intervenção social e para a investigação.

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

In his/her formative process, the student participates in theoretical lessons, conducts theoretical and practical work, monitored by a teacher. The teaching-learning process is focused on the student's (autonomous and supervised) work. The aim is to obtain a more proactive and dynamic learning that can lead the student to accept his/her personal responsibility in the learning process. More to the point, this course unit adopts a teaching methodology that privileges the acquisition of specialised and specific competencies that qualify the student for the competent exercise of his/her profession, social intervention and research.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Outubro.

Decreto-Lei n.º 243/2001 de 25 de Dezembro.

Decreto-Lei n.º 183/2009, aterros (recente legislação).

Directiva 2008/98/CE – Última Legislação – Base resíduos.

Decreto-Lei n.º 152/2002, Imprensa Nacional Casa da Moeda, 2002.

Decisão do Conselho 2003/33/CE, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 2003.

Portaria 209/2004.

G. Tchobanoglous; Wastewater Engineering. ISBN: 0-07-100824-1

C. N. Sawyer; Chemistry for environmental engineering and science. ISBN: 0-07-119888-1

A. D. Eaton; Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. ISBN: 0-87553-047-8

G. Tchobanoglous; Integrated Solid Waste Management. ISBN: 0-07-112865-4

WEF MoP 35; Biofilm Reactors; McGraw-Hill. ISBN: 9780071737074

Mapa IV - Termodinâmica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Termodinâmica***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Thermodynamics***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CBS***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***162***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP-39; PL-13***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***Aulas TP: 1 turma; Aulas PL: 4 turmas.***4.4.1.7. Observations:***Theoretical and practical: 1 class; laboratory practice: 4 classes.***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria da Conceição Santos Silva Rangel Gonçalves (20h TP 28 PL 4 turmas)***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Domingos Azevedo Gonçalves Barbosa (4,5TP; 12PL 4 turmas PL)**José Augusto Caldeira Pereira (4,5TP; 12PL 4 turmas)***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Pretende-se que o estudante entenda a necessidade e fique apto a manusear uma ferramenta que lhe permita não só a compreensão dos mecanismos através dos quais a energia flui numa célula viva mas também a análise termodinâmica de processos industriais. O estudante deverá ser capaz de visualizar de uma forma integrada os processos de fotossíntese, metabolismo de nutrientes e respiração, compreendendo que a sustentação da vida depende de um ciclo de carbono-oxigénio que é finamente regulado e na maior parte dos casos iniciado pela energia solar. O estudante ficará igualmente habilitado a calcular propriedades termodinâmicas de fluidos, realizar balanços de material e energéticos a diferentes tipos de sistemas, e analisar processos industriais incluindo ciclos de potência e de refrigeração.

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

The student is expected to understand and be able to handle a tool that allows not only to understand the mechanisms by which the energy flows in a living cell but also the thermodynamic analysis of industrial processes. The student must be able to visualize photosynthesis, metabolism and cellular respiration processes in an integrated way and realize that life depends on a carbon-oxygen cycle that is finely regulated by other elements and initiated in most organisms by solar energy. The student will also be able to calculate the thermodynamic properties of fluids, performing material and energy balances for different types of systems, and analyse industrial processes including power cycles and refrigeration.

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Aulas TP**1. Âmbito da bioenergética**Conceitos e princípios físicos, linguagem matemática, linguagem bioquímica.**2. Energia e Vida**Energia: fontes e transformação de energia.**Os Elementos Químicos da Vida.**3. Primeiro Princípio da Termodinâmica**Energia Interna e Entalpia**Entalpias de ligação**4. Segundo e Terceiro Princípios da Termodinâmica**Entropia e Função de Gibbs*

Função de Gibbs molar: o potencial químico.
 5. *Equilíbrio de fases em processos biológicos*
 6. *Equilíbrio químico*
 7. *Termodinâmica de processos de transporte biológico*
 8. *Energética da respiração celular*
 9. *Energética da fotossíntese*
 10. *Propriedades termodinâmicas de fluidos*
 11. *Análise termodinâmica de processos*
 Aulas Laboratório
 Calorimetria de ácido-base e dissolução
 Titulação potenciométrica da glicina
 Espectrofotometria de desnaturação do DNA

4.4.5. Syllabus:

TP classes

1. *Bioenergetics*

Physical and chemical principles, mathematical and biochemical language.

2. *Energy and Life*

Energy: Sources and transformation of energy

The Chemical Elements of Life

3. *First Principle of Thermodynamics*

Internal energy and Enthalpy

Bond enthalpies

4. *Second and Third Principle of Thermodynamics*

Entropy and Gibbs function

Gibbs function: The chemical potential

5. *Phase equilibria in biological processes*

6. *Chemical equilibria*

7. *Thermodynamic of biological transport processes*

8. *Energetics of Cellular Respiration*

9. *Energetics of Photosynthesis*

10. *Thermodynamic properties of fluids*

11. *Thermodynamic analysis of processes*

Laboratory classes

Acid-base calorimetric and dissolution

Potentiometric titration of glycine Spectrophotometric study of DNA denaturation

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

O conteúdo programático inclui o ensino dos conceitos e princípios básicos para a compreensão da Bioenergética.

São considerados tópicos de aplicação dos respectivos conceitos, por exemplo a fotossíntese e a respiração celular, onde se exploram as componentes biológica e energética. Os conteúdos são racionalizados com os conteúdos da unidade curricular de Biofísica do mesmo semestre.

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

The syllabus includes the fundamental principles and concepts to understand Bioenergetics. The use of topics, like photosynthesis and cell respiration, are used to explore the biological and energetic components. The contents have been rationalized with the syllabus of the Biophysics curricular unit in that same semester.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída sem exame final Fórmula de avaliação: A classificação final é a média das avaliações parciais ou a classificação obtida em exame de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Type of evaluation: Distributed evaluation without final exam Evaluation formula: The final classification is the average of the partial evaluations or the mark obtained in the "recurso" exam.

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

O objectivo fundamental é a aquisição de competência teórica e prática para utilizar uma ferramenta que permita a compreensão dos mecanismos através dos quais a energia flui numa célula viva e a análise termodinâmica de processos industriais. Os conceitos teóricos são novos e necessitam de uma compreensão/amadurecimento e a resolução de problema e parte laboratorial são fundamentais para perceber as questões técnicas e interpretação de resultados. Nas unidades curriculares de biofísica e de termodinâmica (ambas do 2º semestre do 1º ano) são desenvolvidos esforços conjuntos para uma integração racional dos conteúdos.

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

The main objective is the acquisition of theoretical and technical competencies to use thermodynamics as a tool to understand energy flow in a cell. The thermodynamic analysis of industrial processes is also important. The theoretical concepts are new and need to be learned/ developed, and the laboratory component is fundamental for data

acquisition and data analysis. The theoretical content of the curricular units in biophysics and thermodynamics (both in the 2nd semester of the 1st year) has been developed considering a rational integrated approach.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*D. L. Nelson and M.M.Cox; Lehninger Principles of Biochemistry, MacMillan, 2017. ISBN: 0-7167-4339-6
Raymond Chang; Physical Chemistry for the BioSciences, University Science Books, 2005. ISBN: 1-891389-33-5
P.W Atkins and Julio de Paula; Physical Chemistry for the Life Sciences, Oxford University Press, 2011. ISBN: 9780199564286
Çengel, Y.A.; Boles, M.A.; Termodinâmica, McGraw-Hill, 2001. ISBN: 972-773-097-3
Smith, J.M.; Van Ness, H.C.; Abbott, M.M.; Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, McGraw-Hill, 2005. ISBN: 0-07-310445-0*

Mapa IV - Ciência e Engenharia de Biomateriais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Ciência e Engenharia de Biomateriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biomaterials Science and Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-39; PL-26

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

N/A

4.4.1.7. Observations:

N/A

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

Ana Paula Pêgo (20h TP; 13h PL)/ Cristina Maria Barrias (9h TP; 13h PL)

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

Meriem Lamghari Moubarrad (10h TP)

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

*Fornecer princípios fundamentais em ciência e engenharia de biomateriais e o estado da arte do conhecimento sobre o desenvolvimento de biomateriais, em particular para as mais relevantes aplicações médicas.
A gama de biomateriais ("biomateriais toolbox") disponível para aplicação clínica é muito ampla, indo desde materiais tradicionais a materiais preparados por biengenharia.
Muitas das mais espetaculares e promissoras estratégias para reparação e regeneração do tecido derivam de uma compreensão profunda da estrutura e da função da matriz extracelular (ECM) e seus componentes. A ECM é uma formidável fonte de inspiração para desenvolvimento de biomateriais biomiméticos.*

