

NCE/19/1901053 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:
Universidade De Lisboa

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

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

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:
Engenharia Biológica

1.3. Study programme:
Biological Engineering

1.4. Grau:
Licenciado

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

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

1.6.1 Classificação CNAEF – primeira área fundamental, de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF-3 dígitos):
421

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):
3 anos/ 6 semestres

1.8. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 65/2018, of August 16th):
3 anos/ 6 semestres

1.9. Número máximo de admissões:**105****1.10. Condições específicas de ingresso.****Provas de Ingresso: Matemática A + Física e Química****Classificações mínimas:****Classificação mínima de 100 em cada uma das provas de ingresso (exames nacionais do ensino secundário), e;****Classificação mínima de 120 na nota de candidatura. A nota de candidatura (NC) é calculada utilizando um peso de 50% para a classificação do Ensino Secundário (MS) e um peso de 50% para a classificação das provas de ingresso (PI). -****Fórmula de Cálculo da Nota de Candidatura: $NC = MS \times 50\% + PI \times 50\%$ (ou seja, média aritmética da classificação final do Ensino Secundário e da classificação das provas de ingresso).****1.10. Specific entry requirements.****Admission exams: Mathematics A + Physics and Chemistry****Minimum ratings:****Minimum classification of 100 in each of the entrance exams (national secondary school exams), and; Minimum classification of 120 in the application note. The application grade (NC) is calculated using a weight of 50% for the classification of Secondary Education (MS) and a weight of 50% for the classification of entrance exams (PI). -****Application Note Calculation Formula: $NC = MS \times 50\% + PI \times 50\%$ (that is, arithmetic average of the final grade of Secondary Education and the classification of entrance exams).****1.11. Regime de funcionamento.****Diurno****1.11.1. Se outro, especifique:****<sem resposta>****1.11.1. If other, specify:****<no answer>****1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:****IST - Alameda****1.12. Premises where the study programme will be lectured:****IST - Alameda****1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):****[1.13._Desp n.º 6604-2018, 5 jul_RegCreditaçãoExpProfissional.pdf](#)****1.14. Observações:****<sem resposta>****1.14. Observations:****<no answer>**

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho Científico

2.1.1. Órgão ouvido:**Conselho Científico****2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):****[2.1.2._Parecer_CC_Biol.pdf](#)****Mapa I - Conselho Pedagógico**

2.1.1. Órgão ouvido:*Conselho Pedagógico***2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**[2.1.2._Parecer_CP_Biol.pdf](#)**Mapa I - Conselho de Gestão**

2.1.1. Órgão ouvido:*Conselho de Gestão***2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**[2.1.2._parecer_CG.pdf](#)**Mapa I - Conselho de Escola**

2.1.1. Órgão ouvido:*Conselho de Escola***2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**[2.1.2._parecer_CE.pdf](#)**Mapa I - Reitor da Universidade de Lisboa**

2.1.1. Órgão ouvido:*Reitor da Universidade de Lisboa***2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**[2.1.2._DespReit n.º 109-2020 _ Cr _Lic_Engª Biológica.pdf](#)**Mapa I - Plano de Transição do Mestrado Integrado para a Licenciatura**

2.1.1. Órgão ouvido:*Plano de Transição do Mestrado Integrado para a Licenciatura***2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):**[2.1.2._LEBiol_Plano_Transição.pdf](#)

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

A Licenciatura em Ciências de Engenharia Biológica (LEBiol) oferece uma formação sólida e moderna, que permite trabalhar nos sectores de Ambiente, Bioenergia, Bioengenharia Médica, Biotecnologia, Engenharia Agroalimentar, Farmacêutica e Ciências da Vida e áreas afins no mercado global, ou candidatarem-se de forma competitiva a um 2º ciclo de estudos em engenharia ou ciências, em qualquer escola internacional de excelência.

Como características centrais do LEBiol destacam-se:

- uma formação académica sólida e actualizada em Ciências Fundamentais e de Engenharia, incluindo uma componente humanista;*
- uma formação transversal que estimula e promove o desenvolvimento de capacidades como a autonomia, espírito analítico e crítico, flexibilidade e criatividade, adaptabilidade, gestão de tempo e trabalho de equipa;*
- uma formação acreditada pela Ordem dos Engenheiros e conducente, após a conclusão subsequente de um 2º ciclo em engenharia, à atribuição do título profissional de Engenheiro.*

3.1. The study programme's generic objectives:

The Degree in Biological Engineering Sciences (LEBiol) offers a solid and modern training, that enables working in the sectors of Environment, Bioenergy, Medical Bioengineering, Biotechnology, Agro-Food Engineering, Pharmaceutical and Life Sciences Engineering and related areas in the global market, or to apply competitively for a 2nd cycle of studies in engineering or science, in any international school of excellence.

The main characteristics of LEBiol include:

- *a solid and up-to-date academic training in Fundamental Sciences and Engineering Sciences, including a humanistic component;*
- *transversal training that encourages and promotes the development of soft skills such as autonomy, analytical and critical spirit, flexibility and creativity, adaptability, time management and teamwork;*
- *training accredited by the Order of Engineers, leading, after the subsequent completion of a second cycle in engineering, to the award of the professional title of Engineer.*

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

A LEBiol tem por objectivos de aprendizagem:

- *aquisição de conhecimentos e compreensão de factos, conceitos, processos e procedimentos inerentes a um conjunto de Ciências Fundamentais (Matemática, Física, Química, Biologia), da Engenharia e da Especialidade (Termodinâmica, Fenómenos de Transporte, Engenharia de Reacções e de Processos, Gestão, Informática, Engenharia Genética e Engenharia de Células e Tecidos)*
- *integração e aplicação de princípios, metodologias e procedimentos próprios das Ciências Fundamentais, da Engenharia e da Especialidade em situações concretas características da Engenharia Biológica*
- *desenvolvimento de competências transversais, incluindo flexibilidade, inovação e empreendedorismo, capacidade de trabalho por objectivos, capacidade de liderança e gestão de equipas, capacidade de interacção com os pares e com futuros empregadores e ou clientes, capacidade de comunicação verbal e não-verbal*
- *consciencialização para questões éticas, sociais e ambientais*

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

LEBIol has the following learning objectives:

- *acquisition of knowledge and understanding of facts, concepts, processes and procedures inherent to a set of Fundamental Sciences (Mathematics, Physics, Chemistry, Biology), of Engineering and of Specialty topics (Thermodynamics, Transport Phenomena, Reaction and Process Engineering, Management, Informatics, Genetic Engineering and Cell and Tissue Engineering)*
- *integration and application of principles, methodologies and procedures specific to Fundamental Sciences, Engineering and Specialty topics to solve specific Biological Engineering problems*
- *development of transversal skills, including flexibility, innovation and entrepreneurship, ability to work by objectives, leadership and team management skills, ability to interact with peers and future employers and/or clients, ability to communicate verbally and non-verbally*
- *awareness of ethical, societal and environmental issues*

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:

Nos termos do n.º 1 do Artigo 3.º dos Estatutos do IST, homologados pelo Despacho n.º 12255/2013 publicado em Diário da Republica de 25 de setembro de 2013, "É missão do IST, como instituição que se quer prospectiva no ensino universitário, assegurar a inovação constante e o progresso consistente da sociedade do conhecimento, da cultura, da ciência e da tecnologia, num quadro de valores humanistas."

Nos termos do n.º 2 do mesmo artigo estabelece-se que, no cumprimento da sua missão, o IST: Privilegia a investigação científica, o ensino, com ênfase no ensino pós-graduado, e a formação ao longo da vida, assim como o desenvolvimento tecnológico; Promove sinergias entre os domínios científicos que abarca e entre eles e outros afins; Procura contribuir para a competitividade da economia nacional através da transferência de tecnologia, da inovação e da promoção do empreendedorismo; Efetiva a responsabilidade social, na prestação de serviços científicos e técnicos à comunidade e no apoio à inserção dos diplomados no mundo do trabalho e à sua formação permanente. O IST está envolvido ativamente em várias redes e programas internacionais que visam a mobilidade de estudantes, nomeadamente através de programas de graduação e pós-graduação.

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:

As laid down in No. 1 of Article 3 of IST statutes, adopted by Order 12255/2013 published in the Official Journal of 25 September 2013, "It is IST's mission as an institution to be prospective in university education, to ensure constant innovation and consistent progress in the knowledge society, culture, science, and technology, within a framework of humanistic values."

Article 2 stipulates that, in performing its mission, IST privileges scientific research, teaching, with emphasis on post-graduate education, and lifelong learning, as well as technological development. It promotes synergies between the scientific domains and other related fields. It seeks to contribute to the competitiveness of the national economy through technology transfer, innovation, and the promotion of entrepreneurship. Promotes effective social responsibility, providing scientific and technical services to the community and supporting the insertion of graduates in the world of work and their long lasting training. IST is actively involved in various international networks and programs aiming at student mobility, notably through undergraduate and graduate programs.

4. Desenvolvimento curricular

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável)

4.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (a preencher apenas quando aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation (if applicable)

Ramos, opções, perfis, maior/menor ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura: Branches, options, profiles, major/minor or other forms of organisation:

<sem resposta>

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

Mapa II - NA

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

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

4.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits necessary for awarding the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Engenharia Biomolecular e de Bioprocessos/Biomolecular and Bioprocess Engineering	EBB	21	0	
Ciências Biológicas/Biological Sciences	CBiol	24	0	
Matemáticas Gerais/General Mathematics	MatGer	24	0	
Lógica e Computação/Logic and Computing	LogComp	12	0	
Síntese, Estrutura Molecular e Análise Química/Synthesis, Molecular Structure and Chemical Analysis	SEMAQ	12	0	
Físicas e Tecnologias Básicas/ Basic Physics and Technologies	FBas	12	0	
Probabilidades e Estatística/Probability and Statistics	PE	6	0	
Ciências de Engenharia Química/Chemical Engineering Sciences	CEQ	15	0	
Engenharia e Gestão de Organizações/ Engineering and Management of Organizations	EGO	3	0	
Biomateriais, Nanotecnologia e Medicina Regenerativa/Biomaterials, Nanotechnology and Regenerative Medicine	BNMR	9	0	
Química-Física, Materiais e Nanociências/ Physical Chemistry, Materials and Nanosciences	QFMN	12	0	
Humanidades, Artes e Ciências Sociais/ Humanity, Arts and Social Sciences	HACS	0	6	
Todas as Áreas Científicas do Departamento de Bioengenharia/All Scientific Areas of Bioengineering Department	ACDBE	12	0	
Todas as Áreas Científicas do IST-Opções/All Scientific Areas of IST-Options	OL	0	12	
(14 Items)		162	18	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - NA - 1º Ano / 1º Semestre - 1st Year / 1st Semester

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

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

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)
Álgebra Linear/Linear Algebra	MatGer	Semestral	168	TP-56	6	
Cálculo Diferencial e Integral I/Differential and Integral Calculus I	MatGer	Semestral	168	TP-56	6	
Química/Chemistry	QFMN	Semestral	168	T-28, TP-14, PL-14	6	
Introdução às Ciências Biológicas/Introduction to Biological Sciences	CBiol	Semestral	168	T-35, PL-21	6	
Introdução à Bioengenharia/Introduction to Bioengineering	EBB	Semestral	84	T-14, TP-10,5	3	
Tópicos de Bioengenharia/Topics in Bioengineering	BNMR	Semestral	84	T-21, S-7	3	

(6 Items)

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

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
1º Ano / 2º Semestre 1st Year / 2nd Semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Cálculo Diferencial e Integral II/Differential and Integral Calculus II	MatGer	Semestral	168	TP-56	6	
Bioquímica e Biologia Molecular da Célula/Biochemistry and Molecular Biology of the Cell	CBiol	Semestral	168	T-28, TP-7, PL-21	6	
Computação e Programação/Computation and Programming	LogComp	Semestral	168	T-28; PL-28	6	

Fundamentos de Química Orgânica/Fundamentals of Organic Chemistry	SEMAQ	Semestral	168	T-42, PL-14	6	
Humanidades, Artes e Ciências Sociais I/ Humanity, Arts and Social Sciences I	HACS	Semestral	84	n.a.	3	as UCs de HACS são fixadas anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes do IST
Humanidades, Artes e Ciências Sociais II/ Humanity, Arts and Social Sciences II	HACS	Semestral	84	n.a.	3	as UCs de HACS são fixadas anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes do IST
(6 Items)						

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

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
2º Ano / 1º Semestre - 2nd Year / 1st Semester

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Cálculo Diferencial e Integral III/Differential and Integral Calculus III	MatGer	Semestral	168	TP-56	6	
Algoritmos e Modelação Computacional /Algorithms and Computational Modelling	LogComp	Semestral	168	T-28; PL-28	6	
Física I/Physics I	FBas	Semestral	168	T-28, TP-21	6	
Termodinâmica Química Aplicada/Applied Chemical Thermodynamics	CEQ	Semestral	168	T-14, TP-42	6	
Microbiologia/Microbiology	CBiol	Semestral	168	T-42, PL-14	6	
(5 Items)						

Mapa III - NA - 2º Ano / 2º Semestre - 2nd Year / 2nd Semester

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

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

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)
--------------------------------------	---------------------------------------	------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------	--------------------------------

Probabilidade e Estatística/Probabilistic and Statistic	PE	Semestral	168	TP-56	6
Física II/Physics II	FBas	Semestral	168	T-28, TP-21	6
Fenómenos de Transporte/Transport Phenomena	CEQ	Semestral	168	T-21, TP-28, PL-7	6
Química Bioanalítica/Bioanalytical Chemistry	SEMAQ	Semestral	168	T-21, TP-14, PL-21	6
Química-Física Aplicada/Applied Physical Chemistry	QFMN	Semestral	168	T-14, TP-21, PL-14	6

(5 Items)

Mapa III - NA - 3º Ano / 1º Semestre - 3rd Year / 1st Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

NA

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

NA

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)
Processos de Engenharia Biológica/Biological Engineering Processes	EBB	Semestral	168	T-21, TP-28	6	
Fenómenos de Transporte em Sistemas Biológicos/Transport Phenomena in Biological Systems	EBB	Semestral	168	T-28, TP-14	6	
Engenharia Enzimática/Enzyme Engineering	EBB	Semestral	168	T-28, TP-14, PL-7	6	
Engenharia Genética/Genetic Engineering	CBiol	Semestral	168	T-28, PL-21	6	
Gestão/Management	EGO	Semestral	84	T-14, TP-10,5	3	
Introdução a Processos de Separação/Introduction to Separation Processes	CEQ	Semestral	84	TP-24.5	3	

(6 Items)

Mapa III - NA - 3º Ano / 2º Semestre - 3rd Year / 2nd Semester**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):**

NA

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

NA

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)
Projecto Integrador do 1º ciclo em Engenharia Biológica/Integrated 1st Cycle Project in Biological Engineering	ACDBE	Semestral	336	OT-14	12	
Engenharia de Células e Tecidos/Cell and Tissue Engineering	BNMR	Semestral	168	T-21, TP-7, PL-3,5, S-3,5, OT-7	6	
Pre-Major	OL	Semestral	84	24,5	3	
Pre-Major	OL	Semestral	84	24,5	3	
Pre-Major	OL	Semestral	168	49	6	
(5 Items)						

Mapa III - Lista de opções Pre-Major - 3º Ano / 2º Semestre - 3rd Year / 2nd Semester

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

Lista de opções Pre-Major

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

Pre-Major Option List

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)
Laboratórios de Engenharia Biológica/Biological Engineering Laboratory	EBB	Semestral	84	PL-24,5	3	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
Introdução à Matemática Computacional/Introduction to Computational Mathematics	ANAA	Semestral	84	TP-28	3	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
Microbiomas/Microbiomes	CBiol	Semestral	168	T-42, TP-7	6	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
Introdução à Economia/Economy Introduction	EGO	Semestral	84	T-14, TP-10,5	3	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
Biologia Estrutural/Structural Biology	CBiol	Semestral	168	T-49	6	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
Biotecnologia Marinha/Marine Biotechnology	EBB	Semestral	84	T-14, TP-7	3	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
Tecnologias Verdes e Estratégias de Decisão/Green Technologies and Strategic Management	EBB	Semestral	168	T-14, TP-35	6	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
Fabrico de Biofármacos/Manufacturing of Biopharmaceuticals	EBB	Semestral	84	TP-21	3	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST

Biorefinarias e Bioprocessos/Biorefineries and Bioprocesses	EBB	Semestral	84	TP-21	3	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
Design de Nanomateriais/Design of Nanomaterials	QFMN	Semestral	168	TP-35, PL-14	6	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
Fábricas Celulares Microbianas/ Microbial Cell Factories	CBiol	Semestral	168	T-28, PL-14, OT-7	6	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
Engenharia e Design de Proteínas/Protein Engineering and Design	EBB	Semestral	84	T-21	3	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
Simulação de Sistemas Dinâmicos/Dynamic Systems Simulation	EPP	Semestral	84	TP-28	3	Escolher 12 ECTS; Optativa fixada anualmente pelos órgãos legais e estatutariamente competentes IST
(13 Items)						

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Química Bioanalítica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Bioanalítica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Bioanalytical Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SEMAQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-21, TP-14, PL-21

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist11648 - Margarida Maria Portela Correia dos Santos Romão 18 h/semana

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

ist31684 - Zita Carla Torrão Pinto Martins 18h/ semana, ist12920 - Sílvia de Vasconcelos Chaves, 16 h/semana, ist90799

- João Alfredo Vieira Canário, 4 h/semana,

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

Parte Teórica (T): Dar a conhecer os fundamentos, limitações e aplicações dos métodos instrumentais mais usados na análise qualitativa e quantitativa de (bio)moléculas. Tem adicionalmente como finalidade dar os princípios básicos de Validação, Controlo e Garantia da Qualidade de metodologias de química bioanalítica.

Parte Prática (P): Promover a resolução de problemas de índole qualitativa e quantitativa. Promover a capacidade dos alunos na pesquisa autónoma da solução mais adequada para um problema de análise química qualitativa e quantitativa na área da Química Bioanalítica.

Parte Laboratorial (L): Ilustrar com trabalhos de laboratório alguns dos métodos leccionados nas aulas teóricas e discutidos nas aulas práticas.

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

Theoretical Part (T): To provide knowledge about the fundamentals, limitations and applications of instrumental methods most used in the qualitative and quantitative analysis of (bio) molecules. It also aims to give the basic principles of Validation, Control and Quality Assurance of bioanalytical chemistry methodologies.

Practical Part (P): To promote students' ability to autonomously explore the most appropriate solution to a qualitative and quantitative chemical analysis problem.

Laboratory Part (L): To illustrate with laboratory work some of the methods taught in theoretical lectures and discussed in practical classes.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Espectroscopias Moleculares: de Absorção no UV-Vis; de Fluorescência no UV-Vis; de Absorção no Infravermelho; **Espectrometria de Ressonância Magnética Nuclear (NMR); Espectrometria de Massa Molecular (MS):** Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation – Time of Flight MS (MALDI-TOF/MS) e Electrospray Ionisation MS (ESI-MS). **Espectroscopias Atómicas:** de Emissão no UV-Vis (atomização no plasma induzido de argon com detecção óptica (ICP-OES) e detecção por massa (ICP-MS)); de Difracção nos Raios X. **Métodos Electroanalíticos:** Potenciometria com Eléctrodos Selectivos a Iões; Biosensores electroquímicos; **Métodos Separativos:** Cromatografia Gasosa; Cromatografia Líquida (de Alta Eficiência): partição de fase reversa, permuta iónica, afinidade, exclusão molecular; Cromatografia de Fluido Supercrítico; Electroforese: de gel e capilar. **Métodos Hifenados**

4.4.5. Syllabus:

Molecular Spectroscopies: UV-Vis Absorption; UV-Vis Fluorescence; Infrared Absorption; **Nuclear Magnetic Resonance Spectrometry (NMR); Molecular Mass Spectrometry (MS):** Matrix Assisted Laser Desorption Ionization - Time of Flight MS (MALDI-TOF / MS) and Electrospray Ionization MS (ESI-MS). **Atomic Spectroscopies:** UV-Vis Emission (Argon-induced plasma atomization with optical detection (ICP-OES) and mass detection (ICP-MS)); X-Ray Diffraction. **Electroanalytical Methods:** Potentiometry with Ion Selective Electrodes; Electrochemical biosensors; **Separative Methods:** Gas Chromatography; Liquid Chromatography (High Efficiency): reverse phase partition, ion exchange, affinity, molecular exclusion; Supercritical Fluid Chromatography; Electrophoresis: gel and capillary. **Hyphenated Methods**

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa) compatível com a redução do peso de avaliação por exames (≤50%).

A avaliação teórica é função da nota do exame. A avaliação da componente P é função da apresentação e discussão dos dois temas propostos e da participação nas aulas de resolução e discussão de exercícios. A avaliação da componente L é baseada na preparação prévia do trabalho, no trabalho de bancada, na folha de resultados no fim de cada sessão de laboratório e nos relatórios de três dos trabalhos práticos realizados. Fará parte da avaliação da componente L uma discussão do conjunto dos trabalhos a ter lugar na semana 8.

A nota final será uma média ponderada das várias componentes de acordo com

50% T + 20% TP + 30% PL

sendo que as componentes T e L têm carácter eliminatório (nota mínima 9,5

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The final grade will be a weighted average of the various components according to

50% T + 20% P + 30% L

where components T and L are eliminatory (minimum grade 9.5)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principal:

“Principles of Instrumental Analysis”, D.A.Skoog, F.J.Holler, S.R.Crouch, 7th Edition, 2018, CENGAGE Learning

“Bioanalytical Chemistry”, S.R.Mikkelsen, E.Corton, 2nd Edition, 2016, John Wiley and Sons

*“Bioanalytical Chemistry”, A.Manz, P.S.Dittrich, N.Pamme, D.Iossifidis, 2nd Edition, 2015, Imperial College Press
(<https://doi.org/10.1142/p1000>)*

Secundária:

“Quantitative Chemical Analysis”, D.C.Harris, 8th Edition, 2010, W.H.Freeman and Company

Mapa IV - Química-Física Aplicada

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química-Física Aplicada

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Physical Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QFMN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-14, TP-21, PL-14

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist12219, Mário Nuno de Matos Sequeira Berberan e Santos, 56 h

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

ist129097, Isabel Maria Delgado Jana Marrucho Ferreira, 56 h

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

Introduzir grandes áreas da Química-Física de aplicação relevante em Engenharia Biomédica, designadamente Química Quântica e Espectroscopia, Cinética, e Superfícies e Interfaces. Abordagens molecular e macroscópica, salientando a relação entre as propriedades dos sistemas químicos à escala macroscópica e ao nível molecular (microscópico). Discussão da relevância dos conhecimentos adquiridos para a Engenharia Biomédica, através de exemplos e casos de aplicação.

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

To introduce major areas of Physical Chemistry of relevant application in Biomedical Engineering, namely Quantum Chemistry and Spectroscopy, Kinetics, and Surfaces and Interfaces. Molecular and macroscopic approaches, highlighting the relationship between the properties of chemical systems at the macroscopic scale and at the molecular (microscopic) level. Discussion of the relevance of the knowledge acquired for Biomedical Engineering, through examples and application cases.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**1. QUÍMICA QUÂNTICA E ESPETROSCOPIA (Equilíbrio e não-equilíbrio)**

Química Quântica e estrutura molecular. Processos radiativos. Espectroscopias vibracionais. Espectroscopias electrónicas. Fotobiologia. Laseres. Ressonância Magnética Nuclear.

2. CINÉTICA QUÍMICA (Não-Equilíbrio)

Formalismo geral. Reacções complexas. Aplicação aos sistemas biológicos.

3. SUPERFÍCIES E INTERFACES (Equilíbrio)

Estrutura e propriedades superficiais e interfaciais. Colóides. Adsorção.

4.4.5. Syllabus:**1. Quantum Chemistry and Spectroscopy (Equilibrium and non-equilibrium)**

Quantum chemistry and molecular structure. Radiative processes. Vibrational Spectroscopies. Electronic spectroscopies. Photobiology. Lasers. Nuclear Magnetic Resonance.

2. Chemical Kinetics (Non-Equilibrium)

General formalism. Complex reactions. Application to biological systems.

3. Surfaces and Interfaces (Equilibrium)

Surface and interfacial structure and properties. Colloids. Adsorption.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% Exame Final + 30% Laboratórios + 20% questionários (e.g. Kahoot) em aula. Avaliação laboratorial - 60% 2 trabalhos laboratoriais (30% execução + 70% relatório/discussão) + 40% projeto (técnica escolhida + execução experimental + apresentação oral + resultados e seu tratamento)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% Final Exam + 30% Labs + 20% questionnaires (e.g. Kahoot) in class. Laboratory evaluation - 60% 2 laboratory works (30% execution + 70% report / discussion) + 40% project (chosen technique + experimental execution + oral presentation + results and their treatment)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Physical Chemistry for the Biological Sciences, Hammes and Hammes-Schiffer, 2015, 2nd ed., Wiley; Physical Chemistry, R. J. Silbey, R. A. Alberty, M. G. Bawendi, 2005, 4th ed., Wiley: N.Y

Mapa IV - Engenharia Enzimática**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:

EBB

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-28, TP-14, PL-7

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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 Ângela Cabral Garcia Taipa Meneses de Oliveira, ist13278, lecturing load 24.5 h (50%)

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

Carla da Conceição Caramujo Rocha de Carvalho, ist30853, lecturing load 24.5 h (50%)

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

Esta UC tem como objetivo pedagógico providenciar aos alunos uma formação integrada na área de Engenharia

Enzimática, através da aprendizagem dos conceitos fundamentais em Enzimologia, Produção e Purificação de Enzimas, Imobilização de Enzimas, Engenharia de Proteínas/'Design' de Novos Biocatalisadores, Fenómenos de Transferência de Massa Aplicada a Sistemas Multifásicos com Enzimas Imobilizados e Dimensionamento e Operação de Reatores Enzimáticos.

No final da UC os estudantes devem ter adquirido competências para: i) selecionar enzimas para diversas aplicações (diagnóstica, terapêutica ou industrial), usando métodos adequados de imobilização/confinamento/encapsulação; ii) conhecer os fundamentos e metodologias para estabilização e melhoria de propriedades de biocatalisadores; iii) selecionar e dimensionar o tipo de reator enzimático industrial mais apropriado para obtenção de um dado produto biológico à escala de produção.

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

This curricular unit aims to provide students with an integrated knowledge in the field of Enzyme Engineering, through learning of fundamental concepts in Enzymology, Production and Purification of Enzymes, Immobilization of Enzymes, Protein Engineering/Design of New Biocatalysts, Mass Transfer Applied to Multiphase Reaction Systems with Immobilized Enzymes and Design and Operation of Enzymatic Reactors.

At the end of the course students shall have acquired competence to: i) select enzymes for various applications (diagnostic, therapeutic or industrial) using appropriate methods of immobilization/confinement/encapsulation; ii) know the fundamentals and methodologies for stabilization and improvement of biocatalysts properties; (iii) select and design the most appropriate industrial reactor for application of enzymes for large scale production of a given biological product.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução. Estrutura e hierarquia estrutural de proteínas .**
- 2. Atividade enzimática. Cinética e mecanismos enzimáticos em reacções com um substrato .Regulação da atividade enzimática: activação e inibição de enzimas.**
- 3. Produção, isolamento e purificação de enzimas.**
- 4. Estabilidade enzimática. Modelos desativação enzimática. Métodos de estabilização de enzimas.**
- 5. Imobilização de enzimas.**
- 6. Engenharia de Proteínas. Mutagénese dirigida e evolução dirigida.**
- 7. Cinética de biocatalisadores imobilizados. Efeito da imobilização na cinética e propriedades de enzimas: Efeitos conformacionais, estereoquímicos, de partição e difusionais.**
- 8. Reatores enzimáticos. Dimensionamento. Reatores multifásicos. Efeito da desativação enzimática. Modos de operação: reatores ideais e reais.**
- 9. Biocatálise em solventes orgânicos e em meios não convencionais.**
- 10. Resolução de problemas sobre os conteúdos programáticos.**

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction. Structural hierarchy in proteins.**
- 2. Enzyme activity. Kinetics and enzymatic mechanisms in reactions with one substrate. Regulation of enzymatic activity: activation and inhibition of enzymes.**
- 3. Production, isolation and purification of enzymes.**
- 4. Enzyme stability. Enzyme deactivation models. Methods for enzyme stabilization.**
- 5. Immobilization of enzymes.**
- 6. Protein Engineering. Directed mutagenesis and directed evolution.**
- 7. Kinetics of immobilized biocatalysts. Effect of immobilization on kinetics and enzyme properties: Conformational, stereochemical, partitioning and diffusional effects.**
- 8. Design of enzymatic reactors. Multiphase reactors: effect of enzyme deactivation on overall performance. Modes of operation. Ideal and real enzyme reactors.**
- 9. Biocatalysis in organic solvents and unconventional media.**
- 10. Problems solving (on topics related to the syllabus).**

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

Os conteúdos programáticos da unidade curricular foram definidos em função dos objetivos e aptidões a serem adquiridos pelos alunos e enquadram-se dentro das competências necessárias a um engenheiro biológico. Serão fornecidas bases teóricas e de resolução de problemas, e fomentada a aprendizagem por pesquisa autónoma para consolidação de conceitos.

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

The syllabus of the curricular unit was defined according to the objectives and learning outcomes to be acquired by the students and fall within the competences required for a biological engineer. Theoretical and problem-solving bases will be provided, and autonomous research learning will be promoted to consolidate concepts.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de avaliação envolverá as seguintes componentes/ponderações:

Apresentação de um seminário sobre um tópico relacionado com os conteúdos programáticos (30%); prestação laboratorial e relatórios dos trabalhos laboratoriais (20%); exame final (50%, nota mínima 9,5/20 valores).

Os temas para os seminários serão propostos antes do início do período lectivo e estarão relacionados com a introdução/desenvolvimento de diferentes tópicos do programa da UC. Os seminários serão apresentados em grupos de 3 alunos, nas aulas teóricas ao longo do semestre.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The evaluation method will involve the following components/weights:

Presentation of one seminar (30%); laboratory performance and reports of laboratory work (20%), final exam (50%, minimum grade 9.5/20).

Themes for the seminars will be proposed before the beginning of the academic term (2nd quarter) and will be related to the introduction/development of different topics of the syllabus. Seminars will be presented in groups of 3 students, during theoretical classes throughout the semester.

In the 8th week (academic interruption) there will be an oral discussion per group (of ca. 20 min) about the laboratory reports, for content analysis and to give students feedback on the writing of scientific papers/potential improvements.

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

A metodologia de ensino pressupõe a alternância de aulas teóricas com aulas de resolução de problemas sobre os diversos tópicos do programa, reforçando a aprendizagem, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. Serão igualmente ilustrados alguns conceitos teóricos fundamentais através da realização de atividades laboratoriais. Esta metodologia permitirá aos alunos adquirir, ao longo do semestre, as competências definidas nos objetivos da UC e a aprovação no exame final.

A componente de avaliação contínua, através da apresentação de seminários durante as aulas teóricas, permitirá uma participação ativa dos alunos nos conteúdos programáticos e o desenvolvimento de capacidades acrescidas de pesquisa bibliográfica sobre temas específicos, exposição e argumentação.

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

The teaching methodology involves the alternation of theoretical classes with classes for solving exercises about the various topics of the program, reinforcing learning, autonomous work and student's responsibility. Some fundamental theoretical concepts will also be illustrated through laboratory activities. This methodology will allow students to acquire, throughout the semester, the skills defined in the objectives of the UC and obtain approval in the final exam. The component of continuous assessment, through the presentation of seminars during the theoretical classes, will allow an active participation of students in the syllabus and the development of increased capabilities for bibliographic search on specific topics, exposition and argumentation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Engenharia Enzimática, J.M.S. Cabral, M.R. Aires-Barros e M. Gama, 2003, LIDEL-Edições Técnicas, Lda; Bioprocess Engineering Principles, P. Doran, 2012, Elsevier; Enzyme Biocatalysis : Principles and applications, A. Illanes, (ed) , 2008, Springer; Biochemistry, 4th Edition , Zubay, G, 1998, McGraw-Hill

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

Cálculo Diferencial e Integral III

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus III

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP56.0

4.4.1.6. ECTS:
6.0

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):
ist12881, Luís Manuel Gonçalves Barreira, 0h.

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist13124, Rui Miguel Saramago, 56hTP.

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

Domínio de:

- **Resolução de equações diferenciais ordinárias elementares; resolução de equações e sistemas de equações diferenciais lineares.**
- **Propriedades de existência, unicidade e dependência contínua de soluções de equações diferenciais ordinárias.**
- **Teoremas de Gauss e de Stokes, propriedades gerais de divergência e rotacional de campos vectoriais, e aplicações.**
- **Resolução de equações diferenciais parciais de 1ª e 2ª ordem lineares elementares.**
- **Propriedades gerais e convergência de séries de Fourier, transformação de Fourier e aplicações.**

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

Master of:

- **Resolution of elementary ordinary differential equations; resolution of linear differential equations and systems of linear differential equations.**
- **Existence, uniqueness and continuous dependence of solutions of ordinary differential equations.**
- **Gauss and Stokes theorems, general properties of the divergence and curl of vector fields, and applications.**
- **Resolution of elementary linear partial differential equations of 1st and 2nd order.**
- **General properties and convergence of Fourier series, Fourier transform and applications.**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Equações Diferenciais Ordinárias (EDOs): exemplos de EDOs de primeira ordem resolúveis, fatores de integração; existência, unicidade e dependência contínua de soluções de sistemas de EDOs de primeira ordem; fórmula de variação das constantes; EDOs de ordem > 1; transformação de Laplace e aplicações a EDOs.

Teoremas de Gauss e de Stokes e introdução a Equações Diferenciais Parciais (EDPs): superfícies em $\mathbb{R}^3$; integrais de superfície de campos escalares e de campos vectoriais; Teoremas de Gauss e de Stokes; divergência e rotacional de campos vectoriais; obtenção das equações diferenciais de continuidade, onda, calor, Laplace e Poisson.

EDPs e séries de Fourier: EDPs lineares de 1ª ordem; equações de onda, calor, Laplace e Poisson; séries de Fourier trigonométricas; soluções das equações de onda, calor, Laplace e Poisson, via separação de variáveis e séries de Fourier; transformação de Fourier e aplicações.

4.4.5. Syllabus:

Ordinary Differential Equations (ODEs): examples of solvable 1st order ODEs, integration factors; existence, uniqueness and continuous dependence of solutions of systems of 1st order ODEs; variation of constants formula; ODEs of order > 1 ; Laplace transform and applications to ODEs.

Gauss and Stokes Theorems and introduction to Partial Differential Equations (PDEs): surfaces in $\mathbb{R}^3$; surface integrals of scalar and vector fields; Gauss and Stokes Theorems; divergence and curl of vector fields; derivation of the continuity, wave, heat, Laplace and Poisson differential equations.

PDEs and Fourier series: linear 1st order PDEs; wave, heat, Laplace and Poisson equations; trigonometric Fourier series; solutions of wave, heat, Laplace and Poisson equations, via separation of variables and Fourier series; Fourier transform and applications.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de equações diferenciais e séries de Fourier. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The course content corresponds to concepts and techniques of differential equations and Fourier series. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems*, Boyce and Di Prima, 2013, 10th ed Wiley.
- * *Vector Calculus*, Marsden and Tromba, 2012, 6th ed Freeman.
- * *Análise Complexa e Equações Diferenciais*, Luís Barreira, 2019, 4ª ed. IST Press.
- * *Introdução à Análise Complexa, Séries de Fourier e Equações Diferenciais*, Pedro Girão, 2018, 2ª ed. IST Press.
- * *Métodos de Resolução de Equações Diferenciais e Análise de Fourier com Aplicações*, Luís Magalhães, 2013 DM-IST.
- * *Análise de Fourier e Equações Diferenciais Parciais*, Djairo Figueiredo, 2012, 4ª ed IMPA.
- * *Cálculo Diferencial e Integral em $\mathbb{R}^n$* , Gabriel Pires, 2016, 3ª ed. IST Press.
- * *Integrais em Variedades*, Luís T. Magalhães, 1993, 2ª ed. Texto Editora.
- * *Exercícios de Análise Complexa e Equações Diferenciais*, Luís Barreira e Claudia Valls, 2010, 2ª ed. IST Press.
- * *Exercícios de Cálculo Integral em $\mathbb{R}^n$* , Gabriel Pires, 2018, 2ª ed. IST Press.

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Microbiologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Microbiology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBiol

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-42, PL-14

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

Devido a restrições na capacidade de ocupação dos laboratórios, está prevista a criação de turnos para aulas laboratoriais, cada um com uma fracção dos alunos inscritos. A carga letiva de cada um dos docentes envolvidos na unidade curricular poderá assim ser superior à indicada.

4.4.1.7. Observations:

Due to restrictions in the capacity of the laboratories, shifts for laboratorial classes, each one with a fraction of the enrolled students, are foreseen. The teaching load for each one of the teachers involved in the curricular unit may thus be higher than the one indicated.

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

ist12532, Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas, 44.8 h

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

ist14082, Leonilde de Fátima Moraes Moreira, 5.6 h

ist426960, Rodrigo da Silva Costa, 5.6 h

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

Aquisição pelos alunos, de forma integrada, de conhecimentos actualizados sobre a ciência Microbiologia, focados na biologia dos microrganismos, no crescimento microbiano e seu controlo, na diversidade metabólica e funcional dos microrganismos e nas suas actividades com impacto no Ambiente e actividades humanas. Reforço de competências práticas e experimentais relacionadas com técnicas laboratoriais (já iniciado na unidade curricular ICB). Pretende-se que os alunos fiquem conhecedores das actividades e aplicações de microrganismos com relevância ambiental, industrial e médica assim como de diversas ferramentas microbiológicas, tendo em vista intervenções profissionais futuras nos sectores de, por exemplo, Biotecnologia, Ambiente e Saúde Pública, em áreas de actividade relacionada com microbiologia industrial e bioprocessos, controlo de qualidade microbiana, tratamento biológico de poluição, análise da qualidade da água ou de alimentos, entre outras.

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

To provide students an updated and integrated view on the science of Microbiology, focusing on the fundamentals of the biology of microorganisms, on microbial growth and control, on the metabolic and functional diversity of microorganisms, and on microbial activities with impact on the Environment and on human life and activities. To reinforce student practical and experimental skills related with microbiological laboratory techniques (initiated in the curricular unit IBS). Students are supposed to become aware of major microbial activities and applications of environmental, industrial and medical relevance, as well as of diverse microbiology tools, envisaging their future professional activities in, for example, the sectors Biotechnology, Environment and Public Health, in tasks related with microbial industry and bioprocesses, microbial quality and control, pollution biological treatment, analysis of water and

food quality, among others.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O mundo microbiano (ligação com conteúdos da UC ICB). Microscopia. Estruturas celulares específicas e função em microrganismos dos domínios filogenéticos Bacteria, Archaea e Eukarya. Nutrição e crescimento microbianos; cinética do crescimento; influência de factores ambientais. Crescimento em biofilme. Extremófilos. Controlo físico e químico. Diversidade metabólica e funcional entre os microrganismos; ciclos nutricionais e biogeoquímicos na Natureza. Diversidade e classificação de microrganismos; ênfase em métodos moleculares e de classificação filogenética. Casos estudo de microrganismos com relevância ambiental e importância nos sectores de Biotecnologia, Ambiente e Saúde Pública. Vírus. Mecanismos de variabilidade genética entre as bactérias na Natureza. Aulas lab: Crescimento microbiano; Microscopia de bactérias e fungos; Susceptibilidade a antibióticos; Actividades bioquímicas e metabólicas; Qualidade bacteriológica de água

4.4.5. Syllabus:

The microbial world (link to contents of the UC IBS). Microscopy. Specific cellular structures and function in microorganisms from the phylogenetic domains Bacteria, Archaea and Eukarya. Microbial nutrition and growth; kinetics of microbial growth; influence of environmental factors. Extremophiles. Growth in biofilms. Physical and chemical control of microorganisms. Metabolic and functional diversity of microorganisms; nutritional and biogeochemical cycling in Nature. Diversity and classification of microorganisms; emphasis on molecular and phylogenetic classification methods. Case-studies of specific microorganisms with environmental relevance and importance in the industrial, environmental and public health sectors. Viruses. Mechanisms of bacterial genetic variability in Nature. Lab classes: Microbial growth; Bacteria and fungi microscopy; Bacterial antibiotic susceptibility; Bacterial biochemical and metabolic activities; Bacteriological analysis of water quality

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino inclui aulas teóricas e laboratoriais, que visam dotar o estudante de conhecimentos actuais e competências práticas em Microbiologia, reforçar a componente prática e fomentar a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa e em equipa (p. ex., pesquisa de notícia científica recente e informações, de fontes de acesso livre, para realização de apresentação oral como exercício de comunicação científica, fichas registo de resultados experimentais e relatórios, em grupo (3 alunos)), compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (50%).