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

*Provide fundamental principles in biomaterials science and engineering and state of the art knowledge about biomaterials development, in particular for the most relevant medical applications.
The range of biomaterials ("toolbox biomaterials") available for clinical application is very wide, ranging from traditional materials to materials prepared by biengineering.
Many of the most spectacular and promising strategies for tissue repair and regeneration derive from a thorough*

understanding of the structure and function of extracellular matrix (ECM) and its components. ECM is a formidable source of inspiration for the development of biomimetic biomaterials.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1) *Biomateriais para engenharia de tecidos e medicina regenerativa (TERM): tipos de biomateriais, tipos e requisitos de estruturas 3D, abordagens sem células e baseadas em células.*
- 2) *Engenharia de hidrogéis inspirados na matriz extracelular: exemplos de modificações bioquímicas e mecânicas de hidrogéis; Cultura 3D em hidrogéis; aplicações de hidrogéis biomiméticos; estruturas híbridos com hidrogéis.*
- 3) *Estruturas 3D de bioengenharia para TERM: técnicas tradicionais de processamento de biomateriais versus biofabricação (por exemplo, impressão 3D) e outras técnicas avançadas.*
- 4) *biocompatibilidade de biomateriais; in vitro e in vivo (incluindo reação de corpo estranho).*

4.4.5. Syllabus:

- 1) *Biomaterials for tissue engineering and regenerative medicine (TERM): types of biomateriais, types and requisites of 3D scaffolds, cell-free and cell-based approaches.*
- 2) *Design of extracellular matrix-like hydrogels: examples of biochemical and mechanical modifications of hydrogels; 3D culture in hydrogels; applications of biomimetic hydrogels; hybrid scaffolds with hydrogels.*
- 3) *Bioengineered 3D scaffolds for TERM: traditional biomaterial processing techniques vs. biofabrication (e.g. 3D printing) and other advanced techniques.*
- 4) *Biomaterials biocompatibility; in vitro and in vivo (including foreign body reaction).*

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

O conteúdo programático desta UC está diretamente associado aos objetivos já que os principais tipos de biomateriais são discutidos quer para materiais aplicados a próteses e implantes quer a estruturas de suporte celular para regeneração e sistemas de libertação de fármacos. Há igualmente uma grande atenção dada ao que acontece do lado do ambiente biológico quando em contacto com estes biomateriais.

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

The syllabus of this curricular unit is directly associated to the objectives since the main types of biomaterials are discussed both for materials used in prosthesis and implants, and cell support structures for regeneration and drug delivery applications. Also there is also a major focus on what happens to the biological environment when in contact with these biomaterials.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os aspetos-chave de cada tema são apresentados pelo professor, sendo seguidos por uma discussão aprofundada nas aulas seguintes. Esta pode conter a apresentação de exemplos pelos estudantes, baseada numa pesquisa bibliográfica. A discussão pode ser feita por um a três estudantes e iniciada com uma pequena apresentação. Tipo de Avaliação: Avaliação distribuída com exame final Condições de Frequência: os estudantes têm que participar ativamente em pelo menos uma discussão (ver Métodos de Ensino), e assistir a 75% das aulas. Fórmula de avaliação: A nota final é baseada na nota do exame final (60%; mínimo 8 valores), aulas laboratoriais (20%) e no desempenho dos estudantes durante as aulas (20%; apresentações, discussões e resposta a questionários).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The key aspects of each topic will be presented by the lecturer, and followed by a thorough discussion in subsequent classes. This discussion may include the presentation of examples by the students, based on a literature research. The discussion may involve one to three students and begins with a small a presentation. Type of evaluation: Distributed evaluation with final exam Conditions for attendance: Students have to actively participate in at least one discussion (see teaching methods), and attend 75% of the total number of classes. Evaluation formula: The final mark will be based on the mark obtained in the final exam (60%; minimum mark is 8), lab sessions (20%) and the students' performance in class (20%; presentations, discussions and answer to questionnaires).

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

A associação de sessões teóricas com discussões temáticas incluindo apresentações de temas pelos estudantes e as aulas práticas experimentais conjuga um conjunto de metodologias de ensino capaz de fornecer aos estudantes as ferramentas adequadas para tratar as questões de biomateriais numa perspetiva de Bioengenharia que pode permitir-lhes exercer atividade na seleção, desenvolvimento e investigação. Há assim coerência entre estas metodologias e os objetivos de aprendizagem.

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

The combination of theoretical sessions with thematic discussions, including the presentation of topics by the students, and practical sessions, brings together a set of teaching methodologies that is able to provide students with the appropriate tools to deal with biomaterial issues in the context of Bioengineering, which may enable them to select, develop and research. Hence, these methodologies are consistent with the learning objectives.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

M. Agrawal, J. L. Ong, M. R. Appleford and G. Mani. Introduction to Biomaterials Basic Theory with Engineering Applications, Cambridge University Press, 2014. ISBN 978-0-521-11690-9
Johnna S. Temenoff, Antonios G. Mikos; Biomaterials, The Intersection of Biology and Materials Science, Pearson

Prentice Hall Bioengineering, 2008. ISBN: 978-0130097101

P Ducheyne (Editor in Chief); Comprehensive Biomaterials, 2011. ISBN: 978-0-08-055294-1

Ratner, Buddy D.; Biomaterials Science, Third Edition: An Introduction to Materials in Medicine, 2012. ISBN: 978-0123746269

Kay C. Dee, David A. Puleo, Rena Bizios ; An Introduction to Tissue-Biomaterial Interactions, 2002. ISBN: 978-0471253945

L. Di Silvio (Editor); Cellular Response to Biomaterials, Woodhead Publishing in Materials, 2009. ISBN: 978-1420093735

Mapa IV - Projeto Integrador em Engenharia Biomolecular

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto Integrador em Engenharia Biomolecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Capstone Project in Biomolecular Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBIOMOL

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

PL – 13

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria da Conceição Santos Silva Rangel Gonçalves (13PL)

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

<sem resposta>

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

A frequência desta unidade curricular com sucesso permitirá que os estudantes adquiram competências para:

- Implementar um projeto de investigação em ambiente industrial;*
- Aplicar eficazmente conhecimentos avançados de engenharia relativamente à operação e conceção de unidades de processo em sistemas biológicos;*
- Adotar estratégias de trabalho individual e em grupo para promover o desenvolvimento de capacidades de iniciativa, de decisão e de pensamento criativo e crítico;*

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

The successful attendance of this course will allow students to acquire skills to:

- Implement a research project in an industrial environment.*
- Effectively apply advanced engineering knowledge regarding the operation and design of process units in biological systems.*
- Adopt individual and group work strategies to promote the development of initiative, decision making and creative and critical thinking skills.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Desenvolvimento de um projeto em ambiente empresarial, cuja informação de base será obtida através da implementação de tarefas na produção, em laboratório, recolha e tratamento de dados, pesquisa de informação para inovação tecnológica, de acordo com a área de atuação da empresa.

4.4.5. Syllabus:

Development of a project in an industrial environment, whose basic information will be obtained through the implementation of tasks in terms of production, in the laboratory, data collection and processing, information search for technological innovation, according to the company's area of intervention.

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

Esta unidade curricular confronta os estudantes com situações concretas, em ambiente empresarial, e permitirá consolidar competências cognitivas e desenvolver competências avançadas a nível afetivo e psicomotor.

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

This course confronts students with concrete situations in an industrial environment and will allow the consolidation of cognitive skills and the development of advanced affective and psychomotor skills.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Apresentação das propostas de temas de trabalho a desenvolver em ambiente empresarial, seguida da seleção dos temas preferidos pelos estudantes. Cada trabalho é acompanhado por um orientador académico e outro na empresa. Os estudantes entregarão no final um relatório e farão uma apresentação e defesa do trabalho perante o responsável da unidade curricular.

Avaliação distribuída sem exame final

Os estudantes entregarão no final um relatório e farão uma apresentação e defesa do trabalho perante o responsável da unidade curricular.

A frequência obtém-se através da realização do trabalho ao longo do semestre e da entrega do relatório final. A frequência é avaliada pelo orientador do trabalho.

Fórmula de avaliação: A classificação final é obtida tendo em atenção 3 parâmetros: (1) Acompanhamento do Trabalho: Qualidade, Empenho, Autonomia (peso: 35%); (2) Relatório: Organização, Conteúdo científico (peso: 35%); (3) Apresentação/Discussão oral: Clareza, Relevância, Capacidade de Defesa (30%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Type of evaluation:

Distributed evaluation without final exam

Students should submit a final report and make a presentation and defence before the curricular unit's coordinator.

Terms of frequency: Attendance frequency is obtained through the development of a work throughout the semester and the submission of a final report. Attendance frequency is assessed by the supervisor.