Nota final: 50% (exame; nota mínima 9,5) + 20% (apresentação oral de notícia científica focada na microbiologia / actividade de microrganismos, durante as aulas T ao longo do período lectivo (10 min/grupo)) + 30% (componente laboratorial)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The unit is taught through lecturing and performing of laboratory classes, aim at providing up to date knowledge and practical skills in Microbiology, at reinforcing the practical component and at encouraging active learning, autonomous work and responsibility of the student. The evaluation model includes elements of continuous assessment in the context of active learning and teamwork (e.g., search of scientific news and information for oral presentation production, to be retrieved by the student from general access sources; experimental results registration forms, written reports (in groups of 3 students)), compatible with a reduction of evaluation by final exam (50%).

Final grade: 50% (exam; minimum grade: 9.5) + 20% (oral presentation of scientific news focused on microbiology/microbial activities presented during the T classes along the lective period (10 min/group)) + 30% (laboratorial component).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos, e foi concebida de modo a que

os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular e ao mesmo tempo auxiliando o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações. Os conteúdos das aulas teóricas e laboratoriais serão integrados de forma a proporcionar aos estudantes conhecimentos actuais e competências práticas em Microbiologia, contribuindo para o estudante desenvolver competências que integram os fundamentos da biologia dos microrganismos e o uso de ferramentas experimentais microbiológicas, com aplicações nos contextos ambiental, da biotecnologia e do impacto dos microrganismos na biosfera e em termos de Saúde Pública.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts, was conceived in order to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations. The theoretical and laboratory contents will be integrated viewing to provide students with up to date knowledge and practical skills in Microbiology, by contributing to develop skills that integrate the fundamentals of the biology of microorganism with the use of microbiological experimental tools, together with their applications in the environmental and biotechnology contexts and impacts in the biosphere and Public Health.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Microbiology, N Parker, M Schneegurt, A-H Thi Tu, BM Forster, P Lister, 2018, Rice University / OpenStax / ASM Press;
Basic Practical Microbiology, A Manual: Microbiology Society, -, 2016, Microbiology Society
Microbiologia, Wanda Canas Ferreira, João C Sousa, Nelson Lima, 2010, LIDEL;
Brock Biology of Microorganisms: Madigan, Bender, Buckley, Sattley, Stahl, 2018, Pearson Education Ltd.;*

Mapa IV - Probabilidade e Estatística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Probabilidade e Estatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Probabilistic and Statistic

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

PE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist12634, António Manuel Pacheco Pires, 0h.

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

ist13231, Giovani Loiola da Silva, 56h.

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

Iniciação ao estudo da análise de dados estatísticos, teoria da probabilidade e inferência estatística, tendo em vista a compreensão e aplicação dos seus principais conceitos e métodos.

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

Master concepts of statistical data analysis, probability theory and statistical inference to understanding and applying such concepts to solve real-life problems in engineering and science.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Representação gráfica de dados estáticos e dinâmicos com recurso ao software R.*
- *Noção de probabilidade. Probabilidade condicionada e lei da probabilidade total. Teorema de Bayes. Independência.*
- *Tipos de variáveis aleatórias (discretas e contínuas). Função de distribuição. Função massa de probabilidade e função densidade de probabilidade. Valor esperado, variância e quantis.*
- *Pares aleatórios e combinação linear de variáveis aleatórias. Teorema do Limite Central.*
- *Introdução à inferência estatística. Estimação pontual e estimação intervalar.*
- *Construção de testes de hipóteses no contexto clássico de amostras de observações provenientes de populações com distribuição Normal. Testes de ajustamento.*
- *Estudo da dependência linear entre duas variáveis aleatórias: regressão linear simples.*

4.4.5. Syllabus:

- *Graphical representation of static and dynamic statistical data with R.*
- *Basic concepts of probability theory. Conditional probability and total probability law. Bayes' theorem. Independence.*
- *Random variables (discrete and continuous). Distribution function. Probability mass function and probability density function. Expected value, variance and quantiles.*
- *Random pairs and linear transformation of random variables. Central limit theorem.*
- *Statistical inference. Point estimation and interval estimation.*
- *Hypothesis testing under normal populations.*
- *Goodness of fit testing.*
- *Linear regression.*

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

Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de probabilidade e estatística. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

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

The course content corresponds to concepts and techniques of probability and statistics. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua (70%) + projetos computacionais (30%). Prova oral para alunos cuja classificação final seja superior ou igual a 18 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components (70%) + computational projects (30%). Oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

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

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

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

The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the

part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, Ross, Sheldon M, 2014, 5th ed, Academic Press;
- * *Probability and Statistics for Data Science: Math + R +*, Matloff, N. , 2019, 1st ed., Data Chapman and Hall/CRC;
- * *Introductory Statistics with R*, Dalgaard, P, 2002, Springer;
- * *A Modern Introduction to Probability and Statistics: Understanding Why and How*, Dekking, F.M., Kraaikamp, C., Lopenhaä, H.P., Meester, L.E., 2005, Springer.

Mapa IV - Física II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physics II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FBas

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-28, TP-21

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist12891, Luís Filipe Moreira Mendes, 28.0

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):

Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos físicos com ferramentas de cálculo. Garantir formação científica avançada e profunda nos domínios fundamentais da Física que permita abordagens de inovação disciplinares ou interdisciplinares.

Específico: Compreensão e interligação dos conceitos e princípios básicos da Física, nos domínios da Física Moderna e do Electromagnetismo, como energia, radiação, força e campo, através de uma perspectiva integradora dos mesmos; capacidade de os aplicar à resolução de problemas, nomeadamente no que respeita às suas aplicações tecnológicas.

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

General: Quantitatively predict the consequences of a variety of physical phenomena with calculatory tools. Ensure advanced and thorough scientific training in the fundamental fields of Physics, hence allowing for disciplinary or interdisciplinary approaches to innovation.

Specific: Ability to understand and interconnect the concepts and basic principles of Physics, in the fields of Modern Physics and Electromagnetism, such as energy, radiation, force and field, through an integrative perspective; ability to apply them to problem solving, particularly in what concerns their technological applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Catástrofe do Ultravioleta: radiação do corpo negro, Lei de Wien. A lei de Planck e o efeito fotoelétrico.*
2. *Estatísticas Quânticas: Fermiões e Bosões e a tabela periódica dos elementos.*
3. *Campo Eletrostático no vácuo. Noção de campo e de potencial. Lei de Gauss. Influência elétrica. Condensadores. Energia elétrica.*
4. *Corrente elétrica estacionária. Densidade e Intensidade de corrente. Equação da continuidade da carga. Lei de Ohm. Lei de Joule. Leis de Kirchhoff.*
5. *Campo Magnético no vácuo. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère. Força de Lorentz. Bobina.*
6. *Campos Elétrico e Magnético na presença da matéria. Polarização e Magnetização. Diamagnetismo, paramagnetismo e ferromagnetismo.*
7. *Indução eletromagnética. Lei de Faraday. Motores e geradores elétricos. Energia magnética. Corrente de deslocamento.*
8. *Caráter eletromagnético da luz. Dispersão, polarização, reflexão, refração.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Ultraviolet catastrophe: blackbody radiation, Wien's Law. Planck's law and the photoelectric effect.*
2. *Quantum Statistics: Fermions and Bosons and the periodic table of elements.*
3. *Electrostatic field in vacuum. Notion of field and potential. Gauss's law. Electrical influence. Capacitors. Electric energy.*
4. *Stationary electrical current. Current intensity and current density. Equation for charge continuity. Ohm's law. Joule's law. Kirchhoff's laws.*
5. *Magnetic field in vacuum. Biot-Savart's law. Ampère's law. Lorentz's force. Coils.*
6. *Electric and magnetic fields in the presence of matter. Polarization and Magnetization. Diamagnetism, paramagnetism and ferromagnetism.*
7. *Electromagnetic induction. Faraday's law. Electric motors and generators. Magnetic energy. Displacement current.*
8. *Electromagnetic character of light. Dispersion, polarization, reflection, refraction.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% avaliação contínua por Fichas/Mini-Testes (exclusivamente durante o horário das aulas)

[Mediante recursos adequados de monitores e/ou assistentes de ensino, o docente poderá usar também séries de problemas, apresentações orais e/ou discussões de resolução]

50% exame

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous assessment by Mini-tests (exclusively during class hours) [If an appropriate number of teaching assistants and/or graders is available, series of problems, oral presentations and/or solution discussions may also be considered]

50% Exam

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introdução à Física, J.D. Deus et al., 2014, Livraria Escolar Editora, ISBN: 9789725924402; Physics for Scientists and Engineers, R. A. Serway, J. W. Jewett , 2004, ISBN: 0-53- 440842-7

Mapa IV - Processos de Engenharia Biológica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Processos de Engenharia Biológica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biological Engineering Processes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBB

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-21, TP-28

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

Como forma de maximizar a eficiência de aprendizagem/ensino, poderão ser criados turnos para as aulas teórico-práticas, cada um com uma fracção dos alunos inscritos. A carga letiva de cada um dos docentes envolvidos na unidade curricular poderá assim ser superior à indicada.

4.4.1.7. Observations:

In order to maximize the teaching/learning efficiency, shifts of the theoretical-practical classes, each one with a fraction of the enrolled students, are foreseen. The teaching load for each one of the teachers involved in the curricular unit may thus be higher than the one indicated.

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

ist12311, José António Leonardo dos Santos, 19 h

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

ist12432, Maria de Fátima Guerreiro Coelho Soares Rosa, 15 h

ist12192, Maria Cristina De Carvalho Silva Fernandes, 15 h

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

Com esta UC pretende-se desenvolver a capacidade em interpretar as sequências de operações de um processo biológico em estados estacionário, em termos de reatores e de processos de separação, segundo diagramas de blocos ou de fluxo simples com e sem reciclagens, purga e by-pass. Pretende-se também efectuar a análise dos graus de liberdade de algumas operações e realizar balanços de massa e de energia a processos biológicos contínuos e descontínuos com e sem reação e com diversas operações de separação de modo a conhecer os fluxos de matéria e de energia que circulam no processo. Estabelecer, face à produção pretendida para um dado processo biológico, o consumo de matérias-primas, quantificando os sub-produtos e impurezas descarregados, o rendimento do processo e

o grau de pureza do produto final obtido. Pretende-se ainda estabelecer o consumo de energia térmica, quantificando as utilidades (vapores e outros fluidos térmicos) a fornecer ao processo.

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

This course aims to develop the ability to interpret the sequences of operations (reactors and separation units) for continuous and batch biological processes in steady state, through a simple process flowcharts with or without recycling, purge and by-pass. It is also intended to establish the analysis of degrees of freedom of some units, and perform the mass and energy balances to processes, with or without reaction and with separation operations, in order to know the flow of matter and energy circulating in the process.. Calculate, for a given production of a bioproduct, the raw materials consumption, quantifying the by-products and the impurities discharged, as well the process yield and the purity of the final product. And also establish the thermal energy consumption, quantifying the utilities (vapors and other thermal fluids) to be provided to the process.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à engenharia de processos. Balanços de massa em estado estacionário. Variáveis do processo. Graus de liberdade de um processo. Balanços de massa a processos sem reação. Processos de separação sólido-líquido. Operações de cristalização e precipitação. Desintegração celular e processos de membranas. Processos com gases e vapores. Balanços de massa a processos com reação. Reagente limitante e em excesso. Percentagem de excesso, conversão, rendimento e selectividade. Rendimento de formação de biomassa e de produto. Reacções de combustão. Balanços às espécies atómicas. Balanços de massa a processos com by-pass, reciclagem e purga. Balanços globais e rendimento global do processo. Balanços de energia em processos em estado estacionário sem e com reação. Capacidades caloríficas, entalpias de mudança de fase e entalpias de solução. Fluidos térmicos (vapor saturado e sobreaquecido). Entalpias padrão de formação e de combustão

4.4.5. Syllabus:

Introduction to process engineering calculations. Definition of a biological process. Introduction to mass balances in steady state. Process variables. Degree of freedom. Mass balances to processes without reaction. Solid-liquid separations processes. Crystallization and precipitation operations. Cell disruption and membrane processes. Processes with gases and vapors. Mass balances to processes with reaction. Limiting and excess reactants. Percentage of excess, conversion, yield and selectivity. Yield of biomass and product formation. Combustion reactions Balances on atomic species. Mass balances to processes with by-pass, recycle and purge. Processes with or without reaction. Overall mass balances and overall yield. Energy balances to biological processes in steady state, without and with reaction. Heat capacities, enthalpy of phase transition and heats of solution. Thermal fluids (saturated and superheated steam). Standard heats of formation and of combustion.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams (≤50%)

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de exemplos práticos permite o confronto com problemas reais.

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

Teaching methods have been designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. The realization of practical examples allows the confrontation with real problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bioprocess Engineering Principles, 2nd edition, P. M. Doran, 2013, Academic Press, New York (doi: 10.1016/C2009-0-22348-8);

Elementary Principles of Chemical Processes, 4th edition, R. M. Felder and R. W. Rousseau, 2000, John Wiley, New York

Mapa IV - Biotecnologia Marinha**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Biotecnologia Marinha

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Marine Biotechnology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBB

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-14, TP-7

4.4.1.6. ECTS:

3.0

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):

ist30853, Carla da Conceição Caramujo Rocha de Carvalho, 21h(T-14, TP-7)

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 alunos adquiram conhecimentos com vista ao desenvolvimento e valorização de recursos marinhos, tais como: biodiversidade marinha; bioprospecção e compostos bioactivos; cultivo de microorganismos marinhos; desenvolvimento de bioprocessos desde a identificação da produção de um composto até à sua produção industrial. Pretende-se também a aquisição de conhecimentos sobre a aplicação da biotecnologia em processos de bioremediação, aquacultura e na produção de biomateriais.

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

It is intended that students acquire knowledge aimed at the development and valorization of marine resources, such as: marine biodiversity; bioprospecting and bioactive compounds; cultivation of marine microorganisms; development of bioprocesses from the identification of the production of a compound to its industrial production. It is also intended

that they acquire knowledge on the application of biotechnology in bioremediation, aquaculture and biomaterials production processes.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Ambiente marinho: propriedades físico-químicas dos ambientes marinhos e a sua influência nos organismos; biodiversidade microbiana marinha; fisiologia e adaptações bioquímicas dos organismos marinhos; biofilmes; ambientes extremos e microorganismos extremófilos; comunidades marinhas e simbiose. Bioprospecção: técnicas de culturómica e metagenómica; bioinformática; métodos de alto desempenho para descoberta, isolamento e elucidação da estrutura de produtos naturais de origem marinha. Bioprocessos: problemas técnicos relacionados com a utilização de matérias primas marinhas; desenvolvimento de bioprocessos marinhos; aumento de escala e bioprocessos industriais. Aplicações da biotecnologia em aquacultura e bioremediação de ambientes marinhos contaminados. Valorização de recursos marinhos.

4.4.5. Syllabus:

Marine environment: physicochemical properties of marine environments and their influence on organisms; marine microbial biodiversity; physiology and biochemical adaptations of marine organisms; biofilms; extreme environments and extremophiles; marine communities and symbiosis. Bioprospecting: culturomics and metagenomics techniques; bioinformatics; high throughput methods for discovery, isolation and elucidation of the structure of natural marine products. Bioprocesses: technical problems related to the use of marine raw materials; development of marine bioprocesses; scaling up and industrial bioprocesses. Applications of biotechnology in aquaculture and bioremediation of contaminated marine environments. Valorization of marine resources.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame (50%)+ Trabalho em grupo (50%). O trabalho a realizar por grupos de 2 ou 3 alunos será focado em áreas relevantes para a biotecnologia marinha tais como: inovação em metagenómica, biofilmes, e organismos extremófilos como fonte de novos compostos bioativos.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam (50%) + Group work (50%). The work to be carried out by groups of 2 or 3 students will be focused on areas relevant to marine biotechnology such as: innovation in metagenomics, biofilms, and extremophile organisms as a source of new bioactive compounds.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bioprocess Engineering Principles, P. Doran, 2012, Elsevier; Introduction to the Biology of Marine Life, J. Morrissey, J. L. Sumich, D. R. Pinkard-Meier, 2016, Jones & Bartlett Learning; Springer Handbook of Marine Biotechnology, S-K Kim, 2015, Springer; Frontiers in Marine Biotechnology, Peter Proksch, Werner E.G. Müller, 2006, CRC Press

Mapa IV - Fabrico de Biofármacos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fabrico de Biofármacos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Manufacturing of Biopharmaceuticals

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBB

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP21.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

UC de opção

4.4.1.7. Observations:

Optional curricular unit

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

ist30470, Ana Margarida Nunes da Mata Pires de Azevedo, 21 hTP

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 permite fornecer aos alunos uma visão geral dos processos de desenvolvimento e fabrico de produtos biofarmacêuticos . Serão abordadas as diferentes etapas da cadeia de valor: i) investigação básica e aplicada, ii) desenvolvimento de produto (ensaio pré-clínico e clínicos) e processos, e iii) produção industrial. Serão discutidos e comparados os diferentes sistemas expressão (microbiano, animal, vegetal e transgénico) usados para a produção de produtos recombinados, as técnicas preparativas utilizadas na sua recuperação e purificação e as técnicas analíticas usadas na análise do produto final, incluindo uma visão geral das boas práticas de fabrico (GMPs) e da regulamentação existente. Novas tendências, incluindo o uso de descartáveis, a fabricação contínua e a emergência de biossimilares serão também abordadas.

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

This curricular unit is designed to give students an overview of the science and practices in the field of development and manufacturing of biopharmaceuticals. The aim is to improve the student's basic knowledge in the development, production, recovery, and analysis of bio-manufactured pharmaceuticals. The course outlines the path of a biological from the cell, through the production facility, into the human body. Different expression hosts (microbial, animal, plant and transgenics) are discussed and compared. The techniques used in product recovery and purification, and in product analysis are also addressed, including an overview of GMPs and of the regulation of biomanufacturing. New trends in biomanufacturing will also be discussed including the use of disposables, continuous manufacturing, and the emergence of biosimilars.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Biofármacos

- Definição de biofármacos

- Classes de biofármacos

- Ensaio pré-clínicos e clínicos

2. Processos de produção e purificação

- **Sistemas de fermentação celular microbiana/cultura de células de animais**
- **Clarificação**
- **Ruptura celular**
- **Purificação**
- **Tecnologias descartáveis**
- **Processos contínuos**
- 3. Qualidade do produto**
 - **Potência do produto**
 - **Remoção de impurezas**
 - **Tecnologias analíticas de processo (PAT)**
 - **Qualidade por design (QbD)**
- 4. Validação e GMPs**

4.4.5. Syllabus:

- 1. Biopharmaceuticals**
 - *What is a biopharmaceutical?*
 - *Classes of biopharmaceuticals*
 - *Pre-clinical and clinical trials*
- 2. Manufacturing**
 - *Microbial cell fermentation/Mammalian cell culture systems*
 - *Clarification*
 - *Cell disruption*
 - *Purification*
 - *Disposable technologies*
 - *Continuous manufacturing*
- 3. Product quality**
 - *Product potency*
 - *Removal of product-based and process-related impurities*
 - *Process analytical technologies (PAT)*
 - *Quality by design (QbD)*
- 4. Validation and GMP's**

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC previamente descritos, poderá ser constatado por um especialista na matéria que os pontos dos conteúdos programáticos pretendem dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento. Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos do processos de fabrico de biofármacos, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação prática, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a sua aplicação num caso concreto.