Formula Evaluation: Final mark takes into consideration 3 parameters: (1) Work Monitoring: Quality, Commitment, Autonomy (35%); (2) Report: Organisation, Scientific Content (35%); (3) Presentation/ Oral discussion: Clarity, Relevance, Defence arguments (30%).

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

O processo de ensino-aprendizagem estará centrado no trabalho (autónomo e tutorado) do estudante e será efetuada uma monitorização constante da evolução e da aquisição de conhecimentos e competências pelo mesmo. Deverá resultar daqui uma aprendizagem mais proativa e dinâmica, com recurso a metodologias mais diversificadas, que globalmente apoiem o estudante na assunção da sua responsabilidade pessoal no processo de aprendizagem, tornando-o gradualmente mais autónomo e independente.

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

The teaching/learning process will be focused on the student's (autonomous and supervised) work, together with the regular monitoring of the development and acquisition of knowledge and skills by the said student. The aim is to obtain a more proactive and dynamic learning, using more diversified methodologies that can lead the student to accept his/her personal responsibility in the learning process, making him/her gradually more autonomous and independent.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

D. F. Beer, D. A. McMurrey. A guide to writing as an engineer. John Wiley & Sons. ISBN: 978-1-119-28594-6

B. Gastel, R. A. Day. How to write & publish a scientific paper. Greenwood. ISBN-10: 1440842809

Outra bibliografia dependerá do projeto que o estudante desenvolva./ The bibliography depends on the project developed by the student.

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem**4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:**

As metodologias adotadas (atividades letivas teórico-práticas e/ou práticas laboratoriais) para a generalidade das unidades curriculares do ciclo de estudos permitem uma abordagem de treino sistemático de aplicação dos conhecimentos adquiridos (formação teórica) às aptidões e competências a adquirir (formação prática).

Ao executar várias tarefas de laboratório nos dois primeiros anos do programa, os estudantes recebem formação completa em técnicas básicas de laboratório e tecnologia. O programa também inclui várias tarefas e projetos

integrados, a serem realizados individualmente ou em grupo, envolvendo tutoriais nas quais os estudantes podem discutir o seu trabalho com os professores. Isso permite que os estudantes correlacionem diversos aspetos do conhecimento e o apliquem em várias situações práticas envolvendo Bioengenharia - além de desenvolver competências pessoais e capacidades de resolução de problemas, bem como de análise, síntese e avaliação.

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

The methodologies adopted (theoretical-practical activities and / or laboratory practices) for most of the curricular units of the programme allow a systematic training approach to apply the acquired knowledge (theoretical training) to the skills and competences to be acquired (practical training).

The program includes several integrated assignments and projects, to be performed individually or in group, involving tutorials in which students can discuss their work with the lecturers. These enable students to correlate diverse aspects of knowledge and apply it in several practical situations involving Bioengineering – besides developing personal competences and problem solving capacities, as well as those of analysis, synthesis and evaluation.

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

A verificação é feita com base nos resultados dos inquéritos pedagógicos, que abordam este aspeto específico do funcionamento das unidades curriculares, bem como na informação transmitida pelos estudantes, através dos seus representantes que integram a Comissão de Acompanhamento. Os relatórios das UC, produzidos no SIGARRA, que são preenchidos no final de cada semestre, permitem também a verificação e análise do cumprimento da carga média de trabalho programada.

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

The verification is done based on the results of the pedagogical surveys, which address this specific aspect of the course unit s' operation, as well as on the information transmitted conveyed by the students, through their representatives who are partmembers of the Monitoring Committee. The UC reports, produced at SIGARRA, and which are completed atby the end of each semester, also allow the verificationchecking and analysis of compliance with the programmed average workload.

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:

As metodologias de avaliação do 1º CE são monitorizadas através das ferramentas já referidas, designadamente relativas à verificação e validação das fichas das UCs pela Direção do ciclo de estudos e dos inquéritos pedagógicos. Os relatórios das UC permitem, também, complementar a informação fornecida pelas ferramentas anteriormente mencionadas.

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

The evaluation methodologies of the MasterBSc. degree are monitored through the tools already mentioned, namely related to the verification and validation of the UCs files by the Direction of the cycle of studies and pedagogical surveys. The UC reports also allowcomplement to complement the information provided by the previously aforementioned tools.

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

Uma parte significativa das aulas práticas será realizada em contexto dos laboratórios de investigação. Os estudantes têm também a oportunidade visitar outros laboratórios das unidades que participam do CE, bem como dos centros de investigação associados.

Todas as UCs incluem metodologias com carácter científico, inclusive no que respeita à pesquisa bibliográfica com recurso a bases de dados reconhecidas. Além disso, recorre-se ao apoio de pessoal técnico especializado na área para apoio aos estudantes nas atividades laboratoriais.

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

A significant part of the laboratory classes will be held within the context of research laboratories. Students also have the opportunity to visit laboratories of the research units participating in the course, as well as other associated research centres.

All UCs include methodologies with scientific charisma, namely those of bibliographic search using recognized databases. In addition, students can count with the support of technical personnel specialized in the areas of all activities.

The scientific component is reinforced in UCs such as Integrated Research Project, Monograph, or Seminars and Research Project that include tutorial guidance with presentation of projects and discussion of research work by supervisors and other specialists in the area. Seminars are included for presentation and discussion of research projects / internship projects developed by students.

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

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

O número total de créditos ECTS foi definido de acordo com o estipulado na legislação nacional e no regulamento geral de 1ºs ciclos de estudo da UP.

A carga horária total expectável é igual a 4860 horas, correspondentes a 180 ECTS, divididos por 6 semestres, correspondendo 810 horas totais de trabalho a cada. A carga de trabalho expectável em cada unidade curricular e a respetiva percentagem de horas de contacto foi estabelecida em conformidade com o Regulamento do Sistema de Aplicação de Créditos Curriculares aos Ciclos de Estudos e Cursos da Universidade do Porto, sendo que 1 ECTS corresponde a 27 horas totais 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:

The total number of ECTS credits was defined according to what is stipulated/stated in national legislation and in the general regulation of 2nd study cycles at UP.

The total expected workload is 3240 hours, corresponding to 120 ECTS, divided into 4 semesters, corresponding to 810 total hours of work in each. The expected workload in each curricular unit and the respective corresponding percentage of contact hours was established in accordance/agreement with the Regulations for the Application of Curricular Credits to the Study Cycles and Courses of the University of Porto, with 1 ECTS corresponding to 27 hours of total work.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

Todas as UCs do plano proposto estão em funcionamento regular no âmbito do ciclo de estudos existente (Mestrado Integrado em Bioengenharia), com eventuais ajustes que não alteram significativamente a estrutura curricular e/ou o corpo docente. Assim, e tendo sido acautelado o cumprimento do Regulamento do Sistema de Aplicação de Créditos Curriculares aos Ciclos de Estudos e Cursos da Universidade do Porto, foram ouvidos os docentes envolvidos nas UCs, a Comissão Científica e a Comissão de Acompanhamento e estudantes do atual MIB.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

All UCs of the proposed plan are in regular operation within the scope of the existing study cycle (Integrated Master in Bioengineering), with possible adjustments that do not significantly change the curriculum structure and / or the teaching staff. Therefore – and having becoming aware of the compliance with the Regulations for the Application of Curriculum Credits to the Study Cycles and Courses of the University of Porto, the professors involved in the UCs, the Scientific Committee and the Monitoring Committee, and the students of the current MIB were duly heard.

4.7. Observações

4.7. Observações:

Os elementos-chave do programa de Bioengenharia foram estabelecidos de forma a fornecer conhecimento no campo e garantir a colocação de graduados no mercado nacional e internacional crescente nesta área. Considerando que, em termos profissionais, a Bioengenharia abrange uma ampla gama de atividades, a formação em Bioengenharia fornece um treino de banda larga que a diferencia das formações concorrentes, porquanto fornece três percursos que cobrem os principais resultados profissionais dos graduados. De facto, os dois primeiros anos da formação em Bioengenharia focam-se nos conhecimentos científicos básicos em Matemática, Física, Química e Biologia, bem como as Ciências Fundamentais da Engenharia, após os quais os estudantes têm a oportunidade de escolher entre três (não mutuamente exclusivos) percursos:

Engenharia Biomédica - relacionada à instrumentação biomédica e eletrónica, processamento e análise de imagens e sinais médicos, dispositivos médicos (próteses externas e internas, biomateriais, implantes ativos e sistemas de libertação de fármacos), telemedicina, bioinformática, sistemas de informação e de gestão de dados, robótica médica (cirurgia minimamente invasiva) e biónica.

Engenharia Biológica - relacionada as indústrias de processos bioquímicos (como produtos farmacêuticos, alimentos, cosméticos e fragrâncias), recuperação de materiais naturais (madeira, couro e outros materiais e produtos de origem marinha), ambiente e saúde ambiental (tratamento de resíduos contaminados, qualidade ambiental em hospitais e empresas de assistência médica).

Engenharia Biomolecular - inicialmente, o foco deste ramo estava associado ao design e desenvolvimento de novos produtos baseados em biologia molecular, particularmente produtos farmacêuticos e sistemas de diagnóstico. Ao longo dos anos, o ramo evoluiu para se aproximar do campo da Medicina e, atualmente, concentra-se no Design de Medicamentos, Desenvolvimento de sistemas de entrega de Fármacos, Medicina Regenerativa, Regeneração e Reparação de Tecidos, Nanomedicina, e Biomateriais.

Além disso, o facto de os estudantes serem expostos a duas estruturas complementares (FEUP e ICBAS) resultam numa vantagem competitiva: os semestres dos dois primeiros anos do tronco comum são ministrados alternadamente na FEUP (1º e 3º semestres) e no ICBAS (2º e 4º semestre); e a partir do 3º ano da Licenciatura e, posteriormente, no Mestrado, os percursos de Engenharia Biomédica e Engenharia Biológica são lecionados na FEUP, enquanto o percurso em Engenharia Biomolecular é lecionado no ICBAS.

4.7. Observations:

The key elements of the Bioengineering program are to provide knowledge in the field and ensure placement of graduates in the growing national and international market in this area. Since, in professional terms, Bioengineering encompasses a broad range of activities, the Bioengineering training has been providing a wide-band training that differentiates it from competitors – while providing three branches that cover the main professional outcomes of the graduates. In fact, the first two years of training in Bioengineering convey the basic scientific knowledge in Mathematics, Physics, Chemistry and Biology, as well as fundamental Engineering Sciences, after which they have the opportunity to choose from among three (not mutually exclusive) specializations:

Biomedical Engineering – related to biomedical instrumentation and electronics, signal and medical imaging processing and analysis, medical devices (external and internal prostheses, biomaterials, active implants and drug releasing systems), telemedicine, bioinformatics, information and data management systems, medical robotics (minimally invasive surgery) and bionics.

Biological Engineering – related to industries of biochemical processes (such as pharmaceutical, food, cosmetics and fragrances), recovery of natural materials (wood, leather and other materials and products of marine origin) and environment and environmental health (contaminated waste treatment, environmental quality in hospitals and health care companies).

Biomolecular Engineering – at first, the focus of this specialization was associated to design and development of new products based on molecular biology, particularly pharmaceuticals and diagnostic systems. Along the years, this specialization has evolved in order to attain a closer relation to the medical field and, at present, it is focused on Drug Design, Regenerative Medicine, Tissue Regeneration and Repairing, Nanomedicine, and Biomaterials.

These specializations are introduced at an advanced stage of the learning process (from the 3rd year onwards), in order to maximize students' choices regarding the specialty area at the beginning of the program, and to afford a strong diversity of training in engineering and science – as an overriding feature of this program that guarantees greater adaptability in a professional context.

Furthermore, the students being exposed to two complementary frameworks (FEUP and ICBAS) turns out to be a competitive advantage: the semesters of the first two years of the common core are taught alternatively at FEUP (1st and 3rd semesters) and ICBAS (2nd and 4th semesters); and from the 3rd year on, Biomedical and Biological Engineering are taught at FEUP, while Biomolecular Engineering is taught at ICBAS.

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.

Codiretores,:

Francisco Xavier Delgado Domingos Antunes Malcata, Codiretor.

Maria da Conceição Santos Silva Rangel Gonçalves, Codiretora.

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree / Specialist	Especialista Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Alexandra Maria Pinheiro da Silva Ferreira Rodrigues Pinto	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Abel Jorge Antunes da Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Ana Mafalda Almeida Peixoto Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Ana Maria Rodrigues de Sousa Faria de Mendonça	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Ana Paula Gomes Moreira Pêgo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química de Polímeros e Biomateriais	100	Ficha submetida
André Miguel Trindade Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Aníbal João de Sousa Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Artur Manuel Perez Neves Águas	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Ciências Médicas – Especialidade Morfologia Normal	100	Ficha submetida
Carlos Alberto da Silva Conde	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências – área do conhecimento de Biologia	60	Ficha submetida
Catarina de Brito Carvalho	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia eléctrica	28.6	Ficha submetida
Cidália Maria de Sousa Botelho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Cláudio Enrique Sunkel	Professor	Doutor	Genética	100	Ficha

Cariola	Catedrático ou equivalente					submetida
Cristina Maria Santos Alves de Carvalho Barrias	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor		Ciências de Engenharia	100	Ficha submetida
Diamantino Rui da Silva Freitas	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Diana Esperança dos Santos Nascimento	Investigador	Doutor		Ciências Biológicas	100	Ficha submetida
Domingos Azevedo Gonçalves Barbosa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Eurico Manuel Elias de Moraes Carrapatoso	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Information Systems Engineering	100	Ficha submetida
Fabiola Maria Tavares Alves da Costa Moutinho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Biomédica	12.1	Ficha submetida
Fernando José Martins de Oliveira Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências Biomédicas	100	Ficha submetida
Fernando Jorge Mendes Monteiro	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Metalúrgica	100	Ficha submetida
Fernão Domingos de Montenegro Baptista Malheiro de Magalhães	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Francisco Xavier Delgado Domingos Antunes Malcata	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Química/Biotecnologia	100	Ficha submetida
Francisco Manuel Madureira e Castro Vasques de Carvalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Informática Industrial	100	Ficha submetida
Inês de Castro Gonçalves de Almada Lobo	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor		Engenharia Biomédica	37.5	Ficha submetida
Isabel dos Santos Cardoso	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Ciências Biomédicas	20	Ficha submetida
João Bernardo Lares Moreira de Campos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
João Paulo Trigueiros da Silva Cunha	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica	100	Ficha submetida
Joaquim Gabriel Magalhães Mendes	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Electrónica Industrial	100	Ficha submetida
Jorge Alves da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Jorge Eduardo da Silva Azevedo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Ciências Biomédicas	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Martins da Rocha	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Ciências	100	Ficha submetida
José Domingos da Silva Santos	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Metalúrgica, Faculdade de Eng ^a da Universidade do Porto	100	Ficha submetida
José Luís de Jesus Baldaia	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Sciences Naturelles (Ciências Naturais)	100	Ficha submetida
José Augusto Caldeira Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Maria da Conceição Santos Silva Rangel Gonçalves	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Ciências Biomédicas – Especialidade Química	100	Ficha submetida
Lúcia Maria da Silveira Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Luís Miguel Gales Pereira Pinto	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Luís Manuel de Mira Vieira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências Biomédicas	100	Ficha submetida
Manuel António Moreira Alves	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Manuel José Vieira Simões	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química e Biológica	100	Ficha submetida
Manuel João Rua Vilanova	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Ciências Biomédicas	100	Ficha submetida
Margarida Maria Silva Monteiro Bastos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências Biomédicas – especialidade Química	100	Ficha submetida
Maria Arminda Costa Alves	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida

Maria Ascensão Ferreira Silva Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências de Engenharia	100	Ficha submetida
Maria Cristina Teixeira Lopes da Costa Pinto Lopes Martins	Professor Associado convidado ou equivalente	Doutor	Ciências de Engenharia	10.7	Ficha submetida
Maria do Carmo da Silva Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Maria José Fernandes Vaz Lourenço Marques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica, Especialidade Ciência dos Materiais	100	Ficha submetida
Maria Judite Tavares Moreira Novais Barbosa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ramo de Conhecimento em Ciências de Engenharia	100	Ficha submetida
Maria de Lurdes de Oliveira Simões	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências de Engenharia	100	Ficha submetida
Maria do Rosário Rodrigues de Almeida Martins	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas – Especialidade em Bioquímica	100	Ficha submetida
Mário Adolfo Monteiro da Rocha Barbosa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Metalurgia	100	Ficha submetida
Mário Manuel da Silva Leite de Sousa	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas – Especialidade Biologia Celular	100	Ficha submetida
Miguel Ângelo de Sousa Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática / Mathematics	100	Ficha submetida
Miguel Fernando Paiva Velhote Correia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Mónica Isa Moreira Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biologia Humana	100	Ficha submetida
Nuno Filipe Ribeiro Pinto de Oliveira Azevedo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Tecnologia Química e Microbiana	100	Ficha submetida
Olga Cristina Pastor Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Bioquímica/Microbiologia	100	Ficha submetida
Maria Paula Macedo Rocha Malonek	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Matemática e Ciências da Natureza / Mathematics and Natural Sciences	100	Ficha submetida
Paulo Manuel de Araújo Sá	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Valente Garcia	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Pedro Nuno Ferreira Pinto de Oliveira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Raquel Madeira Gonçalves	Assistente ou equivalente	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Renato Manuel Natal Jorge	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Rosália Maria Pereira de Oliveira e Sá	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas	100	Ficha submetida
Rui Appelberg Gaio Lima	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas	100	Ficha submetida
Silvia Joana Bidarra dos Santos Lourenço	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Biomédica	21.4	Ficha submetida
Tânia Filipa Arsénio Geraldes Francisco	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Ciências Biomédicas	20.7	Ficha submetida
Meriem Lamghari Moubarrad	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Biologia Osteoarticular, Biomecânica e Biomateriais	21.4	Ficha submetida
Marta Vaz Mendes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Ciências Biológicas	19.3	Ficha submetida
				6151.7	

<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.