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

The topics covered by the syllabus described are intended to provide students with the knowledge and skills necessary to fulfill the learning objectives previously described above, as any expert in the field can conclude. The syllabus focuses on key topics in Manufacturing of Biopharmaceuticals, allowing the student to review and deepen background knowledge, as well as acquire new knowledge. Theoretical foundation, essential concepts and application examples are provided, and students are instructed to autonomously study the contents and apply them in a specific project.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa. A avaliação será baseada em i) apresentação e discussão de artigos científicos durante as aulas (journal club) e ii) mini-projeto/seminário sobre um determinado tópico, proposto pelo aluno ou escolhido em uma lista de tópicos/projetos fornecidos.

Nota final = 25% apresentação/discussão de um artigo científico + 75% mini-projeto/seminário

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning. Evaluation will be based on i) presentation and discussion of research papers during classes (journal club), and a ii) short review/mini-project on a given topic, proposed by the student or chosen from a list of topics/projects timely provided.

Final Grade = 25% presentation/discussion of a research paper + 75% mini-project

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos por intermédio de aulas de demonstração, e na aprendizagem por via de estudo autónomo. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações. A resolução de problemas práticos e a elaboração de um mini-projecto com apresentação oral permitem o confronto com problemas reais. A UC permitirá também desenvolver Competências Transversais dos grupos Pensamento Crítico e Inovador (Estratégias de Resolução de Problemas) e Competências Interpessoais (Trabalho em Equipa).

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodology will be based on the transfer of concepts through theoretical and practical classes, and on learning through autonomous study. This approach will not only fulfill the objectives, but will also help to level the knowledge of students with different backgrounds. The solving of practical problems and the elaboration of a mini-project with an oral presentation allows the students to be confronted with real problems. The course promotes the development of Transversal Skills, and specifically of Critical and Innovative Thinking (Problem Solving Strategies) and ii) Interpersonal Skills (Teamwork).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
"Pharmaceutical Biotechnology: Drug Discovery and Clinical Applications", 2nd Edition, Kayser O. and Warzecha H., 2012, Wiley-Blackwell; "Manufacturing of Pharmaceutical Proteins: From Technology to Economy", 2nd Edition, Behme S., 2015, Wiley-VCH Verlag & Co, Weinheim, Germany; "Pharmaceutical Biotechnology: Fundamentals and Applications", Crommelin D.J.A., Sindelar R.D., Meibohm B., 2013, Springer, New York, NY; "Process Scale Purification of Antibodies", Gottschalk U., 2017, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, NJ; "Continuous Biomanufacturing: Innovative Technologies and Methods", Subramanian G., 2017, Wiley-VCH Verlag & Co, Weinheim, Germany; "Process Validation in Manufacturing of Biopharmaceuticals, Third Edition (Biotechnology and Bioprocessing)", 3rd Edition, Rathore A.S., 2012, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Cálculo Diferencial e Integral II

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Differential and Integral Calculus II

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
TP56.0

4.4.1.6. ECTS:
6.0

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):
ist11151, Luis Magalhães, 0h.

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*ist12267, Pedro Simões Cristina de Freitas, 56hTP***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Domínio do cálculo diferencial de funções de várias variáveis reais com valores escalares e vetoriais e de integrais múltiplos e de linha, incluindo teoremas fundamentais do cálculo para integrais de linha e integrais duplos, e aplicações geométricas e físicas.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Master the differential and integral calculus of scalar and vector valued functions of several real variables and multiple and line integrals, including the fundamental theorems of calculus for line and double integrals, and geometric and physical applications.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Noções básicas topológicas em R^n , sucessões.**Campos escalares e vetoriais. Limite e continuidade. Diferenciabilidade e gradiente. Aplicações.**Teorema de valor intermédio.**Funções C^k , lema de Schwarz. Extremos e pontos de sela de campos escalares.**Teorema de Weierstrass, fórmula de Taylor, matriz hessiana, multiplicadores de Lagrange.**Teoremas da função inversa e da função implícita. Aplicações.**Integrais múltiplos e aplicações.**Curvas, caminhos e integrais de linha. Aplicações.**Teorema Fundamental do Cálculo para integrais de linha e aplicações.**Teorema de Green e aplicações.**Campos vetoriais gradientes de campos escalares.***4.4.5. Syllabus:***Basic topological notions in R^n , sequences.**Scalar and vector fields. Limits and continuity. Differentiability and gradient. Applications.**Intermediate value theorem.* *C^k functions, Schwarz lemma. Extremal and saddle points of scalar fields.**Weierstrass theorem, Taylor's formula, Hessian matrix, Lagrange multipliers.**Inverse and implicit function theorems. Applications.**Multiple integrals and applications.**Curves, paths and line integrals. Applications.**Fundamental theorem of calculus for line integrals and applications.**Green's theorem and applications.**Gradient vector fields of scalar fields.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a várias variáveis. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The course content corresponds to concepts and techniques of differential and integral calculus in several variables.**Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades*

above 17 (out of 20).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Vector Calculus, Marsden and Tromba, 2012, 6th ed, Freeman;*
- * *Calculus II, Apostol, 2016, 2nd ed, Wiley;*
- * *Functions of Several Variables, Fleming, 1977, 2nd ed, Springer;*
- * *Cálculo Diferencial e Integral em $\mathbb{R}^n$, Gabriel Pires, 2016, 3ª ed, IST Press.;*
- * *Integrais Múltiplos, Luís T. Magalhães, 1996, 3ª ed, Texto Editora;*
- * *Exercícios de Cálculo Integral em $\mathbb{R}^n$, Gabriel Pires, 2018, 2ª ed, IST Press;*
- * *Exercícios de Análise Matemática I e II, DM-IST, 2003, Departamento de Matemática do IST.*

Mapa IV - Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Biológica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projecto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Biológica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Integrated 1st Cycle Project in Biological Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ACDBE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

336.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT 14.0

4.4.1.6. ECTS:

12.0

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):

ist141827, Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira, 14 h/OT

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

Todos os que orientarem cada um dos projectos seleccionados

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

O Projecto Integrador tem a duração de um semestre e é enquadrável em uma de três modalidades: 1. Projecto científico, 2. Projecto em empresa e 3. Projeto Capstone. Os objetivos de aprendizagem dependerão do projeto específico, mas, em geral, os estudantes deverão:

- *aplicar os conhecimentos adquiridos na licenciatura no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão que se enquadre no âmbito da atuação dos Engenheiros Biológicos.*
- *estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas na licenciatura.*
- *pesquisar, obter e resumir informações (científicas, técnicas, legislação, entrevistas, inquéritos) relevantes para o projeto*
- *planear e executar experiências, analisar e interpretar dados, desenvolver modelos matemáticos, realizar simulações em computador*
- *desenvolver competências intrapessoais, interpessoais e de pensamento crítico e inovador.*
- *escrever e apresentar oralmente e discutir um relatório técnico.*

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

The integrated project may fall within one of three modalities: 1. Scientific project, 2. Company project and 3. Capstone project. Learning objectives will depend on the specific project, but in general students should:

- *apply the knowledge acquired during their Licenciatura to undertake a project of a scientific, technological or management nature that falls within the scope of actuation of Biological Engineers.*
- *extend their knowledge to areas not covered in their degree.*
- *search, obtain and summarize information (scientific, technical, legislation, interviews, polls) relevant to the project*
- *plan and execute experiments, analyse and interpret data, develop mathematical models, perform computer simulations*
- *develop Critical and Innovative Thinking, Intrapersonal and Interpersonal Skills.*
- *write and orally present and discuss a technical report.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O projeto é definido inicialmente pelos supervisores ou sob orientação dos supervisores. Pode ser realizado individualmente ou em grupo, no IST ou fora do IST (universidades, centros de investigação ou empresas, em Portugal ou no exterior). As seguintes modalidades são possíveis:

- 1. Projecto científico: uma análise profunda e academicamente rigorosa de um desafio científico, tecnológico ou da área de gestão. Pode incluir trabalho experimental e/ou computacional.*
- 2. Projeto em empresa: projeto individual focado num desafio específico apresentado pela empresa anfitriã que requer uma solução ou análise vocacionada para uma implementação a curto prazo.*
- 3. Projeto Capstone: trabalho em equipa multidisciplinar com base em problemas/desafios reais e complexos apresentados por empresas ou instituições e que exigem contribuições de alunos de diferentes cursos do IST/ULisboa.*

4.4.5. Syllabus:

The project is initially defined by the supervisors or under the supervisors guidance. It can be carried out individually or in groups, and take place at IST or outside IST (universities, research centers or companies, in Portugal or abroad). The following modalities are possible:

- 1. Scientific project: an in-depth and academically rigorous analysis of a scientific, technological or management challenge. May include experimental and/or computational work.*
- 2. Company project: individual project focused on a specific challenge posed by a host company that requires a solution or analysis targeted for short term implementation.*
- 3. Capstone project: multidisciplinary team work based on real and complex problems/challenges posed by firms or institutions that require inputs from students from different courses of IST or of the University of Lisbon.*

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

Esta disciplina visa a consolidação e integração dos conteúdos programáticos de muitas das UCs da licenciatura, desde os básicos aos de complexidade intermédia, nos domínios das ciências de engenharia biológica. Espera-se que os alunos estendam os seus conhecimentos na área de cada projecto a desenvolver e, em especial, adquiram uma visão de como integrar os seus conhecimentos para resolver problemas concretos em projectos científicos, empresariais ou societários nos domínios anteriormente referidos.

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

This course aims the consolidation and integration of the programmatic contents of many of the CUs of the LEBiol, from basic to intermediate level, in the domains of Biological Engineering Sciences. Students are expected to extend their knowledge in the field of the selected project and, especially, acquire a vision of how to integrate their knowledge to solve real problems while implementing solutions in scientific, entrepreneurial or societal-oriented projects in the above mentioned domains.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas ao desenvolver um projecto, reforçando-se a componente de aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação baseia-se por completo em elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa. Avaliação contínua com 3 momentos de exposição pública (pitch inicial (30%) + apresentação intercalar (30%) + apresentação final (40%)); Os elementos submetidos para avaliação deverão ser orientados para o desenvolvimento de um portfolio de conteúdo variável, dependente do projecto (website, relatório/poster, apresentação, vídeo divulgação); Avaliação por júri constituído por (no mínimo) dois docentes incluindo uma componente de avaliação pelos pares (5% de cada momento).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving while developing a project, reinforcing active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model is fully based on continuous assessment in the context of active learning. Evaluation will be continuous, with 3 moments of public exposure (initial pitch (30%) + midterm presentation (30%) + final presentation (40%)); The submitted elements will be guide for the development of a portfolio of variable content, depending on the project (website, report/poster, presentation, dissemination video). Evaluation should be conducted by a jury of (at least) two professores, and include peer-evaluation (5% at each stage).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de acompanhamento tutorial, onde se analisam problemas reais e se desenham e implementam soluções. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações, em particular nos projectos que forem desenvolvidos por equipas multidisciplinares.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of tutorial guiding, where real problems are analysed and solutions are designed and implemented. This approach will not only fulfill the objectives, but will also help to level the knowledge of students with different backgrounds and training, particularly in the case of projects developed in multidisciplinary teams.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Depends on the project topic.

Mapa IV - Computação e Programação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Computação e Programação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computation and Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

LogComp

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP-56.0**4.4.1.6. ECTS:
6.0****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):
ist13222, Carlos Caleiro, 19h.****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist12220, Francisco Dionísio, 18h.
ist13113, Jaime Ramos, 19h.****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Compreender a noção de algoritmo. Dominar os conceitos da programação imperativa e recursiva, e sua utilização em ambiente computacional interactivo. Desenvolver aplicações recorrendo a técnicas de modularização por abstracção de dados.****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Understand the notion of algorithm. Master the concepts of imperative and recursive programming, and their use in an interactive computing environment. Develop applications using modularization and data abstraction techniques.****4.4.5. Conteúdos programáticos:
Introdução à programação em sistema interactivo (MatLab) de cálculo, manipulação e visualização de dados. Introdução à programação usando linguagem apropriada (Python). Conceitos básicos da programação imperativa e recursiva; ciclos; recursão e iteração; definição de funções e procedimentos; variáveis, tipos e atribuições; efeitos colaterais; passagem de parâmetros. Outros paradigmas de programação: objecto e classe, programação funcional, encapsulamento e abstracção. Exemplos: aplicações numéricas e manipulação de vectores e matrizes, ordenação e pesquisa binária. Programação em grande escala: programação modular por camadas centrada nos dados. Mecanismos de modularização. Exemplos: torres de Hanoi sobre pilhas, implementações estáticas e dinâmicas, filas e árvores. Aplicações: matrizes esparsas, simulação estocástica, optimização linear, biocomputação. Projecto adaptado ao domínio de especialidade.****4.4.5. Syllabus:
Introduction to programming in interactive system (MatLab) for numeric and symbolic computation, and data manipulation and visualization. Introduction to programming using a language suited to the intended domain of application (Python). Basic concepts of imperative and recursive programming; cycles; recursion and iteration; functions and procedures; variables, types and assignment; side-effects; parameter passing. Other programming paradigms: objects and classes, notions of functional programming, encapsulation and abstraction. Examples: numeric applications, manipulation of vectors and matrices, sorting and binary search. Large-scale programming: modularization and data abstraction. Examples: towers of Hanoi over stacks, static and dynamic implementations, queues and trees. Applications: sparse matrices, discrete event simulation, linear optimization, biocomputing. Project suited to the intended domain of specialization.****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC às metodologias de avaliação, os pontos dos conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.****4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Taking into account the expected learning outcomes of the UC and the evaluation methods, the syllabus envisages precisely giving the students the necessary knowledge and competences.****4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos,**

reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora Testes/Exame 50% e Projeto 50%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates Tests/Exam 50% and Project 50%.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Computation and Programming Using Python, John V. Guttag, 2013, MIT Press; Introdução à Programação em Python, C.Caleiro, J.Ramos, 2016, DMIST; Programação em Python: Introdução à programação utilizando múltiplos paradigmas, J. P. Martins, 2015, IST Press; Think Python: How to think like a computer scientist, A. Downey, 2012, Green Tea Press; Learning Python (5th edition). , M. Lutz, 2013, O'Reilly Media; MATLAB Programming for Engineers, S. Chapman, 2015, 5th ed., CL Engineering; Introdução à Programação em MATLAB, J. Ramos, A. Sernadas, P. Mateus, 2005, DMIST

Mapa IV - Biorrefinarias e Bioprocessos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biorrefinarias e Bioprocessos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biorefineries and Bioprocesses

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBB

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP21.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

Opcional: Licenciatura em Engenharia Biológica.

4.4.1.7. Observations:

Undergraduate degree in Biological Engineering,

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

ist24812, Frederico Castelo Alves Ferreira, 11 h;

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

ist129469, Maria Teresa Ferreira Cesário Smolders, 5 h; ist171174 Nuno Ricardo Torres Faria, 5h.

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

Um dos desafios colocados à nossa sociedade prende-se com a alteração do paradigma de produção de energia e materiais orgânicos. O desenvolvimento de tecnologias permite-nos hoje desenhar processos e biorrefinarias, que usem matérias primas renováveis (ie sintetizadas, na sua origem, a partir energia solar, dióxido carbono e água) e não matérias de origem fóssil.

No final da disciplina os alunos deverão ser capazes de:

- 1 Identificar e analisar cadeias de produção e resíduos a usar como matérias primas,*
- 2 Identificar e quantificar valor de produtos produzidos ou a produzir, incluindo materiais e combustíveis,*
- 3 Identificar e reconhecer desafios e oportunidades para impacto de biocatalizadores existentes e a desenvolver para promoção de eficiência em bioprocessos,*
- 4 Desenhar diferentes tipos de biorrefinarias, integrando processos convencionais ou emergentes,*
- 5 Compreender o impacto da bioeconomia e conhecer estratégias de economia circular.*

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

Changing the paradigm for the production of energy and organic material is one of the main challenges that we face today. The development of modern biotechnologies allow to design of bioprocesses and biorefineries that, instead of fossil materials, use renewable raw materials (i.e. substances, that in their origin, were synthetized using solar energy, carbon dioxide and water).

At the end of the course, students should have acquired knowledge and developed skills to:

- 1. Identify and analyse production chains and wastes that can be used as raw materials,*
- 2. Identify and quantify the value of products produced or to be produced, including materials and fuels,*
- 3. Identify, recognize challenges and opportunities for existing, or to be developed. biocatalysts on supporting efficient bioprocesses,*
- 4. Design different types of biorefineries, integrating conventional or emerging processes,*
- 5. Understand the impact of bioeconomy and circular economy strategies.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A UC aborda conceitos e ferramentas em biorrefinarias:

- 1 Matérias Primas: Análise de resíduos e efluentes das cadeias de valor de produtos renováveis na indústria agro-alimentar e transformadora,*
- 2 Produtos: Análise de valor e oportunidades de produção/isolamento de produtos (eg moléculas de baixo peso molecular, biomoléculas, bioplásticos, e combustíveis),*
- 3 Pré-tratamento: processos de desconstrução de biomassa, hidrólise, detoxificação, tratamento de efluentes, etc,*
- 4 Identificação e compreensão dos princípios operacionais das operações unitárias constituintes dos processos de biorrefinarias,*
- 5 Estudo de biocatalizadores (células heterotróficas e autotróficas, enzimas),*
- 6 Estudo de diferentes tipos de biorrefinarias (biomassas, autotróficas, água),*
- 7 Economia circular, definições, conceitos e oportunidades,*
- 8 Bioeconomia, definições, conceitos e oportunidades,*
- 9 Avaliação de sustentabilidade.*

4.4.5. Syllabus:

This UC includes basic concepts and tools in biorefineries:

- 1. Raw Materials: Analysis of the value chains of renewable products in the agri-food and processing industry, in order to identify waste and effluents with potential to be used as raw material,*
- 2. Products: Analysis of the value and opportunities for production / isolation of products (e.g. low molecular weight molecules, biomolecules, bioplastics, and fuels),*
- 3. Pre-treatment: biomass deconstruction, hydrolysis, detoxification, effluent treatment, etc.,*
- 4. Identification and understanding the operating principles of unitary operations to design biorefineries,*
- 5. Study of biocatalysts (heterotrophic and autotrophic cells, enzymes),*
- 6. Study of different types of biorefineries (biomass, autotrophic, water),*
- 7. Circular economy, definitions, concepts and opportunities,*
- 8. Bioeconomics, definitions, concepts and opportunities,*
- 9. Sustainability assessment.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com conhecimentos e competências necessários à concretização dos objetivos. Estes conteúdos programáticos, organizados em tópicos, abrangem de forma simplificada, o desenho de biorrefinarias, integração de processos, inclusão de biorrefinaria em cadeias de produção e impacto económico e ambiental. Objetivos 1-2 são endereçados em tópicos 1-3, relacionados com matéria-prima/produtos/efluentes e seu processamento. Objetivos 3 e 4 são abordados em tópicos 4-6, focadas no conceito de biorrefinaria e desenho de processos constituintes. O objetivo 5 é abordado em tópicos 7-9 que remetem para uma visão global da temática e impacto económico e ambiental. A UC está organizada em sessões que combinam exposição de conteúdos e abordagem “aprender-fazendo”, integrando conhecimentos de forma crítica. A execução do projeto visa promover o desenvolvimento da autonomia de planeamento, execução e análise.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus aims to provide students with the knowledge and skills necessary to achieve the objectives. Syllabus contents, organized on topics, cover, in a simplified way, the themes of biorefineries design, process integration, inclusion of biorefinery in production chains and impact in economic and environmental terms. Objectives 1 and 2 are addressed in topics 1-3, related to raw materials/products/effluents and their processing. Objectives 3 and 4 are covered in topics 4-6, focused on the concept of biorefinery and the design of its constituent processes. Objective 5 is addressed in topics 7-9 that refers to a global view of the theme and economic and environmental impact. The UC is organized in sessions that combine an exposition of concepts with a “learn-by-doing” approach, integrating knowledge in a critical way. The execution of the project aims to promote the development of planning, execution and analysis autonomy.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação em aula:

30% 3 mini-testes em aula no fim de cada módulo de ensino

10% Análise crítica e quantificação de soluções a desafios colocados por alterações climáticas - confrontação com informação no media

10% Infográfico em tema de biorrefinaria/sustentabilidade à escolha do aluno.

Projeto integrador em diferentes grupos de estudantes focado em diferentes processos/produtos dentro de uma mesma biorrefinaria. Será fornecido um enunciado de um problema com objetivos e fronteiras definidas.