5.4.1.2. Número total de ETI.

61.48

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:	58	94.339622641509

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):	61.48	100

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado**5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.**

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	61.48	100
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0

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	53	86.206896551724
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0

Pergunta 5.5. e 5.6.**5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.**

A avaliação do desempenho do pessoal docente segue as regras estabelecidas pela legislação aplicável, nomeadamente o ECDU, o RJIES, o Regulamento de Avaliação de Desempenho da UP (Despacho n.º 5880/2017 de 4 de julho) e das UOs (Regulamento de Avaliação de desempenho dos Docentes da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Despacho n.º 5096/2012 de 12 de abril de 2012, publicado em Diário da República, 2.ª série — N.º 73), o qual se encontra em reformulação, e Regulamento de Avaliação de desempenho dos Docentes do ICBAS - Regulamento n.º 852/2018 – Diário da República n.º 246/2018, Série II de 2018-12-21).

As medidas para a permanente atualização e desenvolvimento profissional do pessoal docente são as descritas no campo de observações, em 5.6.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The performance evaluation of the teaching staff will follow the rules established by the applicable legislation, namely the ECDU, RJIES, and the UP and the Faculties' Performance Evaluation Regulations. The teachers are periodically evaluated according to the performance evaluation regime set out in the Teaching Staff's Performance Evaluation Regulation of the University of Porto (Order No. 5880/2017 of July 4th) and more specifically the Teaching Staff's Performance Evaluation Regulation of the Faculty of Engineering of the University of Porto (Order No. 5096/2012 of April 12, 2012, published in Diário da República, 2nd Series - No. 73), which is in reformulation, and the Teaching Staff's Performance Evaluation Regulation of ICBAS Regulation No. 852/2018 - Diário da República No. 246/2018, Series II of 2018-12-21).

The measures for the continuing updating and professional development of the teaching staff are as described in the observations field (5.6.).

5.6. Observações:

O Laboratório de Ensino e Aprendizagem, LEA (criado na FEUP em 2008 numa parceria com a Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação, FPCEUP), tem em curso dois projetos que visam melhorar a qualidade do ensino e aprendizagem, através de um desempenho pedagógico superior com vista a promover o sucesso escolar: - "De par em par." Consiste na observação de aulas em reciprocidade e é uma ação de formação multidisciplinar, voluntária e de confidencialidade garantida. A observação de aulas em tempo real e no ambiente original é baseada no conceito de amigo crítico (observação de pares) onde o docente observado recolhe de um colega observador informações sobre as suas práticas na sala de aula de modo a aumentar a sua sensibilidade pedagógica, atuando tanto na posição de observado como na de observador. - "Assessorias Pedagógicas." Com base nos resultados dos inquéritos pedagógicos e no historial de sucesso escolar são efetuados estudos que procuram identificar em cada unidade curricular necessidades de intervenção capazes de melhorar globalmente os índices de desempenho relativos à qualidade de ensino e aprendizagem. Anualmente é feito um levantamento das necessidades de formação dos recursos humanos da Universidade do Porto, sendo disponibilizadas ações de formações para o pessoal docente, entre os quais se destacam as seguintes: Formação de Professores / Formadores e Ciências da Educação; Biblioteconomia; Ciências da Informação. A atualização da equipa docente decorre em grande parte da sua produção científica regular, de nível internacional. A coordenação de projetos de investigação e publicação de artigos científicos em conferências e revistas de reconhecida qualidade garantem que a equipa docente se mantém na vanguarda das diferentes áreas de conhecimento científico.

O Gabinete de Educação Médica ICBAS/CHUP, que tem como objetivo, entre outros, a inovação pedagógica, promove ações de formação de docentes vocacionadas para as especificidades do ensino dos ciclos de estudos do ICBAS.

5.6. Observations:

The Laboratory of Teaching and Learning, LEA (created at FEUP in 2008 in partnership with the Faculty of Psychology and Educational Sciences, FPCEUP), has two ongoing processes that aim at improving the quality of teaching and learning, by providing a higher education performance with a view to promoting academic success: - 'From peer to peer.' Consists of the reciprocal observation of classes and it is a multidisciplinary, voluntary and confidential training. The real-time observation of classes in an original environment is based on the critical friend concept (observation by peers), where the teacher who is being observed collects from his observing colleague, information about his/her classroom practises in order to improve his/her pedagogical sensibility, acting both as the one that observes and is, in his/her turn, observed. - 'Pedagogical Consultancies.' Studies conducted, based on the results of the pedagogical surveys and the school success records, that seek to identify, in each curricular unit, the actions to improve the overall performance indexes regarding teaching and learning quality. A survey regarding the training needs of the UP's human resources is annually carried out, with instruction activities being available to the teaching staff, among which are the following training areas: Training of Teachers / Trainers and Educational Sciences; Biblioteconomy; Computer Sciences. The faculty's renewal largely derives from its regular scientific production, at an international level. Research project coordination and the publication of scientific papers in scientific conferences and journals of renowned quality ensure that the faculty is at the forefront of different scientific fields.

The ICBAS / CHUP Medical Education Office, which aims, among others, the pedagogical innovation, promotes training actions for teachers focused on the teaching specificities of the ICBAS' study programmes.

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Na FEUP, 18 elementos dos Serviços Académicos, todos a tempo inteiro (TI), dão apoio transversal a todos os CEs/cursos. Dão apoio técnico mais direto à Bioengenharia 11 elementos (6 Técnicos Superiores - TS, 4 Assistentes Técnicos - AT e 1 Assistente Operacional - AO) do Departamento de Engenharia Química, todos em tempo integral (TI). No ICBAS, o apoio técnico e administrativo mais direto é assegurado por 41 elementos (1 Dirigente Intermédio, 3 Assessores, 11 TS, 9 Técnicos Superiores de Diagnóstico e Terapêutica, 2 Coordenadores Técnicos, 13 AT e 2 AO) dos departamentos associados ao CE (Química, Biologia Molecular, Anatomia, Imuno-Fisiologia e Farmacologia, Microscopia e Patologia e Imunologia Molecular), todos TI.

Existem ainda diversos serviços de apoio geral que servem também as necessidades do CE, como Bibliotecas, Serviços Administrativos, Audiovisuais, Informática, etc.

Contam ainda com a colaboração de pessoal não-docente afeto aos Serviços Partilhados da U.Porto(SPUP).

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

At FEUP, 18 members of Academic Services, all full time (IT), provide transversal support to all the CE/courses of the Faculty. More direct technical support for Bioengineering entails 17 elements (9 Senior Technicians - TS, 7 Technical Assistants - AT and 1 Operational Assistant - AO) from the Chemical Engineering Department, all in IT.

At ICBAS, the most direct technical and administrative support is provided by 41 members (1 Intermediate Manager, 3 Advisors, 11 TS, 9 Senior Diagnostic and Therapeutic Technicians, 2 Technical Coordinators, 13 AT and 2 AO) from the departments associated with the EC (Chemistry, Molecular Biology, Anatomy, Immuno-Physiology and Pharmacology, Microscopy and Pathology and Molecular Immunology), all IT.

There are also several general support services that also serve the needs of the EC, such as Libraries, Administrative Services, Audiovisuals, and Informatics, etc.

They also count on the collaboration of non-teaching staff assigned to the Shared Services of the U.Porto (SPUP).

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

Dos 18 recursos humanos afetos aos Serviços Académicos, 3 possuem mestrado, 11 licenciatura e 4 o ensino secundário. As qualificações dos elementos do Departamento de Engenharia Química distribuem-se pelos graus de Doutor (1), Mestre (5), Licenciado (1); pelo ensino secundário (3) e pelo ensino básico (1).

A qualificação dos técnicos do ICBAS corresponde 1 doutorado, 7 mestres, 15 licenciados, 15 com ensino secundário e 3 com ensino básico.

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

Of the 18 human resources assigned to Academic Services, 3 have a master's degree, 11 have hold a degree and 4 have a secondary education. The qualifications of the members of the Department of Chemical Engineering are distributed by the degrees of Master (3), Licensee (6) and Bachelor (2); secondary education (5) and basic education (1).

The qualification of ICBAS technicians corresponds to 1 doctorate, 7 masters, 15 graduates, 15 with secondary education and 3 with basic education.

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação de desempenho do Pessoal Não Docente obedece a metodologia e a critérios pré-definidos. Os trabalhadores em funções públicas são avaliados de acordo com o Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho na Administração Pública (SIADAP), e os trabalhadores com contrato em regime de direito privado são avaliados de acordo com o Sistema de Avaliação de Desempenho da Universidade do Porto (SIADUP). A avaliação é promovida como instrumento de reconhecimento do mérito e de melhoria da qualidade.

Anualmente é definido o plano de formação que resulta de levantamentos de necessidades de formação, no sentido de melhorar as qualificações do pessoal não docente. AS formações encontram-se distribuídas pelas seguintes áreas: Desenvolvimento Pessoal; Ciências da Educação; Biblioteconomia, Arquivo e Documentação; Contabilidade e Fiscalidade; Gestão e Administração; Direito; Ciências Informáticas; Informática; Necessidades Educativas Especiais, Técnicas de Manuseamento Animal, entre outros.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The performance evaluation of non-teaching staff follows pre-defined methodology and criteria. The non-teaching staff under contract with the Public Administration are subject to an 'Integrated Performance Assessment in Public Administration' (SIADAP), whilst the ones under the private law regimen is assessed according to the 'Integrated System of evaluation of the Performance of Employees under the University of Porto's private law regimen' (SIADUP). Performance evaluation is promoted as a tool for recognizing merit and improving quality.

The training plan is defined annually and results from training needs' assessments to improve the qualifications of non-teaching staff. The courses are divided into the following areas: Personal Development, Educational Sciences, Biblioteconomy, Archives and Documentation, Accounting and Taxation, Management and Administration, Law, Computer Sciences, Computing, Special Educational Needs, Animal Handling Techniques, among others.

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 FEUP ocupa as atuais instalações desde outubro de 2000, com cerca de 90000m² de área construída. Estas podem subdividir-se em cerca de 22% para laboratórios (aprox. 46% de investigação, dos quais cerca de 4% são de utilização mista), 10% para salas de aula (aprox. 31% são anfiteatros), 9% para gabinetes, 8% para a Biblioteca, 9% para os serviços de apoio, 1% para a associação de estudantes e 1% para os serviços de informática. Os restantes 40% da área construída compreendem espaços de uso comum, armazéns e arrumos, salas técnicas e outros espaços.

O ICBAS dispõe, desde 2012, de novas instalações (Complexo ICBAS/FFUP), com uma área total de aprox. 55 mil m², de que destacamos: salas de aulas (224 m²); laboratórios (1675 m²); UPVet; biotério de pequenos animais (350 m²); Museu Anatómico (171 m², com 317 modelos anatómicos); Biblioteca (1900 m²), com 2 pisos. A formação do ICBAS estende-se também ao Instituto de Ciências Agrárias de Vairão, bem como ao Centro Biomédico de Simulação ICBAS/CHUP.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

FEUP occupies its current facilities since October 2000, with about 90000m2 of built area. These can be subdivided into about 22% for laboratories (ca. 46% of research, of which about 4% are for mixed use), 10% for classrooms (ca. 31% are lecture theatres), 9% for offices, 8% for the Library, 9% for support services, 1% for the student association and 1% for computer services. The remaining 40% of the built area comprises spaces for common use, warehouses and storage, technical rooms and other spaces.

Since 2012, ICBAS has moved to new facilities (Complex ICBAS / FFUP), with a total area of ca. 55000 m2, of which we highlight: classrooms (224 m2); laboratories (1675 m2); UPVet; small animal farm (350 m2); Anatomical Museum (171 m2, with 317 anatomical models); and Library (1900 m2), with two floors. The training of ICBAS also extends to the Institute of Agricultural Sciences of Vairão, as well as to the Biomedical Simulation Centre ICBAS / CHUP.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

As bibliotecas da FEUP e do ICBAS têm uma vasta coleção de materiais didáticos (e.g. livros, revistas científicas e técnicas, ...), incluindo acesso on-line a diversas plataformas e bases de dados internacionais, abrangendo largamente as áreas da Bioengenharia. Os laboratórios possuem diversos tipos de equipamento incluindo muito sofisticado (e.g. GC-MS, microscopia eletrónica, IR-scan, espectrofotómetros, espectrofluorímetros) e muito recente, de acordo com a sua distinta utilização (e.g. bioquímica, genética molecular, ecotoxicologia, patologia, etc).

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

The libraries at FEUP and ICBAS possess a vast collection of teaching material (e.g. books, scientific and technical journals, etc.), including online access to various international platforms and databases, covering thoroughly the areas of Bioengineering. The laboratories have several types of equipment including very sophisticated equipment (eg GC-MS, electron microscopy, IR-scan, spectrophotometers, spectrofluorimeters) and very recent equipment, according to their distinct use (e.g. biochemistry, molecular genetics, ecotoxicology, pathology, etc.).

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
i3S - Instituto de Investigação e Inovação em Saúde	Excelente	Universidade do Porto	22	
LEPABE - Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia	Excelente	Universidade do Porto	10	
INESC TEC- Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência	Muito Bom	Universidade do Porto	8	
EFT - Centro de Estudos de Fenómenos de Transporte	Excelente	Universidade do Porto	4	
LAETA - Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica	Excelente	Universidade do Porto	4	
REQUIMTE - LAQV (Laboratório Associado para a Química Verde)	Excelente	Universidade do Porto	3	
UMIB - Unidade Multidisciplinar de Investigação Biomédica	Muito Bom	Universidade do Porto	3	
CMUP - Centro de Matemática da Universidade do Porto	Excelente	Universidade do Porto	2	
Laboratório de Processos de Separação e Reação - Laboratório de Catálise e Materiais (LSRE-LCM)	Muito Bom	Universidade do Porto	2	
Centro de Astrofísica e Gravitação	Excelente	Universidade do Porto	1	
CFisUC - Centro de Física da Universidade de Coimbra	Muito Bom	Universidade de Coimbra	1	
CIIMAR - Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental	Excelente	Universidade do Porto	1	
CONSTRUCT-Instituto de I&D em Estruturas e Construção	Bom	Universidade do Porto	1	
IFIMUP - Instituto de Física de Materiais Avançados, Nanotecnologia e Fotónica	Excelente	Universidade do Porto	1	
ISPUP-EPIUnit - Epidemiology Research Unit	Excelente	Universidade	1	

Laboratory of General Physiology, Center for Drug Discovery and Innovative Medicines (MedInUP)	Bom	do Porto Universidade do Porto	1
SYSTEC – Research Center for Systems and Technologies	Muito Bom	Universidade do Porto	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/990ed424-583a-892b-89d4-5ed6804f2bf7>

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/990ed424-583a-892b-89d4-5ed6804f2bf7>

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.

Os tópicos abordados pelos estudantes nas suas dissertações demonstram a amplitude da rede de parcerias da formação em Bioengenharia da U.Porto, a saber: Cultura celular (11/59), em estreita colaboração com o i3S, Faculdade de Medicina da UPorto e LEPABE da UPorto; Sistemas de desenvolvimento e distribuição de medicamentos (6/59), em estreita colaboração com o i3S, ICBAS, REQUIMTE, Faculdade de Farmácia da UPorto e LEPABE da UPorto; Novos materiais biocompatíveis (11/59), em estreita colaboração com o i3S e a Universidade Católica Portuguesa; Tecnologias de informação e comunicação e imagem (14/59), em estreita colaboração com a Faculdade de Desporto da UPorto, a Faculdade de Ciências da UPorto, o Instituto Fraunhofer, o INESC-TEC, o INEGI, a Adaptech e o ISEP; Otimização de bioprocessos (4/59), em estreita colaboração com Algafarm, ENKROTT, Super Bock Group e LEPABE da UPorto; Manuseamento e migração de resíduos (3/59), em estreita colaboração com a EFACEC, LEPABE da UPorto e CEFT da UPorto; Desenvolvimento de novos produtos (1/59), em estreita colaboração com a LEPABE da UPorto; e Biomecânica e novos dispositivos (9/59), em estreita colaboração com o INEGI, INESC-TEC, Faculdade de Medicina da UPorto e Faculdade de Desporto da UPorto. Seis trabalhos em revistas especializadas evoluíram especificamente até agora das dissertações acima mencionadas.

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.