30% Apresentação final, em formato dirigido a conselhos de administração de biorrefinaria

20% Sumário executivo e recomendações. Os alunos terão a oportunidade de integrar os pontos discutidos na apresentação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Class evaluation includes:

30% 3 mini-tests in class

10% Critical analysis and quantification of solutions for climacteric changes challenges - confrontation with media information,

10% Infographic on biorefinery / sustainability theme chosen by the student.

Integrating project in different groups of students focused on different processes / products within the same biorefinery. A statement of a problem with defined objectives and boundaries will be provided.

The project evaluation includes:

30% Final presentation, in a format aimed at biorefinery management boards

20% Executive summary and recommendations.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
As metodologias de ensino estão alinhadas com os objetivos de aprendizagem, onde se segue uma combinação de estratégias de ensino com momentos de exposição com “aprender-fazendo” em aulas teórico-práticas.

O modelo de avaliação integra mini- exercícios em aula ao fim de cada grupo de 3 tópicos (no total de 9) de forma a conciliar conceitos e fomentar o estudo contínuo.

A UC focada na aprendizagem de desenho e desenvolvimento de biorrefinarias e as suas operações unitárias, usando processos e catalisadores eficientes (objetivo 3 e 4). Esta aprendizagem será conduzida não só através elementos expositivos de um projeto integrador em diferentes grupos de estudantes focado em diferentes processos/produtos dentro de uma mesma biorrefinaria, seguindo um enunciado de um problema com objetivos, fronteiras e uma metodologia pré-definidos.

A este projeto integrador inclui ainda elementos de contextualização, avaliados em apresentações e infográficos, que visam a aprendizagem de análise de cadeias de produção e resíduos a usar como matérias primas (objetivo 1), e

identificação de produtos, incluindo materiais e combustíveis, a serem desenvolvidos em biorrefinaria (objetivo 2) e impacto económico e ambiental (objetivo 5).

A forma de apresentação/discussão dos tópicos nas aulas teórico-práticas e o desenvolvimento de um projeto que promove a autonomia dos alunos, tem por objetivo o desenvolvimento do seu espírito crítico, apoiado em sólidos conhecimentos fundamentais. Desta forma, os alunos adquirirão os conhecimentos e competências que esta unidade curricular pretende transmitir.

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

The teaching methodologies are aligned with the learning objectives, where a combination of teaching strategies follows with moments of exposure with "learning-doing" in theoretical/practical classes.

The evaluation model includes mini-exercises in class at the end of each group of 3 topics (in total 9) in order to consolidate concepts and encourage continuous study.

The UC focused on learning to design and develop biorefineries and their unit operations, using efficient processes and catalysts (objectives 3 and 4). This learning will be conducted not only through knowledge transmission by expositive sessions, but also through an integrating project in different groups of students focused on different processes / products within the same biorefinery. A statement of a problem, objectives, boundaries and methodology previously defined.

This integrative project also includes elements of contextualization, evaluated in presentations and infographics, to support the ability to analyse the production of value chains and wastes to be used as raw materials (objective 1), and identification of products, including materials and fuels, to be developed in biorefinery (objective 2) and economic and environmental impact (objective 5).

The presentation / discussion of topics in theoretical/practical classes and the development of a laboratorial project that promotes students' autonomy, aiming the development of students' critical analysis ability, supported by solid fundamental knowledge. The students' will then be in possession of the proposed knowledge and competences.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Biorefinery, Integrated Sustainable Processes for Biomass Conversion to Biomaterials, Biofuels, and Fertilizers, Bastidas-Oyanedel, Juan-Rodrigo, Schmidt, Jens Ejbye (Eds.), 2019, Springer International Publishing, 10.1007/978-3-030-10961-5;

Integrated Biorefineries: Design, Analysis, and Optimization, P. R. Stuart, M. M. El-Halwagi, CRC Press, ISBN 9781439803462;

Biorefineries Targeting Energy, High Value Products and Waste Valorisation, M. Rabaçal, A.F. Ferreira, C.A.M. Silva, M. Costa, M. (Eds.), 2017, Springer International Publishing, 10.1007/978-3-319-48288-0;

Separation and Purification Technologies in Biorefineries, Book S. Ramaswamy, B. V. Ramarao and Dr H-J Huang (eds), 2013, Wiley-Blackwell;

Artigos científicos

Mapa IV - Introdução a Processos de Separação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução a Processos de Separação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Separation Processes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP24,5

4.4.1.6. ECTS:
3.0

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):
ist11853, Ana Maria de Figueiredo Brites Alves, 14.77 horas

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist31579, Miguel Ângelo Joaquim Rodrigues, 9.73 horas

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

A disciplina de Introdução a Processos de Separação tem como objectivos:

1. *Obter uma visão global sobre os Processos de Separação de maior relevância.*
2. *Utilizar os conhecimentos básicos das Ciências de Engenharia, na resolução de problemas que envolvam vários tipos de separações de misturas binárias e/ou multi-componentes.*
3. *Introduzir critérios de análise escolha e optimização de condições operatórias.*
4. *Introdução aos fundamentos do projecto: escolha de equipamento adequado para um dado processo e seu dimensionamento.*

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

Global overview on separation processes.

Use of basic knowledge on Engineering Sciences for the resolution of problems involving several types of separation operations for binary and multicomponent mixtures.

Ability to choose the optimum operating conditions for a given separation.

Introduction to basic criteria and calculation assisting the choice and design of equipment.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Contextualização e introdução às operações de separação.*
2. *Equilíbrio: andar de equilíbrio e sua descrição (equações Mesh).*
3. *Evaporação sem e com elevação ebulioscópica. Metodologia para reduzir consumo de energia.*
4. *Extracção líquido-líquido (via física): só cálculo analítico de N.*
5. *Destilação de soluções binárias em andares (só abordagem analítica)*
6. *Destilação multicomponente: método FUG.*
7. *Destilação descontínua diferencial e em andares.*
8. *Equipamento de contacto gás-líquido (G-L): descrição detalhada e dimensionamento.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to separation processes.*
2. *Equilibrium stage and its description (MESH equations)*
3. *Evaporation without and with ebullioscopic elevation. Methodologies for reduction of energy consumption.*
4. *Liquid-liquid extraction without chemical reaction: analytical calculation of the number of equilibrium stages, N.*
5. *Continuous stage distillation of binary mixtures: analytical calculations.*
6. *Multicomponent distillation: FUG method*
7. *Discontinuous distillation: differential and in stages.*
8. *Gas-liquid (G-L) equipment: detailed description and design.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning

outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação continua (50%) + Exame final (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Continuous evaluation (50%) + final exam (50%)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Engenharia de Processos de Separação , Edmundo Gomes de Azevedo, Ana Maria Alves, 2016, IST Press, 3ª Ed.

Mapa IV - Fenómenos de Transporte em Sistemas Biológicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fenómenos de Transporte em Sistemas Biológicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Transport Phenomena in Biological Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBB

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

T-28, TP-14

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

Como forma de maximizar a eficiência de aprendizagem/ensino, poderão ser criados turnos para as aulas teórico-práticas, cada um com uma fracção dos alunos inscritos. A carga letiva de cada um dos docentes envolvidos na unidade curricular poderá assim ser superior à indicada.

4.4.1.7. Observations:

In order to maximize the teaching/learning efficiency, shifts of the theoretical-practical classes, each one with a fraction of the enrolled students, may be created. The teaching load for each one of the teachers involved in the curricular unit may thus be higher than the one indicated.

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

ist13392, Duarte Miguel de França Teixeira dos Prazeres, 42 h (T-28, TP-14)

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

<sem resposta>

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

A UC FTSPB tem como objectivo dotar os alunos da capacidade de utilizar conceitos fundamentais de Fenómenos de Transporte na resolução de problemas Biológicos variados. Os alunos deverão:

- 1- consolidar conceitos fundamentais de Transporte de Massa, Momento e Calor.*
- 2- desenvolver modelos matemáticos quantitativos e preditivos simples utilizando as abordagens de balanços diferenciais e balanços compartimentais.*
- 3- interpretar de forma quantitativa, e à luz dos conceitos chaves, aspectos da biologia como o escoamento do sangue, o transporte de solutos em capilares, membranas e tecidos, o transporte de oxigénio e dióxido de carbono e o transporte de calor em sistemas biológicos.*
- 4- aplicar os conceitos chave e as técnicas de modelação, na análise e projecto de dispositivos como hemodialisadores, oxigenadores de sangue, sistemas de plasmaferese e permutadores de calor.*

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

The curricular unit aims to provide students with the ability to use fundamental concepts of Transport Phenomena in solving various biological problems. Students should:

- 1- consolidate fundamental concepts of Mass, Moment and Heat Transport.*
- 2- develop simple quantitative and predictive mathematical models using differential and compartmental balance approaches.*
- 3- quantitatively interpret transport-related aspects of biological systems such as blood flow, the transport of solutes in capillaries, membranes and tissues, the transport of oxygen and carbon dioxide and heat exchange.*
- 4- apply the key concepts of transport and modeling techniques in the analysis and design of devices such as hemodialysis devices, blood oxygenators, plasmapheresis systems and heat exchangers.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução. Princípios de transporte. Transporte em sistemas biológicos.*
- 2. Fluidos biológicos e redes vasculares. Hematócrito e capilares. Osmose e pressão osmótica.*
- 3. Reologia de fluidos biológicos. O sangue. Eq. de Casson. Aplicações biológicas da eq. de Hagen-Poiseuille.*
- 4. Transporte de solutos. Convecção e difusão transcáilar. Difusão em poros, meios heterogéneos, fluido intersticial e c/ potencial eléctrico. Transporte entre capilares e tecidos. Modelo de Krogh. Números adimensionais, Coeficientes de transferência de massa.*
- 5. Transporte de O₂. Hemoglobina. Curvas de dissociação O₂-hemoglobina. Equação de Hill. Oxigenação de tecidos e meios de cultura. Transporte de O₂ no cilindro de Krogh.*
- 6. Dispositivos de transferência de massa. Oxigenadores, hemodialisadores e outros permutadores de massa.*
- 7. Transporte de calor. Calor metabólico. Números adimensionais e coeficientes de transferência de calor. Permutadores de calor.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction. Principles of transport. Examples of transport in biological systems.*
- 2. Biological fluids and vascular networks. Hematocrit and capillaries. Osmosis and osmotic pressure.*
- 3. Rheology of biological fluids. Blood and Casson's equation. Biological applications of the Hagen-Poiseuille equation.*
- 4. Transport of solutes. Transcapillary convection and diffusion. Diffusion in pores, heterogeneous media, interstitial fluids and with electrical potential. Transport between capillaries and tissues. The Krogh model. Adimensional numbers and mass transfer coefficients.*
- 5. Transport of oxygen. Hemoglobin. O₂-hemoglobin dissociation curves. Hill's equation. Oxygenation of tissues and culture media. O₂ transport in the Krogh cylinder.*
- 6. Mass transfer devices and operation. Blood oxygenators, hemodialysis and other mass exchangers.*
- 7. Heat transport. Metabolic heat. Adimensional numbers and heat transfer coefficients. Heat exchangers.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem descritos acima, poderá ser constatado por um especialista na matéria que os conteúdos programáticos pretendem dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento. Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos dos Fenómenos de Transporte e a sua aplicação aos sistemas biológicos, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios.

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

The topics covered by the syllabus are intended to provide students with the knowledge and skills necessary to fulfill

the learning objectives described above. The syllabus focuses on key topics in Transport Phenomena and on their application to biological systems, allowing the student to review and deepen background knowledge, as well as acquire new knowledge. Theoretical foundation, essential concepts and application examples are provided, and students are instructed to autonomously study the contents and solve application exercises.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames ($\leq 50\%$). A avaliação será baseada num exame (50%) e em avaliação contínua (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams ($\leq 50\%$). Assessment will be based on an exam (50%) + plus continuous evaluation (50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos por intermédio de aulas teóricas e teórico-práticas, e na aprendizagem por via de estudo autónomo. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações. A resolução de problemas práticos e a elaboração de um mini-projecto permite o confronto com problemas reais. A UC permitirá também desenvolver Competências Transversais em Pensamento Crítico e Inovador (Estratégias de Resolução de Problemas - no âmbito das aulas teórico-práticas) e Competências Interpessoais (Trabalho em Equipa - no âmbito do mini projecto).

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

The teaching methodology will be based on the transfer of concepts through theoretical and theoretical-practical classes, and on learning through autonomous study. This approach will not only fulfill the objectives, but will also help to level the knowledge of students with different backgrounds. The solving of practical problems and the elaboration of a mini-project allows the students to be confronted with real problems. The course promotes the development of Transversal Skills, and specifically of i) Critical and Innovative Thinking (Problem Solving Strategies - within the scope of theoretical-practical classes) and ii) Interpersonal Skills (Teamwork - within the scope of a mini project to be defined).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Basic Transport Phenomena in Biomedical Engineering, Ronald L. Fournier, 1999, Taylor and Francis, London; Transport Phenomena in Biological Systems, 2nd Edition, G.A. Truskey, F. Yuan, D.F. Katz, 2010, Pearson Prentice Hall Bioengineering, NJ, USA; Fundamentos de Transferência de Massa, M.N. Pinho, D.M. Prazeres, 2014, IST Press, Lisboa

Mapa IV - Microbiomas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Microbiomas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Microbiomes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBiol

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:**T-42, TP-7****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****UC optativa****4.4.1.7. Observations:****UC optativa****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist26960, Rodrigo Costa, 49 h (T-42, TP-7)****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):**

Dotar o aluno de conhecimentos avançados acerca do funcionamento e aplicações dos microbiomas, i.e, o conjunto de todos os microrganismos que coexistem/interagem num dado habitat/hospedeiro. Os conhecimentos sobre a fisiologia e genómica de organismos cultiváveis serão aqui estendidos num contexto “multi-espécies” (cultiváveis ou não), para o entendimento da função, diversidade e metabolismo dos microbiomas em ambientes naturais ou fabricados, e suas potenciais aplicações como fontes de novos materiais e biomoléculas. A componente teórico-prática visa ensinar novas técnicas bionfórmicas de metagenómica comparativa, bioprospeção de genes codificadores de novos antibióticos, e análise da comunidade viral presente nos microbiomas. As atividades incidem sobre modelos de estudo de importância médica, biotecnológica e ambiental, com ênfase às funções e aplicações do microbioma humano e dos microbiomas associados a animais e plantas.

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

To promote knowledge of the functioning and applications of microbiomes, that is, the pool of all microorganisms that coexist and interact in a given habitat/host. Acquired knowledge of the physiology and genomics of cultivated microorganisms are here extended into a “multi-species” (culturable or not) context for a better understanding of the function, diversity and metabolism of microbiomes in natural or man-made environments, and of their potential applications as sources of novel materials and biomolecules. The theoretical-practical module will train students on bioinformatics and comparative metagenomics techniques used in the analysis of the diversity, function and bioprospection of antibiotic-encoding genes in complex microbial consortia. These activities will be performed on study models of medical, biotechnological and environmental relevance, with emphasis on functions and applications from the microbiomes associated with humans, plants and animals.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução aos microbiomas. A “anomalia” do cultivo em placa. 2. Metagenómica. Análise da diversidade, função e potencial biotecnológico de microbiomas por métodos independentes de cultivo. 3. Genómica de células singulares e de organismos não cultiváveis. A ligação entre identidade e função microbiana em comunidades complexas. 4. Matéria negra microbiana e biosfera rara. 5. Interações nos microbiomas. Comunicação química. 6. A interação microbioma-hospedeiro. Transmissão vertical e horizontal de simbioses e sua relevância em medicina, agricultura e aquacultura. 7. Microbiomas-modelo e suas aplicações. O microbioma humano e a saúde, o microbioma de invertebrados marinhos e os novos fármacos, o microbioma das plantas e os futuros agro-ecossistemas, o microbioma dos peixes e a patogénese em aquacultura. 8. Microbiomas e suas aplicações; microbiomas sintéticos e biotecnologia; comunidades virais e seu papel na regulação dos microbiomas.

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction to microbiomes. The great plate count anomaly 2. Metagenomics: cultivation-independent analyses of the diversity, function and biotechnological potential of microbiomes. 3. Genomics of uncultivated microorganisms. The link between identity and function in complex microbiomes. 4. Microbial dark matter and the rare biosphere. 5. Interactions in microbiomes. Chemical signaling. 6. Symbioses and host-microbiome interactions. Vertical and horizontal transmission of symbionts and its relevance in medicine, agriculture and aquaculture. 7. Model study systems and their applications. Microbiomes and human health, marine invertebrate microbiomes and the discovery of novel drugs, plant microbiomes and the agroecosystems of the future, the fish microbiome and pathogenesis in aquaculture. 8. Microbiome manipulation and its applications, Synthetic microbiomes and biotechnology, viral

communities (“viromes”) and their role in the regulation of microbiomes.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- *A nota final resulta da apresentação de seminário (40% da nota final) e relatório (40% da nota final) sobre um pequeno projeto de investigação a ser conduzido, com acompanhamento dos responsáveis pela UC, ao longo do semestre, e da apresentação de três relatórios curtos sobre resultados obtidos em aulas teórico-práticas (20% da nota final).*
- *A aprovação depende de nota superior a 10 valores em todas as componentes.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The final grade in this curricular unit results from the presentation of a seminar (40% of the final grade) and report (40% of the final grade) on a small research project to be conducted (under supervision by the teaching staff) during the semester, along with the presentation of three small reports on results obtained in practical lectures (20% of the final grade).

- *Approval depends on grades above 10 in each evaluation component.*

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Artigos científicos e capítulos de livro sugeridos pelo responsável da UC

Mapa IV - Laboratórios de Engenharia Biológica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Laboratórios de Engenharia Biológica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biological Engineering Laboratory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBB

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

PL24.5

4.4.1.6. ECTS:
3.0

4.4.1.7. Observações:

Devido a restrições na capacidade de ocupação dos laboratórios, está prevista a criação de turnos para aulas laboratoriais, cada um com uma fracção dos alunos inscritos. A carga letiva de cada um dos docentes envolvidos na unidade curricular poderá assim ser superior à indicada.

4.4.1.7. Observations:

Due to restrictions in the capacity of the laboratories, shifts for laboratorial classes, each one with a fraction of the enrolled students, are foreseen. The teaching load for each one of the teachers involved in the curricular unit may thus be higher than the one indicated.

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

Maria Ângela Cabral Garcia Taipa Meneses de Oliveira, ist13278, lecturing load 24.5h/PL(100%)

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

<sem resposta>

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

O objetivo pedagógico desta unidade curricular é o desenvolvimento de actividades laboratoriais sobre caracterização de enzimas e a sua aplicação em Biotecnologia.

No final desta UC os alunos deverão adquirir competências para:

- compreender melhor os princípios da Engenharia Enzimática e a sua aplicação aos Bioprocessos.*
- lidar com equipamento (laboratorial) e metodologias utilizadas em processos enzimáticos*
- aplicar ferramentas computacionais básicas à modelação de processos enzimáticos*
- projectar e realizar experiências para avaliar e resolver problemas em Engenharia Enzimática*
- realizar pesquisa bibliográfica, interpretar dados, tirar conclusões e comparar os resultados com dados descritos na literatura*
- demonstrar boas práticas laboratoriais e consciência das questões de saúde e segurança na investigação e prática da engenharia.*

Os trabalhos laboratoriais propostos serão realizados em grupos de 3-4 pessoas.

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

The pedagogic objective of this curricular unit is the development of laboratory work on enzyme characterization and application in Biotechnology.

Concerning competences to be acquired, at the end of this CU students should:

- Know and understand the principles of Enzyme Technology and their application to Bioprocesses*
- Deal with equipment (at a Lab scale) and methodologies employed in enzyme-based processes.*
- Apply basic computational tools to model operation and kinetics of enzymatic processes.*
- Design and conduct experiments to evaluate and solve specific problems in Enzyme Engineering and related areas.*
- Perform bibliographic search, interpret data, draw conclusions and compare the results with data in the literature.*
- Demonstrate improved laboratory skills and awareness of health and safety issues in research and engineering practice.*

The laboratory assignments shall be performed by students organized in groups of 3-4 individuals.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

As sessões de laboratório abrangerão os seguintes tópicos:

- Purificação de enzimas*
- Abordagens integradas e HTS (high throughput) para estudar o efeito da imobilização de enzimas: i) nas constantes cinéticas (K_m e $V_{máx}$); ii) no pH e temperatura óptimos para a atividade enzimática; iii) na estabilidade térmica e cinética de desactivação (ajuste de modelos matemáticos)*
- Estudo de desdobramento térmico de proteínas por espectroscopia.*
- Estudo de reatores enzimáticos em operação contínua. Aplicação a uma bioconversão com uma enzima imobilizada (ajuste de modelos matemáticos)*

Para a compreensão/discussão dos resultados experimentais obtidos nas atividades propostas e elaboração dos relatórios científicos os alunos aplicarão conhecimentos teóricos anteriormente adquiridos sobre imobilização e cinética enzimática, fenómenos de transferência de massa, estabilidade de proteínas e operação/modelação de reactores.