Topics covered by students in their dissertations demonstrate a broad network of partnerships, namely: Cell culture (11/59), in close collaboration with I3S, College of Medicine of UPorto and LEPABE of UPorto; Drug development and delivery systems (6/59), in close collaboration with I3S, ICBAS of UPorto, REQUIMTE, College of Pharmacy of UPorto, and LEPABE of UPorto; New biocompatible materials (11/59), in close collaboration with I3S and Portuguese Catholic U; Information and communication technologies and imaging (14/59), in close collaboration with College of Sports of UPorto, Colege of Sciences of UPorto, Fraunhofer Institute, INESC-TEC, INEGI, Adaptech, and ISEP; Bioprocess optimization (4/59), in close collaboration with Algafarm, ENKROTT, Super Bock Group, and LEPABE of UPorto; Waste product handling and migration (3/59), in close collaboration with EFACEC, LEPABE of UPorto, and CEFT of UPorto; Novel product development (1/59), in close collaboration with LEPABE of Uporto; and Biomechanics and new devices (9/59), in close collaboration with INEGI, INESC-TEC, College of Medicine of UPorto, and College of Sports of UPorto. Six papers in refereed journals have specifically evolved so far from the aforementioned dissertations.

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:

Comparando este programa com programas similares oferecidos por outras universidades portuguesas (Universidade de Lisboa, Universidade de Coimbra, Universidade do Minho e Universidade Nova de Lisboa), a formação em Bioengenharia da Universidade do Porto oferece oportunidades de emprego mais amplas e versáteis, particularmente em saúde, indústria e áreas ambientais. De acordo, com o Inquérito à Empregabilidade, realizado em 2019, pela FEUP, aos estudantes que terminaram no ano letivo 2017/18, a taxa de empregabilidade dos diplomados do MIB da U.Porto é, de facto, elevada (89%).

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

Comparing this program with similar ones offered by other Portuguese Universities (Universidade de Lisboa, Universidade de Coimbra, Universidade do Minho and Universidade Nova de Lisboa), Bioengineering at University of Porto offers broader and more versatile job opportunities, particularly in health, industrial and environmental areas. By performing several laboratory tasks in the first two years of the program, students receive thorough training in basic laboratory techniques and related technology. The employability rate of U.Porto MIB graduates (89%) is in fact high.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Nota de Candidatura do Último Colocado pelo Contingente Geral: 186,5; , na 1ª fase do CNA EM 2019/2020
<https://www.dges.gov.pt/guias/detcursopi.asp?codc=9493&code=1105>

O Mestrado Integrado em Bioengenharia tem um elevadíssimo grau de atração, tal como é demonstrado pelos dados da DGES. A média de corte da nota dos candidatos admitidos tem sido sucessivamente mais elevada ao longo dos anos de 2017 a 2019 (182,8-185,8; 183,0-191,3; 186,5-192,8), sendo também crescente a percentagem de candidatos colocados em 1ª opção – que atingiu 97% na 1ª fase e 100% na 2ª fase. O MCTES selecionou este curso como um dos 20 que pode aumentar o seu Numerus Clausus para o ano lectivo de 2020-21.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

The Integrated Master in Bioengineering has a very high degree of attractability, as shown by DGES data. The average cut in the score of admitted candidates has been rising every every year between 2017 and 2019, namely, 182.8-185.8; 183.0-191.3; 186.5-192.8. The percentage of candidates placed in 1st option has also been increasing along time, and reached 97% in the 1st phase and 100% in the 2nd phase of 2019-20. MCTES selected this course as one of the 20 allowed to increase their Numerus Clausus for the academic year 2020-21.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

A Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro (UTAD) e a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) têm atualmente um protocolo que possibilita a mudança par Instituição/Curso. Este protocolo prevê o ingresso de 15 estudantes, que tenham concluído o 2º ano curricular do 1º ciclo em Bioengenharia da UTAD, no 3º ano do MIB, (5 estudantes por cada uma das 3 especializações do MIB).

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

The University of Trás-Os-Montes and Alto Douro (UTAD) and the Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP) currently have a protocol with the possibility of direct transfer, completed the 2nd curricular year, of the 15 best students of the 1st cycle in Bioengineering of UTAD for the 3rd year of the Integrated Master in Bioengineering of UP (5 students by each of the 3 branches of the MIB).

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:

Existem vários cursos de 1º ciclo em Bioengenharia, ou mais habitualmente em Engenharia Biomédica, no espaço europeu. Em alguns podemos encontrar uma estrutura que se assemelha ao presente CE, com uma formação comum nos 2 primeiros anos, diversificando-se com percursos opcionais ou alternativos essencialmente no 3º ano. Alguns exemplos são:

King's College de Londres, Reino Unido.

(www.kcl.ac.uk/study/undergraduate/courses/biomedical-engineering-beng);

Imperial College de Londres, Reino Unido.

(www.imperial.ac.uk/bioengineering/admin/current-ug/options/bh81/);

Eindhoven University of Technology, Holanda.

(www.tue.nl/en/education/bachelor-college/bachelor-biomedical-engineering/course-structure/);

Cabe referir que se encontram cursos (BSc) com durações diferentes da aqui proposta, que podem ser de 7 semestres, como no curso oferecido pela Rhein-Waal University of Applied Sciences (Kleve, Alemanha), ou de 8 semestres como na generalidade dos cursos em Engª Biomédica em universidades espanholas.

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

There are several 1st cycle courses in Bioengineering, or more commonly in Biomedical Engineering, in Europe. In some, we can find a structure that resembles the present cycle of studies, with a common formation in the first two years, diversifying with optional or alternative courses, essentially in the 3rd year. Some examples are:

King's College London, UK. (www.kcl.ac.uk/study/undergraduate/courses/biomedical-engineering-beng);

Imperial College, London, UK. (www.imperial.ac.uk/bioengineering/admin/current-ug/options/bh81/);

Eindhoven University of Technology, Netherlands. (www.tue.nl/en/education/bachelor-college/bachelor-biomedical-engineering/course-structure/);

It is worth mentioning that there are courses (BSc) with different durations from the one proposed here, which can be 7 semesters, as in the course offered by the Rhein-Waal University of Applied Sciences (Kleve, Germany), or 8 semesters as in most courses in Biomedical Engineering at Spanish universities.

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

O ciclo de estudos visa preparar recursos humanos com capacidade para abordar multidisciplinarymente problemas de biomedicina e de biotecnologia industrial, na perspetiva da engenharia de processos e da engenharia molecular.

Os objetivos são comuns às formações semelhantes no espaço europeu, de que foram apresentados alguns exemplos no ponto anterior. Na maioria dos ciclos de estudos, há uma ênfase clara na ligação à área de medicina, e ao desenvolvimento de soluções tecnológicas para problemas nas áreas da prevenção, diagnóstico, terapia e dispositivos médicos. Nesse sentido, alguns dos currícula, à semelhança do ciclo de estudos ora proposto, incluem unidades curriculares de anatomia e fisiologia humana ou na área de farmacologia. As componentes biotecnológica e ambiental

são ressaltadas de forma mais evidente na atual proposta, o que alarga a abrangência do seu carácter transdisciplinar, comparativamente com os ciclos de estudos análogos—o que pode ser considerado um aspeto diferenciador.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The proposed 1st cycle aims at preparing human resources with capacity to address biomedical and biotechnology problems, via a multidisciplinary approach and under the perspectives of process engineering and molecular engineering.

The objectives of the study cycle are shared by many similar programs in the European space. In the majority of such programs, there is a clear emphasis on their inter-connection with medicine and development of technological solutions to address problems in the areas of prevention, diagnosis, therapeutics, and medical devices. As with the current proposal, some other programs also include the areas of human anatomy, physiology and pharmacology. The biotechnological and environmental components are much stronger in the current proposal, thus positively enlarging the transdisciplinary character of the study cycle. This latter aspect is quite unique, and constitutes a distinguishing feature.

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 / Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / N° of working years
--------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------	---------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- A formação em Bioengenharia da U.Porto é disponibilizada por duas das suas Faculdades, proporcionando assim uma abordagem transdisciplinar real e uma diversidade única que engloba professores / equipe técnica, instalações técnicas / laboratoriais e ambiente humano. As instalações e os recursos são adequados, em número e qualidade, com laboratórios e serviços de ponta.
- A FEUP e o ICBAS possuem estruturas de apoio psicológico, além de atividades para integrar novos estudantes e meios de incentivar o sucesso académico.
- A formação teórica sólida e diversificada e complementada por uma relevante formação laboratorial.
- A Comissão Científica é composta por elementos de reconhecido mérito no campo, incluindo membros da FEUP e do ICBAS.
- Essencialmente, todo o corpo docente está envolvido em unidades de investigação classificadas como "Excecional/Excelente" pela FCT.
- A avaliação contínua dos processos de ensino / aprendizagem ocorre através da avaliação do desempenho do estudante do professor em sala de aula (este último realizado pelos estudantes).