4.4.5. Syllabus:

The laboratory sessions shall address the following topics:

-Enzyme purification

-Integrated and high throughput (HTS) experimental approaches to study the effect of enzyme immobilization on: i) kinetic constants (K_m and $V_{m\acute{a}x}$); ii) optimal pH and temperature for enzyme activity; iii) thermal stability and enzyme deactivation kinetics (fitting to adequate mathematical models).

-Study of thermal unfolding of proteins by spectroscopic techniques.

-Study of continuous operation and performance of different types of enzymatic reactors. Application to a case study: bioconversion with an immobilized enzyme (modeling analysis and fitting to mathematical models).

The comprehension/discussion of experimental results in the laboratory assignments and the elaboration of scientific reports will allow students to apply previously acquired knowledge on enzyme immobilization and kinetics, mass transport phenomena, protein stability and reactor operation/modelling.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e as aptidões/competências definidos nos objetivos pedagógicos da UC, o que poderá ser constatado e confirmado por qualquer especialista na área da Tecnologia de Enzimas.

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

The topics of syllabus aim to endow students with the knowledge and learning outcomes defined in the pedagogical objectives of the CU, which can be verified and confirmed by any specialist in the field of Enzyme Technology.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os alunos serão avaliados pelas suas capacidades de aprendizagem e execução nos trabalhos propostos, com as seguintes contribuições: Desempenho laboratorial (20%), ii) participação nas sessões de análise dos dados experimentais (10%), iii) relatório científico (40%) e iv) discussão oral sobre os relatórios científicos e os conteúdos programáticos (30%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Students will be assessed for their learning and execution skills in the proposed assignments, with the following contributions: i) Laboratory performance (20%); Participation in classes for data treatment and analysis (10%); iii) Scientific Reports (40%) and iv) Oral discussion of scientific reports (30%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na concretização de conceitos teóricos, através realização de trabalhos experimentais. Serão realizados estudos integrados que envolvem uma aprendizagem cooperativa entre os alunos. O trabalho e aprendizagem em colaboração promove o envolvimento dos alunos, a discussão e participação ativa nas atividades propostas e a transferência de conhecimentos intra- e entre grupos.

Os alunos deverão conciliar e reunir conhecimentos teóricos anteriormente adquiridos, tendo em vista a compreensão plena e discussão dos resultados experimentais e a elaboração dos relatórios científicos.

No final da UC, os alunos terão desenvolvido maior competência na área dos Processos Enzimáticos e serão dotados de capacidades laboratoriais e científicas acrescidas.

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

The teaching methodology will be based on the illustration of theoretical concepts, through experimental activities. Integrated studies that involve cooperative learning among students will be carried out. Collaborative work and learning promotes student's involvement, active participation in the proposed activities and the transfer of knowledge intra- and inter-groups.

Students will gather theoretical knowledge previously acquired in order to fully understand and discuss experimental results and to prepare scientific reports.

At the end of the UC, students shall have enhanced their competence in the area of Enzyme Processes and will be provided with increased laboratory and scientific skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bioprocess Engineering Principles, P. Doran, 2012, Elsevier; Engenharia Enzimática, Cabral JMS, Aires-Barros MR, Gama M (eds.), 2003, Lidel-Edições Técnicas; Enzyme Biocatalysis: Principles and applications, A. Illanes, (ed), 2008, Springer; Biochemistry, 4th Edition, Zubay, G, 1998, McGraw-Hill

Mapa IV - Fábricas Celulares Microbianas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fábricas Celulares Microbianas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Microbial Cell Factories

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBiol

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist148703, Nuno Gonçalo Pereira Mira, 25 h

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

ist14034, Jorge Humberto Gomes Leitão, 6 h

ist14109, Susana de Almeida Mendes Vinga Martins, 15 h

ist146963, Pedro Tiago Gonçalves Monteiro, 3 h

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

Esta UC tem como objectivo familiarizar os estudantes com as abordagens e tecnologias modernas para a engenharia de micróbios tendo em vista a sua aplicação em processos biotecnológicos de elevado impacto societal. Em específico, serão detalhadas abordagens de engenharia genética/genómica e de engenharia metabólica, a aplicar em diferentes contextos, bem como serão estudados os melhores métodos para a fenotipagem "high-throughput" das estirpes desenhadas. Será enfatizado o uso de ferramentas computacionais para o suporte da engenharia de estirpes, bem como para a prospecção in silico de novas vias metabólicas/enzimas e para a fenotipagem de estirpes. As vantagens, limitações e possibilidades de aplicação das diferentes abordagens no contexto industrial serão discutidas, tirando vantagem da organização de seminários leccionados por investigadores vindos preferencialmente da indústria.

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

The course aims at familiarizing students with state of the art approaches and technologies used to engineer microbes

for application in biotechnological processes with a strong societal impact. In specific, the use of genetic/genomic engineering approaches, as well as metabolic engineering strategies and high-throughput screening methods of best-performing microbial strains, will be detailed. Emphasis will be put on the use of computational tools to support the strain engineering strategies, the implementation of "new-to-nature" prospection pathways and the strain screening. The advantages, applications and limitations of the different approaches will be put in context with their real application through invited seminars that will be lectured by researchers coming preferably from the industrial setting.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Overview das vias metabólicas centrais com impacto em processos biotecnológicos mediados por micróbios. Princípios de simulação metabólica in silico suportada por "constrain-based flux balance analysis". Algoritmos para optimização de estirpes. Exploração de redes genéticas em engenharia de micróbios. Ferramentas de biologia sintética para prospecção in silico de vias metabólicas/enzimas para a implementação da produção microbiana de compostos químicos de valor acrescentado. Estratégias de engenharia genética e genómica para melhorar a performance de hospedeiros microbianos: evolução dirigida, genome shuffling, abordagens fenómicas e metabolómicas para guiar a evolução racional de catalisadores microbianos. Engenharia metabólica para melhorar o balanço de cofactores, potencial redox, rácio substrato/produto e engenharia de transportadores. Design e optimização de biosensores para a fenotipagem high-throughput de estirpes.

4.4.5. Syllabus:

The course aims at familiarizing students with state of the art approaches and technologies used to engineer microbes for application in biotechnological processes with a strong societal impact. In specific, the use of genetic/genomic engineering approaches, as well as metabolic engineering strategies and high-throughput screening methods of best-performing microbial strains, will be detailed. Emphasis will be put on the use of computational tools to support the strain engineering strategies, the implementation of "new-to-nature" prospection pathways and the strain screening. The advantages, applications and limitations of the different approaches will be put in context with their real application through invited seminars that will be lectured by researchers coming preferably from the industrial setting.

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

Constituindo objectivos específicos da disciplina a familiarização dos alunos com as metodologias state-of-the art para a engenharia de micróbios, é pois essencial que os conteúdos programáticos se foquem na aprendizagem aprofundada dos conceitos subjacentes a essas metodologias, bem como os limites de aplicação das mesmas. Da mesma forma é essencial o desenvolvimento dos conceitos associados à modelação de redes metabólicas e genéticas, dado o papel central que estas ferramentas têm desempenhado no suporte da engenharia genética/genómica de micróbios.

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

Being specific objectives of the course, familiarisation of the students with the state-of-the-art methodologies for microbe engineering, it is thus essential that the program of the course puts emphasis on the understanding of the concepts underlying those methodologies, along with the possibilities and limitations they offer. Similarly, considering the central role that has been played by computational tools (in particular, modelling of genetic and metabolic networks) in design of microbial strains, it is essential to study the concepts that render these tools useful, as well as their principles of functioning.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A nota final na UC resulta da avaliação de duas componentes:

- 1. Projecto (65%)- Os alunos realizarão um pequeno projecto (supervisionado pelos professores nas aulas OT previstas) visando a exploração das ferramentas/abordagens aprendidas para solucionar desafios biotecnológicos identificados. A apresentação dos resultados (que pode envolver validação experimental) e da estratégia usada, em conjunto com o relatório escrito associado, serão objecto de avaliação.*
- 2. Laboratórios (35%) - Os alunos elaborarão dois relatórios escritos para descrever os resultados obtidos nas aulas laboratoriais L2 e L5 (75% da nota da componente laboratorial). Serão realizados quizzes online nas aulas laboratoriais (focados nos objectivos das aulas e nas metodologias a usar) cujo resultado também será levado em conta (25% da componente laboratorial)*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The final grade results from the balance between the contributions of two evaluation elements:

- 1. Research project, accounting for 65% of the final grade. Students will be given a small project (whose development will be tutored by the teachers in OT classes) to explore the learned tools/approaches to solve/improve a given biotechnological process. The presentation made by the students describing the results obtained (that could involve wet-lab validation) and the strategy used, along with the accompanying written report, will be used for grading this component.*
- 2 – Laboratories, accounting for 35% of the final grade - Two written reports produced by the students to describe the results obtained in laboratories L2 and L5 will be graded (75% of the lab component). Online quizzes, focused on the*

definition of each lab classs objective and methodology, will also be graded and taken into account (25% of the lab component).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Sendo esta área de índole essencialmente prática, as metodologias de ensino estão largamente assentes no "hands-on" (aprendizagem activa) pelos alunos, com um reforço da aprendizagem de componente prática, quer baseada em aulas práticas computacionais e/ou laboratoriais (nalguns casos integrando mesmo resultados das duas), quer no desenvolvimento do projecto que constituirá a maior fatia da avaliação dos alunos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Being the area where the course is development one that has essentially a practical application, the teaching methodologies to be used are essentially focused on an "hands-on" approach by the students, either through computational and/or wet-lab classes (in some cases even integrating aspects from both types of classes) or through the execution of the small research project that each groups of students will develop and that will constitute the major part of their evaluation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Systems Biology: A Textbook, 2nd edition, Edda Klipp, Wolfram Liebermeister, Christoph Wierling, Axel Kowald, 2016, Wiley ; Systems Biology: Constraint-based Reconstruction and Analysis, Bernhard O. Palsson, 2015, Cambridge University Press; State-of-the art research articles focused on the themes where the CU is developped including metabolic engineering, gene/genome engineering, synthetic biology, enzyme engineering and evolution and design and optimization of biosensors, -, -, -

Mapa IV - Introdução à Bioengenharia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Bioengenharia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Bioengineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBB

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5

4.4.1.6. ECTS:

3.0

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):

ist13392, Duarte Miguel de França Teixeira dos Prazeres, 9.0 h

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

ist13412, João Miguel Sanches, 8.5 h

ist31519, Cláudia Lobato Silva, 7.0 h

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

A UC IBioeng introduz os alunos ao pensamento quantitativo em Bioengenharia. Os alunos deverão:

- 1-demonstrar um conhecimento básico do objeto e âmbito de atuação das Engenharias Biológica e Biomédica*
- 2-compreender como métodos exactos em engenharia podem ser usados para resolver problemas em Biologia/Medicina*
- 3-conhecer e compreender a relevância da análise de unidades e dimensões na resolução de problemas quantitativos em bioengenharia*
- 4-conhecer as variáveis mais importantes da Bioengenharia e utilizá-las juntamente com conhecimentos básicos de matemática, química e física na resolução de problemas simples*
- 5-demonstrar um conhecimento básico das ordens de grandeza características do mundo biológico e produzir estimativas fundamentadas dessas ordens de grandeza*
- 6-compreender e aplicar o conceito de balanço de massa na resolução de problemas*
- 7-obter noções básicas de sensores, transdutores, análise espectral e aprendizagem automática.*

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

The curricular unit IBioeng introduces the students to quantitative thinking in Bioengineering. The students should:

- 1- demonstrate basic knowledge of the object and context of application of Biological and Biomedical Engineering.*
- 2- understand how exact methodologies in engineering can be used to solve problems in Biology/Medicine.*
- 3- know and understand the relevance of dimensional analysis in the resolution of quantitative problems in Bioengineering.*
- 4- know the most important variables in Bionegineering and use this knowledge ogether with basic knowledge in mathematics, physics and chemistry to solve simple problems.*
- 5- demonstrate a basic knowledge of the orders of magnitude characteristic of the biological world and produce educated estimates of those orders of magnitude.*
- 6- understand and apply the concept of mass balance in problem solving.*
- 7- obtain basic notions of sensors, transducers, spectral analysis and machine learning.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução à UC. Ética e Gestão de Tempo. Engenharia Biológica e Engenharia Biomédica. Pensamento quantitativo em Bioengenharia.*
- 2. Cálculos em Engenharia. Dimensões básicas e derivadas. Sistemas de Unidades. Conversão de unidades*
- 3. Análise dimensional. Números adimensionais. Equações homogéneas, homogéneas restritas e não homogéneas*
- 4. As variáveis da bioengenharia*
- 5. Problemas de Fermi. Ordens de grandeza e estimativas em biologia (molécula, proteína, vírus, microorganismos, célula, órgão, corpo humano)*
- 6. Balanços de Massa. Sistemas e fronteiras. A lei da conservação e a equação geral de balanço de massa. Balanço de massa c/ reacção. Estequiometria. Reacções biológicas*
- 7. Resolution of real problems (e.g. optimização matemática)*
- 8- Sensores e transdutores*
- 9-Funções harmónicas e análise espectral*
- 10- Tópicos em aprendizagem automática e inteligência artificial. Agrupamento e classificação de dados.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Introduction. Ethics and time management. Biological and Biomedical Engineering. Quantitative thinking in Bioengineering.*
- 2. Engineering calculations. Basic and derived dimensions. Systems of units. Unit conversion.*
- 3. Dimensional analysis. Adimensional numbers. Homogeneous, restricted homogeneous and non-homogeneous equations.*
- 5. Bioengineering variables.*
- 5. Fermi problems in biology. Orders of magnitude and estimates in biology (small molecules, proteins, viruses, microorganisms, cells, organs, human body).*
- 6. Mass balances. Systems and boundaries. Conservation of mass and the general mass balance equation. Mass balance with reaction. Stoichiometry. Biological reactions.*
- 7. Resolution of real problems (e.g. mathematical problems of optimization).*
- 8- Sensors and transducers.*
- 9- Harmonic functions and spectral analysis.*
- 10- Topics in machine learning and artifical intelligence. Data clustering and classification.*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem descritos acima, poderá ser constatado que os pontos dos conteúdos programáticos pretendem dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento.

Os conteúdos programáticos abrangem tópicos relevantes no contexto de uma Introdução à Bioengenharia e a sua aplicação, permitindo ao aluno rever e aprofundar conhecimentos antecedentes, bem como adquirir novos conhecimentos. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios.

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

The topics covered by the syllabus are intended to provide students with the knowledge and skills necessary to fulfill the learning objectives described above. The syllabus focuses on key topics relevant in the context of an Introduction to Bioengineering and on their application, allowing the student to review and deepen background knowledge, as well as acquire new knowledge. Theoretical foundation, essential concepts and application examples are provided, and students are instructed to autonomously study the contents and solve application exercises.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames ($\leq 50\%$). A avaliação compreende um exame (50%) + avaliação contínua (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams ($\leq 50\%$). The assessment includes and exam (50%) plus continuous evaluation (50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos por intermédio de aulas teóricas e teórico-práticas, e na aprendizagem por via de estudo autónomo. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações. A resolução de problemas práticos e a elaboração de um mini-projecto permite o confronto com problemas reais. A UC permite desenvolver Competências Transversais dos grupos Pensamento Crítico e Inovador (Estratégias de Resolução de Problemas - no âmbito das aulas teórico-práticas), Competências Intrapessoais (Produtividade e Gestão de Tempo - no âmbito do módulo Gestão de Tempo, a ministrar pelo Núcleo de Desenvolvimento Académico), Competências Interpessoais (Trabalho em Equipa - no âmbito de um mini projecto), Cidadania Global (Ética e Deontologia profissional - no âmbito do módulo Ética para Estudantes, a ministrar pelo Núcleo de Desenvolvimento Académico).

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

The teaching methodology will be based on the transfer of concepts through theoretical and theoretical-practical classes, and on learning through autonomous study. This approach will not only fulfill the objectives, but will also help to level the knowledge of students with different backgrounds. The solving of practical problems and the elaboration of a mini-project allows the students to be confronted with real problems. The course promotes the development of Transversal Skills, and specifically of i) Critical and Innovative Thinking (Problem Solving Strategies - in the theoretical-practical classes), ii) Intrapersonal Skills (Productivity and Time Management - Time management module, to be taught by the Academic Development unit at IST), iii) Interpersonal Skills (Teamwork - in the scope of the mini-project) and iv) Global Citizenship (Professional Ethics and Deontology - under the Student Ethics module, to be taught by the Academic Development unit at IST).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Biomedical Calculations-Principles and Practice , Richard F. Burton, 2008, John Wiley & Sons

Mapa IV - Química

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QFMN**4.4.1.3. Duração:
Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:
56.0****4.4.1.6. ECTS:
6.0****4.4.1.7. Observações:**

Devido a restrições na capacidade de ocupação dos laboratórios, está prevista a criação de turnos para aulas laboratoriais, cada um com uma fracção dos alunos inscritos. Como forma de maximizar a eficiência de aprendizagem/ensino, poderão ser criados turnos para as aulas teórico-práticas, cada um com uma fracção dos alunos inscritos. A carga letiva de cada um dos docentes envolvidos na unidade curricular poderá assim ser superior à indicada.

4.4.1.7. Observations:

Due to restrictions in the capacity of the laboratories, shifts for laboratorial classes, each one with a fraction of the enrolled students, are foreseen. In order to maximize the teaching/learning efficiency, shifts of the theoretical-practical classes, each one with a fraction of the enrolled students, are foreseen. The teaching load for each one of the teachers involved in the curricular unit may thus be higher than the one indicated.

**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
ist129111, Luísa Margarida Dias Ribeiro de Sousa Martins, (28T+ 14P + 28L/semestre)****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

Outro(s) docente(s) ou Assistente(s) Convidado(s)/Monitor(es) a designar ou a contratar pelo Departamento de Engenharia Química (14P + 28L/semestre)

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

Esta UC destina-se a um agrupamento de cursos que inclui no seu plano curricular várias UCs de Química ou que exigem conhecimentos de base de Química.

Pretende-se que os alunos adquiram conhecimento de como e porquê os átomos se combinam, formando moléculas e estruturas mais complexas, e de como a sua composição e estrutura afeta as respetivas propriedades (relações estrutura-propriedade).

Este objetivo é atingido através da inclusão de temas novos e atuais, mas também de "Case-studies" dos tópicos focados, que motivam os alunos para a importância dos mesmos em diversas áreas da Engenharia, nomeadamente nas áreas referentes aos cursos em causa.

-

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

This CU is intended for a group of courses that include in their curriculum several Chemistry CUs or that require basic knowledge of Chemistry.

Students are expected to gain knowledge of how and why atoms combine to form more complex molecules and structures, and how their composition and structure affects their properties (structure-property relationships).

This objective is achieved through the inclusion of new and current topics, as well as Case-studies on specific subjects, that motivate students to their importance in various areas of Engineering, namely those related to their respective undergraduate courses.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução ao Modelo quântico do átomo.

Propriedades periódicas dos elementos.

Ligação Química em Moléculas Diatómicas – Teoria das Orbitais Moleculares.

Introdução à espectroscopia de visível, UV e IV. Processos Fotoquímicos elementares

Ligação Química em Moléculas poliatómicas – Teoria do Enlace de Valência.

Forças Intermoleculares e propriedades de compostos covalentes

Polímeros: Estrutura e morfologia. Reações de polimerização, Degradação térmica, fotoquímica e química.

Metais: Estruturas. Ligação metálica segundo a TOM: Teoria das bandas. Ligas.

Sais Iónicos – Estruturas. Energia Reticular.

Cristais Covalentes - Ligação segundo a TOM: Teoria das bandas.

Introdução às propriedades elétricas.

Cinética e Termodinâmica Química.

Reações Ácido-Base e de Dissolução.

Reações de Oxidação-Redução. Eletroquímica.

Corrosão.

Aplicações ao curso de Engenharia em causa.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to the quantum model of the atom.

Periodic properties of elements.

Chemical Bonding in Diatomic Molecules - Molecular Orbital Theory.

Introduction to Visible, UV and IR spectroscopy. Elementary photochemical processes

Chemical Bonding in Polyatomic Molecules - Valence Bond Theory.

Intermolecular Forces and Properties of Covalent Compounds.

Polymers: Structure and morphology. Polymerization reactions, Thermal, photochemical and chemical degradation.

Metals: Structures. Molecular Orbital Theory applied to metal bonds: Band theory. Metal Alloys.

Ionic Salts - Structures. Lattice Energy.

Covalent Crystals - Molecular Orbital Theory: Band Theory.

Introduction to electrical properties.

Kinetics and Chemical Thermodynamics.

Acid-Base and Dissolution Reactions.

Oxidation-Reduction Reactions. Electrochemistry.

Corrosion.

Applications to this specific engineering course.

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

Os conteúdos programáticos, descritos em 5, abrangem os principais tópicos de uma cadeira de Química Geral. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação prática e laboratorial, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos, a resolução de exercícios de aplicação e racionalização/interpretação dos resultados laboratoriais.

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, é possível constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias para a aquisição dos referidos objetivos.

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

The syllabus, described in 5, cover the main topics of a General Chemistry course. Theoretical background, essential concepts and examples of practical and laboratory applications are provided, the students being asked to study the contents, solve application exercises and rationalize/interpret laboratory results.

In view of the learning objectives of the CU, described in 4, it is possible to see that all points of the syllabus aim to provide students with the knowledge and skills necessary for the acquisition of these objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e na realização de trabalhos laboratoriais de ilustração dos conteúdos programáticos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa (p. ex, trabalhos de casa, fichas práticas e laboratoriais, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to foster learning based on problem solving and on carrying out laboratory work to illustrate the syllabus, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (e.g. homework, practical and laboratory worksheets, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams (50%).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas teórico-práticas e trabalhos experimentais em laboratório. Esta abordagem permitirá não só cumprir os

objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of theoretical-practical classes and experimental work in the laboratory. This approach will not only fulfill the objectives but will also help to level the knowledge of students with different origins and backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Chemistry, Raymond Chang and Jason Overby, 2019, 13th Edition, McGraw-Hill;*
- *General Chemistry for Engineers, Jeffrey S. Gaffney and Nancy A. Marley, 2018, Elsevier;*
- *Apontamentos das Aulas Teóricas de Química, Corpo docente, 2019, AEIST*

Mapa IV - Introdução à Matemática Computacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Matemática Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Computational Mathematics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ANAA

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

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):

ist13440, Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva, 0h.

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

ist13212, Juha Hans Videman, 28h.

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

Compreender a limitação finita de algoritmos numéricos. Trabalhar com estimativas de erros e compreender a propagação de erros computacionais. Interpolarm e extrapolar dados por interpolação e mínimos quadrados. Aplicar os conceitos a ciências de dados e medições experimentais. Resolver equações não lineares, e aproximar a solução de equações diferenciais ordinárias, pelos métodos numéricos mais comuns. Aplicar a teoria à resolução de problemas de engenharia e de visualização gráfica. Desenvolver e apresentar um projecto computacional.

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

Understand the finite limitations of numerical algorithms. Work with error estimates and understand the propagation of computational errors. Interpolate and extrapolate data also using least squares. Apply the concepts to data science and experimental measurements. Solve nonlinear equations, and approximate the solution of ordinary differential equations, by the most common numerical methods. Apply the theory to engineering and computational problems. To develop and present a computational project.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Representação numérica e introdução ao MATLAB (ou Python). Erros e Condicionamento. Interpolação e extrapolação de dados. Método de Mínimos Quadrados - Projecção L2 discreta. Equações unidimensionais - Métodos da Secante e de Newton. Integração Numérica e Equações Diferenciais Ordinárias – Métodos de Trapézios, Taylor e Runge-Kutta.

4.4.5. Syllabus:

Numeric representation and introduction to MATLAB (or Python). Errors and Conditioning. Data interpolation and extrapolation. Least Squares Method - Discrete L2 projection. One-dimensional equations - Secante and Newton methods. Numerical Integration and Ordinary Differential Equations - Trapezoidal, Taylor and Runge-Kutta Methods.

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

Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de métodos e algoritmos numéricos. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

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

The course content corresponds to concepts and techniques of numerical numerics and algorithms. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora Exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua (75%). Trabalhos computacionais (25%). Eventual necessidade de discussão oral dos trabalhos, requerida para notas finais iguais ou superiores a 18.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates Exam/tests, subject to a minimum grade, complemented with continuous evaluation components (75%). Computational projects (25%). An oral discussion of the computational projects may be required and is mandatory for students with grades greater than or equal to 18.

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

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

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

The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Scientific Computing with MATLAB and Octave , A. Quarteroni, F. Saleri, P. Gervasio, 2014, 4th ed., Springer; Cálculo

Científico com o MatLab e o Octave. , A. Quarteroni, F. Saleri , 2007, Springer ; Numerical Methods for Engineers, S. Chapra, R. Canale, 2009, 6th ed, MacGraw Hill

Mapa IV - Introdução à Economia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Economia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Economy Introduction

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EGO

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5

4.4.1.6. ECTS:

3.0

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):

ist14021, Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista, 0h

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

ist14105, Margarida Catalão Lopes, 14h

ist152309, Hugo Castro Silva, 10.5h

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

O objetivo principal da unidade curricular de Introdução à Economia é permitir aos alunos um primeiro contacto com conceitos económicos fundamentais para o seu dia-a-dia enquanto cidadãos, profissionais de engenharia, ciência e tecnologia, e consumidores. Pretende-se que adquiram um entendimento e familiaridade com questões básicas e estruturantes na sociedade, tais como inflação, desemprego, PIB e crescimento económico, globalização, desigualdade, inovação, o papel da economia nas alterações climáticas, sustentabilidade, responsabilidade social. Após a frequência desta UC os alunos deverão estar habilitados com as competências necessárias para compreender a envolvente económica em que a sua atividade profissional se virá a desenrolar, quer em empresas já estabelecidas, start-ups, ou instituições públicas.

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

The main objective of the Introductory Economics course unit is to provide students with a first contact with economic concepts fundamental to their daily lives as citizens, engineering, science and technology professionals, and consumers. Students are expected to gain an understanding and familiarity with basic and structuring issues in societies such as unemployment, inflation, GDP and economic growth, globalization, inequality, innovation, the role of the economy in climate change, sustainability, and social responsibility. After completing this course students should be qualified with the necessary skills to understand the economic environment in which their professional activity will unfold, across

established companies, start-ups, and government institutions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Mercados, eficiência e papel do Estado*
2. *PIB e crescimento económico, inovação e progresso tecnológico*
3. *Inflação, desemprego e desigualdade*
4. *Bancos, dinheiro e mercado de crédito; crises financeiras e globalização*
5. *Política económica*
6. *Economia, ambiente e alterações climáticas*
7. *Economia digital, informação e desafios sociais*

4.4.5. Syllabus:

1. *Markets, efficiency and the role of the Government*
2. *GDP and economic growth, innovation and technological progress*
3. *Inflation, unemployment and inequality*
4. *Banks, money and the credit market; financial crises and globalization*
5. *Economic Policy*
6. *Economy, environment and climate change*
7. *Digital Economy, information, and social challenges*

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

Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias à realização dos objetivos de aprendizagem. Os alunos adquirem conhecimentos sobre conceitos económicos fundamentais por via da sua aplicação a problemas e desafios reais atuais que afetam a sociedade e a economia.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Trabalho de aplicação sobre um dos tópicos da matéria (25%) + mini teste (25%) + exame (50%)

Note-se que o campo de horas de contacto P deveria estar preenchido com 0.75, mas, por limite de inserção de 3 caracteres, o 5 final é truncado e aparece apenas 0.7.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Applied mini project on one of the course topics (25%) + mini test (25%) + exam (50%)

Note that the contact hours P field should be filled with 0.75, but because of the 3 characters insertion limit, the final 5 is truncated and only 0.7 appears.

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

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames ($\leq 50\%$).

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *The Economy* – <https://www.core-econ.org/the-economy/book/text/0-3-contents.html>;
- * *Economia do Bem Comum*, Jean Tirole, 2018, Guerra e Paz;
- * *Principles of Economics*, Gregory Mankiw, 8th edition, 2018, Cengage;
- * *Foundations of Real-World Economics*, John Komlos, 2nd edition, 2019, Routledge, Taylor and Francis Group.

Mapa IV - Física I**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Física I***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Physics I***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***FBas***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168.0***4.4.1.5. Horas de contacto:***49.0***4.4.1.6. ECTS:***6.0***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):***ist12746, Luís Humberto Viseu Melo; 3.5h/semana, total 49.0h***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):**

Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos físicos com ferramentas de cálculo. Garantir formação científica avançada e profunda nos domínios fundamentais da Física que permita abordagens de inovação disciplinares ou interdisciplinares.

Específico: Compreensão e interligação dos conceitos e princípios básicos da Física clássica, nos domínios da Mecânica e da Termodinâmica, como massa, energia e trabalho, através de uma perspectiva integradora dos mesmos; capacidade de os aplicar à resolução de problemas, nomeadamente no que respeita às suas aplicações tecnológicas.

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

General: Quantitatively predict the consequences of a variety of physical phenomena with calculatory tools. Ensure advanced and thorough scientific training in the fundamental fields of Physics, hence allowing for disciplinary or interdisciplinary approaches to innovation.

Specific: Ability to understand and interconnect the concepts and basic principles of classical Physics, in the fields of Mechanics and Thermodynamics, such as mass, energy and work, through an integrative perspective; ability to apply them to problem solving, particularly in what concerns their technological applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Descrição do movimento no Espaço e Tempo: Leis de conservação e Simetrias do Espaço-Tempo. Conservação da Energia (Mecânica), do Momento Linear, e do Momento Angular. Sistemas isolados. Energias cinética e potencial.

2. Forças interiores e exteriores: Centro de Massa. Trabalho e Momento duma força. Sistemas conservativos e dissipativos.

3. Corpo rígido: Momento de Inércia.

4. Estabilidade e oscilações. Oscilações harmónicas simples e amortecidas.

5. Dinâmica de Fluidos: fluido ideal, equação de continuidade, equação de Bernoulli.

6. Sistema termodinâmico. Trabalho e calor. Capacidade calorífica, calor específico e calor latente. Os estados da matéria. Transições de fase. Temperatura. Transmissão de calor: convecção, condução, radiação.

7. O gás ideal. Teoria cinética dos gases. Temperatura e energia cinética. Calor específico a volume e a pressão constante.

8. Energia e Entropia. Os princípios da Termodinâmica. Transformações reversíveis e irreversíveis. Máquinas térmicas.

4.4.5. Syllabus:

1. Description of motion in space and time: Laws of conservation and symmetries of space-time. Energy Conservation (Mechanical), Linear Momentum, and Angular Momentum. Isolated systems. Kinetic and potential energies.

2. Internal and external forces: Center of Mass. Work and Moment of a Force. Conservative and dissipative systems.

3. Rigid Body: Moment of Inertia.

4. System Stability: Oscillations. Simple and damped harmonic oscillations.

5. Fluid Dynamics: ideal fluid, continuity equation, Bernoulli's equation.

6. Thermodynamic system. Work and heat. Heat capacity, specific heat and latent heat. The states of matter. Phase transitions. Temperature. Heat transmission: convection, conduction, radiation.

7. The ideal gas. Kinetic theory of gases. Temperature and kinetic energy. Specific heats at constant volume and pressure.

8. Energy and Entropy. The principles of Thermodynamics. Reversible and irreversible processes. Thermal engines.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% avaliação contínua por Fichas/Mini-Testes (exclusivamente durante o horário das aulas) [Mediante recursos adequados de monitores e/ou assistentes de ensino, o docente poderá usar também séries de problemas, apresentações orais e/ou discussões de resolução]

50% Exame

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% continuous assessment by Mini-tests (exclusively during class hours) [If an appropriate number of teaching assistants and/or graders is available, series of problems, oral presentations and/or solution discussions may also be considered]

50% Exam

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introdução à Física, J.D. Deus et al. , 2014, Livraria Escolar Editora, ISBN: 9789725924402; Physics for Scientists and Engineers, R. A. Serway, J. W. Jewett , 2004 , ISBN: 0-53- 440842-7

Mapa IV - Álgebra Linear

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Álgebra Linear

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Linear Algebra

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist12816, José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão, 0H

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

ist13402, Paulo Pinto, 56H

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

Domínio do cálculo matricial e de métodos para resolver sistemas de equações lineares. Domínio de espaços vetoriais e de transformações lineares. Estudar formas canónicas de matrizes, valores e vetores próprios e valores singulares. Estudar exemplos de aplicações.

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

Master matrix calculus and methods for solving systems of linear equations. Learn about vector spaces and linear transformations. Study canonical forms of matrices, eigenvectors, eigenvalues and singular values. Study applications of the previous subjects.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Métodos de eliminação de Gauss e Gauss-Jordan. Aplicação à solução de sistemas lineares. Matrizes. Matrizes inversas. Determinantes.

Definição e exemplos de espaços vetoriais. Conjuntos linearmente independentes.

Transformações Lineares. Núcleo e imagem de uma transformação linear. Espaço de soluções de uma equação linear. Valores e vetores próprios. Multiplicidade algébrica e geométrica. Forma canónica de Jordan. Exemplos de aplicações (e.g. sistemas de equações diferenciais ordinárias lineares com coeficientes constantes, estabilidade de sistemas dinâmicos lineares, cadeias de Markov, algoritmo de PageRank).

Definição de produto interno. Ortogonalização de Gram-Schmidt. Método dos quadrados mínimos.

Teorema espectral. Transformações ortogonais, unitárias, hermitianas. Decomposição em valores singulares de uma transformação entre espaços euclidianos. Classificação das formas quadráticas reais.

4.4.5. Syllabus:

Gauss and Gauss-Jordan elimination applied to the solution of linear systems. Matrices, inverse matrices and determinants.

Definition and examples of vector spaces. Linearly independent sets.

Linear transformations. Nullspace (kernel) and range of a linear transformation. Solution space of a linear equation.

Eigenvectors and eigenvalues. Algebraic and geometric multiplicity of an eigenvalue. Jordan canonical form.

Applications (e.g. systems of linear ordinary differential equations with constant coefficients, stability of linear dynamical systems, Markov chains, PageRank algorithm).

Inner product spaces. Gram-Schmidt orthogonalization. The least squares method.

Spectral theorem. Orthogonal, unitary and hermitean linear transformations. Singular value decomposition of a linear transformation between euclidean spaces. Classification of quadratic forms.

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

Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de Álgebra Linear. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas interligações, à formulação de problemas bastante variados cuja resolução requer a utilização de ferramentas de álgebra linear de uma forma criativa.

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

The topics to be covered correspond to concepts and methods of Linear Algebra. Besides learning those topics the student is encouraged to use a combination of different methods and of their interrelations to formulate problems whose solution requires the creative application of tools from Linear Algebra.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

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

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa por parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em diferentes contextos.

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

The formulation and solution of problems, the practice of autonomous work and active learning by the student imply that he has acquired throughout the course a solid and dynamic understanding of the concepts and techniques taught, being able to relate and use them in different contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

** Linear Algebra and its applications, D. Lay, S. Lay, and J. McDonald, 2016, (5th edition), Pearson Education.;*

** Linear Algebra, J. Hefferon, 2017, (3rd edition), Saint Michael's College;*

** Álgebra Linear como Introdução à Matemática Aplicada, L. Magalhães, 1998, (8ª edição), Texto Editora;*

** Introduction to Linear Algebra, G. Strang, 2016, (5th edition), Wellesley-Cambridge Press;*

** Linear Algebra, S. Friedberg, A. Insel and L. Spence, 2003, (4th edition), Pearson Education.*

Mapa IV - Tecnologias Verdes e Estratégias de Decisão

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Tecnologias Verdes e Estratégias de Decisão

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Green Technologies and Strategic Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBB

4.4.1.3. Duração:**Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****Opcional:****Licenciatura em Engenharia Biológica,****Mestrado em Engenharia Química,****Mestrado em Engenharia Biológica,****Mestrado em Engenharia do Ambiente,****Mestrado em Biotecnologia****4.4.1.7. Observations:****Optional****Undergraduate degree in Biological Engineering,****Master in Chemical Engineering,****Master in Biological Engineering,****Master in Environmental Engineering,****Master in Biotechnology****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist24812, Frederico Castelo Alves Ferreira, 24.5h; ist90102, Carlos Miguel Calisto Baleizão, 24.5h****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):****Uma das responsabilidades dos futuros Engenheiros e Cientistas nas áreas das Ciências Biológicas e Químicas será avaliar e integrar soluções sustentáveis económica e ambientalmente para a Indústria.****No final da cadeira, os alunos deverão ter desenvolvido capacidades de:**

- 1. utilização de ferramentas e metodologias analíticas para quantificação de impactos económicos e ambientais (modelos de distribuição nível 1 e 2, limites de toxicidade, métricas verdes, análise de ciclo de vida, etc),**
- 2. análise de regulação e boas práticas na área ambiental,**
- 3. seleção de “best available technologies” e tecnologias emergentes,**
- 4. estruturação de problemas,**
- 5. formulação de soluções criativas,**
- 6. avaliação do potencial e viabilidade das soluções propostas,**
- 7. análise detalhada das soluções promissoras, tendo em conta contexto empresarial real,**
- 8. decisão final quanto à exequibilidade da solução proposta.**

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**One of the major roles of the next generation of biological and chemical engineers and scientists is to evaluate and integrate technologies able to provide economic and environmental sustainable solutions to industry.****At the end of this course, the students should had develop skills on:**

- 1. tools and methodologies for quantification of economic and environmental impacts (fate model, level I and II, plume model, toxicity thresholds, green metrics, life cycle analysis, etc),**
- 2. analysis of regulation and good practices for environmental issues,**
- 3. selection of “best available technologies” and emergent technologies,**
- 4. problem structuring**
- 5. formulation of creative solutions**

6. *evaluation of the potential and viability of the suggested solutions*
7. *detailed analysis of the solution with more potential, taking into account the real corporate and regulatory culture; and*
8. *final decision about the feasibility of the proposed solution.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Esta UC inclui:

1. Conceitos básicos em sustentabilidade e noções em

i) química e métricas verdes, análises de ciclo de vida e pegada ecológica

ii) desafios potenciados por alterações climáticas; legislação; responsabilidade corporativa; compensação de CO2

iii) economia circular e bio economia

iv) gestão, estratégia e negociação.

2. Tecnologias Emergentes

Discussão de “Best Available Technologies”, tecnologias emergentes em bio- e organocatálise; novos meios reacionais e ativação química; processos de separação, reciclagem e valorização de resíduos; materiais e bioprocessos.

O trabalho aborda problemas com impacto na sustentabilidade na Indústria:

3. Estruturação e resolução de problemas usando tecnologias verdes, com perspetiva de negócio.

4. Avaliação e recomendações finais

As abordagens tomadas e a exequibilidade das soluções encontradas serão discutidas de forma crítica com profissionais.

4.4.5. Syllabus:

This UC learning tracks are:

1. Basic concepts of sustainability and key notions on

i) green chemistry and green metrics, life cycle analysis, carbon footprint;

ii) climate change challenges; policy; regulations; corporate sustainability; and carbon compensation;

iii) circular economy and bioeconomy;

iv) management, strategy and negotiation.

2. Emergent Technologies

Critical discussion of “Best Available Technologies”, emergent technologies on bio- and organocatalysis, new reaction matrixes and chemical reaction activation. chemical process of separation, recycling and waste valorisation; bio-materials and bioprocesses.

The work addresses problems with impact on industry sustainability.

3. Problem structuring and solving: a business perspective of green technologies.

4. Evaluation and final recommendations.

The approaches taken and feasibility of the recommended solution will be critically discussed with professionals.