12.1. Strengths:

- The Bioengineering program at U.Porto was created and is made available by two of its Faculties, thus providing a real transdisciplinary approach and a unique diversity that encompasses teaching/technical staff, technical/laboratorial facilities and human environment. Facilities and resources are adequate in number and quality with state-of-the-art laboratories and services.
- FEUP and ICBAS have psychological support structures, as well as activities to integrate new students and a means of encouraging academic success among them.
- The robust and diversified theoretical training is complemented by very relevant laboratory experimental training.
- There is a scientific committee of recognized merit in the field, including members from FEUP and ICBAS Colleges.
- Essentially all teaching staff is engaged in research units rated as "Outstanding/Excellent" by FCT.
- Continuous evaluation of teaching/learning processes takes place through assessment of both student and teacher performance in the classroom (the latter undertaken by students).

12.2. Pontos fracos:

- O treino avançado em potenciais empregadores para além da Academia ainda é relativamente pequeno, especialmente no que diz respeito ao ramo de Engenharia Biomolecular, o que pode dificultar a empregabilidade dos nossos graduados em relação aos concorrentes de outras Universidades.
- O nível de atração de estudantes internacionais de alto nível está ainda abaixo da fração dos estudantes do ciclo de estudos em mobilidade out, embora esforços estejam a ser desenvolvidos ao nível da promoção do curso a nível internacional.

12.2. Weaknesses:

- The advanced training in potential employers beyond Academia is still relatively small, especially with regard to the Biomolecular Engineering branch – which may hamper employability of our graduates relative to competitors from other Universities.
- The level of attraction of high-level international students still lacks below the fraction of own students in mobility out, even though efforts have been developed on worldwide promotion of the course.

12.3. Oportunidades:

- A forte interação estudante / professor, em turmas pequenas e tutoriais, e apoiada por aulas de laboratório ilustradas e bem planeadas, representa uma grande oportunidade de diferenciação em comparação com graus competitivos, que seguem uma tendência geral de aumentar os tamanhos das turmas e aprimorar o ensino a distância por razões orçamentais, dificilmente motivando estudantes de alto nível e dificultando uma progressão autodisciplinada na aquisição de conhecimento.
- O facto de alguns dos melhores estudantes portugueses serem atraídos pela formação em Bioengenharia da U.Porto - ávidos por experiência internacional através da mobilidade, constitui uma oportunidade de divulgar a excelência na aprendizagem / formação em Bioengenharia, no âmbito da parceria única da FEUP e do ICBAS, - enquadrada por alguns dos mais notórios e excelentes laboratórios de investigação e institutos de interface em Portugal.

12.3. Opportunities:

- *The strong interaction student/instructor, in small classes and tutorials, and supported by well-planned, illustrative laboratory classes represents a major opportunity of differentiation compared with competitive degrees – which follow a general trend of enlarging class size, and enhancing long-distance learning for budgetary reasons, hardly motivating for high-level students and hampering a self-disciplined progression in knowledge acquisition.*
- *The fact that some of the best Portuguese students are attracted by MIB – eager of international experience through mobility, constitutes an opportunity to publicize the excellence in learning/training at MIB, under the unique joint-partnership of FEUP/ICBAS – framed by some of the most notorious, excellent research laboratories and interface institutes in Portugal.*

12.4. Constrangimentos:

- *A diversidade de ofertas de ciclos de estudos em áreas afins no norte de Portugal. A Engenharia Biomédica e Biológica no Ensino Superior realmente experimentou um crescimento considerável na última década. Atualmente, 14 universidades ou politécnicos portugueses oferecem programas nesses domínios.*
- *As restrições económicas num ambiente em que os orçamentos das universidades estão a ser sistematicamente reduzidas limitam severamente a qualidade do treino experimental prático - e evitam a contratação de novos professores e equipe técnica, além de promover o aumento do número de estudantes por turma de laboratório.*
- *A instabilidade económica do país dificulta o investimento e o desenvolvimento de negócios em geral e contribuiu para a escassez de empregos de alta qualidade nesta e noutras áreas.*
- *Tradicional falta de uma agenda orientada para a investigação e inovação entre muitos líderes do setor industrial, embora tal situação tenha melhorado gradualmente nos últimos anos.*

12.4. Threats:

- *Diversity of course offers in related areas in the North of Portugal. Biomedical and Biological Engineering at Higher Education level has indeed experienced considerable growth in the latest decade. Currently, 14 Portuguese Universities or polytechnics are offering programs in these domains.*
- *Economic constraints in a setting where university budgets are being systematically reduced poses severe limitations to the quality of experimental, hands-on training – and prevents hiring of new teaching and technical staff, while promoting increase in number of students per laboratory class.*
- *Economic instability of the country hinders investment and business development at large, and has contributed to high-quality employment shortage in this and other areas.*
- *Traditional lack of a research- and innovation-driven agenda amongst many players in the industrial sector, although such a situation has been gradually improving in recent years.*

12.5. Conclusões:

Não obstante estarmos perante a criação de duas novas formações, não podemos deixar de fazer uma análise global destas propostas tendo por base o Mestrado Integrado em Bioengenharia, que agora se adequa às normas legais recentemente aprovadas. Assim, os aspetos identificados neste guião tiveram por base a formação em funcionamento, razão pela qual consideramos ser de destacar os seguintes aspetos:

- *O programa em Bioengenharia da U.Porto tem conseguido, desde o início, recrutar estudantes com as classificações mais elevadas entre todos os programas de engenharia universitária em Portugal, sendo também a classificação mais elevada de entre as formações oferecida pela U.Porto; O Mestrado Integrado em Bioengenharia tem um elevadíssimo grau de atração, tal como é demonstrado pelos dados da DGES. A média de corte da nota dos candidatos admitidos tem crescido todos os anos entre 2017 e 2019 (182,8-185,8; 183,0-191,3; 186,5-192,8), sendo também crescente a percentagem de candidatos colocados em 1ª opção – que atingiu 97% na 1ª fase e 100% na 2ª fase. O MCTES selecionou este curso como um dos 20 que pode aumentar o seu Numerus Clausus para 2020-21.*
- *A realização de componentes de formação em várias entidades, como unidades de saúde e investigação, empresas e centros de investigação (internos e externos à UP), instalações de tratamento de água etc., tem permitido um importante alargamento da rede de parceiros e experiências de formação de elevada qualidade, que enriquecem a formação em Bioengenharia na U.Porto;*
- *A forte componente de formação nas ciências básicas (matemática, física, química e biologia) e ciências da engenharia, bem como de aulas de laboratório, projetos e tarefas, individualmente e em grupo, que permitem que os estudantes desenvolvam experiência útil e capacidade de projetar, ampliar e otimizar aspetos técnicos e propor soluções, enquanto desenvolvem competências de comunicação, liderança e perseverança no grupo de trabalho;*
- *A robustez do trabalho de preparação e elaboração do plano de transição para os novos formatos da formação em Bioengenharia da UP são um garante, não só da manutenção da elevada qualidade que o ciclo de estudos conquistou ao longo dos anos, mas também de que o cumprimento das expectativas dos estudantes que frequentam ou pretendem vir a frequentar a formação em Bioengenharia na U.Porto está acautelado.*

12.5. Conclusions:

Although this is a process of creation of two new study programmes, we cannot fail to make a global analysis of these requests based on the Integrated Master in Bioengineering, which is now in process of alignment with recently approved legal standards. Thus, the aspects identified in this form were based on Programme currently in operation, which is why we believe the following aspects should be highlighted:

- *The Bioengineering program at U.Porto has been able, since its beginning, to recruit students with the highest grades among all university engineering programs in Portugal, being also the highest grade among all the training offers in U.Porto;*
- *The Integrated Master in Bioengineering has a very high degree of attractability, as shown by DGES data. The average cut in the score of admitted candidates has been rising every year from 2017 to 2019, namely 182.8-185.8; 183.0-191.3; 186.5-192.8. The percentage of candidates placed in their 1st option has also been increasing along time, and reached*

in 2019 97% in the 1st phase and 100% in the 2nd phase. MCTES selected this course as one of the 20 that will be allowed increase their Numerus Clausus in 2020-21.

- The provision of training components in various entities, such as health and research units, companies and research centers (internal and external to UP), water treatment facilities, etc., has allowed a significant expansion of the network of partners and experiences, enriching the high quality of the Bioengineering training at U.Porto;*
- The strong educational platform in the basic sciences (mathematics, physics, chemistry and biology) and engineering sciences, as well as the several lab classes, projects and assignments, individually and in group, allow students to develop useful experience, and ability to design, scale-up, and optimize technical aspects and propose solutions – while developing communication, leadership and perseverance skills in the work group;*
- The robustness of the preparation and the design of the transition plan for the new formats for the new UP Bioengineering programmes is a guarantee not only of maintaining the high quality that the study programme has achieved over the years, but also that the meeting the expectations of students attending or intending to attend Bioengineering programmes at U.Porto is cautioned.*