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

Os conteúdos programáticos estão organizados em várias sub-unidades em linha com os objetivos da UC. As 2 primeiras sub-unidades visam fornecer conteúdos, aumentar o conhecimento dos alunos na área e fornecer metodologias que serão utilizadas como ferramentas em diferentes exercícios, onde se procura avaliar a sustentabilidade das soluções apresentadas. As 2 últimas unidades seguem uma abordagem de “aprender-fazendo”, onde o aluno orientados pelos professores e convidados da indústria, utilizam as ferramentas aprendidas anteriormente. Estas sub-unidades estão fortemente correlacionadas com os objetivos da unidade, onde os alunos aprendem estratégias de decisão, a estruturar um problema, decidir as fronteiras e alvos a alcançar, procurar soluções, fazer levantamento de dados e interagir com especialistas no campo. Os alunos desenvolvem uma avaliação económico-ambiental das diferentes soluções tendo em conta cenários geopolítico-económicos diferentes.

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

The syllabus is designed with several teaching sub-units, aligned with the learning outcomes and strongly coherent with UC objectives: The first 2 sub-units aim to provide contents, enhancing students' knowledge on the field and providing frameworks to be used as tools in further exercises to searching and evaluate for sustainable solutions. The last 2 units offer an opportunity to students to follow an “hands-approach” guided by teachers and guests from industry. These sub-units are strongly correlated with the unit objectives as, using tools previously taught, put in action the mechanisms of decision making, where the students are asked to structure the problem, decide boundaries and targets to be achieved, search for solutions, develop skill in data mining and interact with experts on the field. An analytical analysis is asked to the students for economical-environmental evaluation of the different solutions taking for different geopolitical-economic scenarios.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação em aula:

15% Exercícios de cálculo em métodos de avaliação de sustentabilidade

5% Participação em exercícios de negociação

5% Análise crítica de soluções a desafios colocados por alterações climáticas - confrontação com informação no media

O projeto a desenvolver em grupo visa a estruturação de uma solução para um problema industrial e quantificação de impacto económico e ambiental. Os alunos desempenharão o papel de consultores e os Professores de clientes cuja empresa necessita implementar alterações ao seu processo produtivo.

A avaliação deste projeto inclui:

25% Apresentação intermédia, análise de soluções propostas e decisão de soluções a estudar em detalhe,

35% Apresentação final, em formato dirigido a conselhos de administração ou investidores,

15% Sumário executivo e recomendações. Os alunos terão a oportunidade de integrar os pontos discutidos na apresentação.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Class evaluation includes:

15% Exercises using environmental impact assessment frameworks,

5% Participation in negotiation exercises,

5% Critical analysis of solutions for climacteric changes challenges - confrontation with media information,

The project to be developed in group follows an algorithm of pre-established tasks, and defined key deliverables, to address an industrial problem and quantify the environmental and economic impact of the solution. The students will act as consultants and the teachers as clients of a company which need to update one of its processes to meet economical/environmental criteria.

The project evaluation includes:

25% Intermediate presentation on the suggested solutions and decision solutions to be further assessed

35% Final presentation, targeting administration boards or investors.

15% Executive summary and recommendations. The students can integrate the feedback given during the final presentation discussion.

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

As metodologias de ensino estão alinhadas com os objetivos de aprendizagem, onde se segue uma estratégia de ensino de "aprender-fazendo".

Durante o curso o aluno aprende a avaliar a sustentabilidade de diferentes soluções tecnológicas e adquirir conhecimento de uma série de "Best available technologies" e tecnologias emergentes. A avaliação individual decorre através de uma série de mini exercícios que contribuem para o aluno se tornar proficiente nas ferramentas usadas para análise de sustentabilidade. Ferramentas usadas para tomada de decisões são incorporadas em exercícios de negociação adicionais, incluindo uso de cenários alternativos, árvores de decisão e teoria dos jogos. A avaliação individual conta ainda com a participação em aula para estimular a proatividade do estudante.

O aluno irá se desenvolver uma análise de um estudo de caso, onde após estruturar o problema e definir as respetivas fronteiras e alvos a atingir, os alunos irão procurar e selecionar tecnologias, que aplicadas ao problema podem oferecer uma solução do problema ambiental em um determinado setor industrial. Sustentabilidade económica, ambiental (e em alguns casos social) será avaliada. Competências de procura de dados e informação, de uso nas ferramentas analíticas usadas, serão desenvolvidas. Um conjunto de fichas é facultado aos estudantes de forma a os orientar no desenvolvimento do seu estudo de caso.

As apresentações são preparadas como comunicações formais dirigidas ao conselho de administração de uma empresa. A apresentação intermédia discute as análises de duas soluções tecnológicas encontradas e as decisões tomadas. A apresentação final avalia a importância de diferentes cenários geopolítico-económicos, abordando decisões na área da gestão e análise competitiva. O uso de metodologia de ensino em que os estudantes, professores e convidados assumem diferentes papéis, permite simular o processo de tomada de decisão em empresas industriais. Profissionais da área são convidados a participar em aulas específicas. Os alunos têm a oportunidade de incluir no sumário executivo e recomendações, o feedback dado anteriormente por convidados e professores.

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

The teaching methodologies are highly aligned with the learning outcomes, where a "learning by doing" approach is carried out along the course.

The student will learn to quantify sustainability of different technologic solutions and became aware of a range of existing "Best Available Technologies" and emerging technologies. The individual evaluation through a series of mini

exercises ensures that the student becomes proficient in different environmental and economic assessment learned tools. Additional decision-making tools such as scenario case analysis, decision trees and game theory are used in negotiation exercises. Individual class participation is also considered in the evaluation in order to stimulate student's pro-activity.

The student will be engage on the analysis of a case study, where after structuring the problem and define boundaries and targets for the solution, the students will engage in a technology search and selection to apply such technology to solve an environmental problem in a given industrial sector.

Economic, environmental (and in some cases social) sustainability will be taking into account. Data mining skills will be developed to search for data to be used in different assessment tools. A set of form templates are given to the students to guide students through their development of the case study.

The presentations are prepared as formal communications to the board of a company. The Intermediate presentation discusses the analyses of suggested solutions and decisions made concerning two possible solutions. The final presentation evaluates the importance of different geopolitical-economic scenarios, which allow developing some managerial skills and competitive analysis. The use of role player teaching methodology allows to mimic the process of decision making and industrial concerns. Professionals of the field are invited to participate in specific classes.

In the executive summary and recommendations, students have the opportunity to include the feedback previously given by guests and teacher.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Green Chemistry and Chemical Engineering, B.Han, T.Wu, 2019, Springer, doi.org/10.1007/978-1-4939-9060-3;
Green Technologies and Environmental Sustainability, R.Singh, S.Kumar, 2017, ISBN 978-3-319-50654-8;
Economics of Strategy, D.Dranove, D.Besanko, M.Shanley, S.Schaefer, 2017, Wiley, ISBN: 978-1-119-04231-0;
Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector, T.Brinkmann, G.G.Santonja, H.Yükseler, S.Roudier, L.D.Sancho, 2016 , EUR 28112 EN; doi:10.2791/37535;
Development of sustainable bioprocesses: modeling and assessment, E.Heinzle, A.P.Biwer, C.L. Cooney, 2006, John Wiley, DOI:10.1002/9780470058916;
The Application of Biotechnology to Industrial Sustainability, OECD Publishing, Paris, doi.org/10.1787/9789264195639;
Biotechnology in the Chemical Industry: Towards a Green and Sustainable Future, P. Bajpai, 2019, Elsevier ISBN:978012818402;
Scientific Papers

Mapa IV - Design de Nanomateriais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Design de Nanomateriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Design of Nanomaterials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QFMN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist90102, Carlos Miguel Calisto Baleizão, 24.5h e ist13296, José Paulo Sequeria Farinha, 24.5h

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):

Compreensão das bases científicas e tecnológicas dos nanomateriais. Domínio de técnicas de preparação, processamento, propriedades e aplicações. Elucidação e aprofundamento das metodologias envolvidas na preparação e modificação de nanomateriais. Os estudantes devem adquirir competências nas estratégias envolvidas na preparação e optimização de nanomateriais, ajustadas às necessidades dos diferentes campos de aplicação.

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

Understanding the scientific and technological bases of nanomaterials, including preparation, processing, properties and applications. Focus on the methodologies involved in the preparation and modification of nanomaterials. At the end of the course, the students will have a deep knowledge on the different strategies to prepare and modify the principal classes of nanomaterials, following a tailor-made approach to obtain the desired properties/applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos nanomateriais e nanotecnologia. Impacto na sociedade, desafios e oportunidades.

Superfícies à nano-escala

Estabilização de nanoestruturas

Técnicas de nanofabricação: bottom-up (self-assembling, monocamadas, deposição layer-by-layer, materiais anfifílicos) e top-down (microfabricação em sala-limpa, deposição, litografia, etching)

Caracterização (microscopia de varrimento laser, electrónica e de sonda)

Preparação, propriedades e aplicações dos nanomateriais:

- Carbono (fulerenos, nanotubos, grafeno, GO)

- Redes orgânicas e metalo-orgânicas

- Metais

- Semicondutores

- Superparamagnéticos

- Sílica e óxidos metálicos

- Híbridos (nanocompósitos com nanopartículas inorgânicas, nanomateriais de intercalação, nanopartículas orgânicas-inorgânicas, materiais híbridos mesoporosos, etc.).

4.4.5. Syllabus:

Introduction to nanomaterials and nanotechnology. Societal impact, challenges, and opportunities.

Surface properties at the nanoscale

Forces and stability in dispersed nanomaterials

Fabrication techniques: bottom-up (self-assembly, monolayers, layer-by-layer deposition, amphiphilic materials, etc) and top-down (cleanroom microfabrication techniques, deposition, lithography, etching)

Characterization (laser scanning, electronic and probe microscopy)

Preparation, properties and applications of nanomaterials:

- Carbon (fullerenes, nanotubes, graphene, GO)

- Organic and metal-organic frameworks

- Metals

- Semiconductors (quantum dots)

- Supermagnetic

- Silica and metallic oxides

- Hybrid (nanocomposites with inorganic nanoparticles, intercalation nanomaterials, organic-inorganic nanoparticles, mesoporous hybrid materials, etc.)

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos no design de nanomateriais. A matéria lecionada permite ao aluno aprofundar conhecimentos anteriores e adquirir novos conhecimentos úteis à sua atividade como profissional da área da Química. São apresentadas as bases teóricas e conceitos essenciais e discutidos exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos uma participação activa no processo de aprendizagem.

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

The topics presented in the course allows the student to deepen previous knowledge and acquire new knowledge useful to his activity as a professional in the field of Chemistry. The theoretical bases and essential concepts are presented, and examples of application are discussed, involving the students in an active learning process.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa (e.g., projectos, trabalhos de casa, fichas, etc.), compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies promote problem-based learning and learning by projects, reinforcing the practical component, as well as active learning, autonomous work and student responsibility. The evaluation model incorporates continuous assessment in the context of active learning (e.g., projects, homework, quizzes, etc.), compatible with a significant reduction of evaluation by exams (≤50%).

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 modo a que os alunos possam adquirir um conhecimento abrangente na área, em conformidade com os objetivos da unidade curricular. A realização de trabalhos práticos permite o contacto com situações e problemas reais.

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

The teaching methodologies were designed so that the students can acquire a comprehensive knowledge on the subject, in line with the objectives of the course. Practical work allows contact with real situations and problems.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials , Geoffrey A Ozin, André Arsenault, Ludovico Cademartiri, 2008, RSC: 2008, 2nd Ed. (ISBN: 978-1-84755-895-4).
Concepts of Nanochemistry, Ludovico Cademartiri, Geoffrey A. Ozin, 2009, Wiley-VCH, 2009. (ISBN: 978-3-527-32597-9).
Nanoscience and Nanomaterials, D. C. Agrawal, 2013, World Scientific: 2013. (ISBN: 978-981-4397-97-1).
Nanomaterials, Nanotechnologies and Design - An Introduction for Engineers and Architects, M.F. Ashby, P.J. Ferreira, D.L. Schodek, 2009, Elsevier: 2009. (ISBN: 978-0-0809-4153-0).
Manipulation of Nanoscale Materials, K. Ariga, 2012, RSC: 2012. (ISBN: 978-1-84973-415-8).*

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

Cálculo Diferencial e Integral I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):***ist12267, Pedro Simões Cristina de Freitas, 0h.***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***ist12211, Carlos Pedro Cardoso Matias, 56h.***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Dominar conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a uma variável. Desenvolver pensamento analítico, criatividade e capacidade de inovação, através da aplicação desses conceitos e técnicas em contextos diferenciados.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Master concepts and techniques of differentiable and integral calculus in one variable. Develop analytic thinking, creativity and innovation capacity, through the application of those concepts and techniques in different contexts.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

Números reais: axiomas algébricos, de ordem e do supremo. Números naturais e indução matemática. Sucessões; aplicações. Funções reais de uma variável real; limites e continuidade; funções elementares. Propriedades globais de funções contínuas: teoremas do valor intermédio e de Weierstrass. O conceito de derivada. Derivadas das funções elementares. Teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy. Regra de l'Hôpital. Derivadas de ordem superior. Funções inversas.

Primitivação: partes, substituição, funções racionais. Integral de Riemann. Teorema Fundamental do Cálculo. Regra de Barrow. Aplicações: cálculo de áreas; definição de funções (ex.: logaritmo, erro, gama); exemplos de equações diferenciais separáveis da forma $f(y) y'(t) = g(t)$. Polinómio de Taylor. Séries numéricas. Critérios de convergência. Convergência simples e absoluta. Séries de potências, raio de convergência. Séries de Taylor: definição, exemplos e convergência.

4.4.5. Syllabus:

Real numbers: algebraic, order and supremum axioms. Natural numbers and mathematical induction. Sequences: the concept of limit; applications. Real functions of one real variable: limits and continuity; elementary functions. Global properties of continuous functions: intermediate value and Weierstrass theorems. The concept of derivative. Derivatives of elementary functions. Rolle, Lagrange and Cauchy theorems. L'Hôpital's rule. Derivatives of higher order. Inverse functions.

Primitives: parts, substitution, rational functions. Riemann's integral. Fundamental Theorem of Calculus. Barrow's rule. Applications: calculation of areas; definition of functions (ex.: logarithm, error and gamma functions); examples of separable differential equations of the form $f(y) y'(t) = g(t)$. Taylor's polynomial. Numerical series. Convergence criteria. Simple and absolute convergence. Power series, convergence radius. Taylor series: definition, examples and convergence.

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

Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a uma variável. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

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

The course content corresponds to concepts and techniques of differential and integral calculus in one variable. Besides the acquisition of this knowledge, this subject matter lends itself in a natural way, via the combination of the different topics involved and their relationships, to posing a wide range of problems whose resolution requires the usage and combination in a creative way of technical and analytic tools.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos,*

reforçando-se a componente prática, a aprendizagem activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora exame/testes, possivelmente com nota mínima, complementado com componente de avaliação contínua e/ou provas orais para classificações maiores de 17 valores.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

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

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

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

The setting and resolution of problems, the developing of autonomous work, and an active learning procedure on the part of the student, are not possible without the acquisition of a solid and dynamic control of the concepts and techniques which are part of the syllabus, having the capacity to relate them, and subsequently apply them in differentiated contexts.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Calculus*, M. Spivak, 2006, 3rd Edition, Cambridge University Press;
- * *Introduction to Real Analysis*, W. Trench, 2009, (free edition), Trinity University;
- * *Aulas teóricas de Cálculo Diferencial e Integral I*, M. Abreu e R. L. Fernandes, 2014, DM-IST;
- * *Cálculo Diferencial e Integral I*, M. A. Bastos e A. Bravo, 2010, (texto de apoio às aulas);
- * *Introdução à Análise Matemática*, J. Campos Ferreira, 2018, 12ª edição, Gulbenkian;
- * *A First Course in Real Analysis*, M. H. Protter e C. B. Morrey, 1993, Springer-Verlag;
- * *Calculus*, J. Stewart, 2015, 8th edition.

Mapa IV - Engenharia Genética

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia Genética

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Genetic Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBiol

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

Devido a restrições na capacidade de ocupação dos laboratórios, está prevista a criação de turnos para aulas laboratoriais, cada um com uma fracção dos alunos inscritos. A carga letiva de cada um dos docentes envolvidos na unidade curricular poderá assim ser superior à indicada.

4.4.1.7. Observations:

Due to restrictions in the capacity of the laboratories, shifts for laboratorial classes, each one with a fraction of the enrolled students, are foreseen. The teaching load for each one of the teachers involved in the curricular unit may thus be higher than the one indicated.

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

ist14082, Leonilde de Fátima Moraes Moreira, 34 h

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

ist12532, Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas, 9 h

ist148703, Nuno Gonçalo Pereira Mira, 6 h

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

Os objectivos gerais pretendem o desenvolvimento de competências específicas nos alunos que a frequentemente, nomeadamente: demonstrar conhecimento dos princípios, aplicações e importância das diversas tecnologias clássicas ou emergentes aplicadas ao estudo de ácidos nucleicos e proteínas; perceber como a tecnologia do DNA recombinante pode ser usada para criar produtos úteis à sociedade; propor ou avaliar criticamente procedimentos e soluções para problemas médicos, agrícolas, industriais ou ambientais; fazer pesquisas online tais como pesquisa bibliográfica e em determinadas bases de dados específicas no domínio das Biociências; ser capaz de propor estratégias experimentais para responder a uma questão biológica, registar observações científicas com exactidão e analisá-las criticamente; desenvolver competências analíticas, capacidade de resolver problemas, comunicação de ideias, e habilidade para atacar problemas com os quais não estão familiarizados.

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

Enrolled students should acquire knowledge of the principles, applications and importance of the various classical or emerging technologies applied to the study of nucleic acids and proteins; understand how recombinant DNA technology can be used to create useful products for society; propose or critically evaluate procedures and solutions for medical, agricultural, industrial or environmental problems; be able to propose experimental strategies to answer biological questions, record scientific observations accurately, analyze them critically, and report them with professionalism; develop analytical skills, ability to solve problems, communicate ideas, ability to tackle problems with which they are unfamiliar, and ability to work either individually or in a group.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I-Tecnologia do DNA recombinante- Reacção em cadeia da polimerase; Vectores de clonagem; Introdução de rDNA em células; Métodos de selecção de clones ; Métodos de sequenciação de DNA.

II-Mutagenese- Eliminação de genes; Mutagenese dirigida; Silenciamento de genes por RNA de interferência; Edição de genomas por CRISPR/Cas9.

III-Expressão génica- Hibridação de Northern; PCR quantitativo em tempo real (qRT-PCR); Genes repórter; RNA-seq.

IV-Proteínas recombinantes e sua aplicação- Expressão de proteínas recombinantes em sistemas procarióticos e eucarióticos; Purificação de proteínas recombinantes; Detecção de proteínas por imunodetecção e fluorescência; Análise da expressão global de proteínas e sua identificação; Interação entre biomoléculas (sistema de dois híbridos em bactérias e levedura; ressonância de plasmão de superfície; co-immunoprecipitação; utilização de caudas de afinidade; phage display).

4.4.5. Syllabus:

I-Recombinant DNA Technology- Enzymes for the in vitro manipulation of DNA; Polymerase chain reaction; Cloning vectors; Introduction of rDNA into cells; Methods for clone selection; Clone confirmation by DNA sequencing.

II-Mutagenesis- Random transposon mutagenesis; Inactivation/deletion of genes in bacteria; Gene deletion in yeast; Gene silencing by RNA interference; Genome editing techniques- CRISPR/Cas9.

III-Gene Expression- Northern hybridization; Quantitative Real-Time PCR (qRT-PCR); Reporter genes, RNAseq.

IV-Recombinant Proteins- Recombinant protein production in prokaryotic and eukaryotic cells; Recombinant protein purification; Site-directed mutagenesis and protein engineering; Applications of recombinant proteins in different fields; Detection and localization of proteins by immunodetection and fluorescence; Biomolecular interaction (Yeast and bacterial two-hybrid systems; Surface plasmon resonance (SPR); Affinity tags; Co-immunoprecipitation, Phage display).

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A nota final na UC de Engenharia Genética é obtida considerando a realização da componente teórica (peso de 60% na nota final resultante do exame teórico escrito) e da componente laboratorial (peso de 40% na nota final). A componente laboratorial inclui três relatórios escritos e uma apresentação oral.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The final grade in the Genetic Engineering Curricular Unit is obtained considering the theory classes component (weight of 60% based on a written exam) and of the laboratory component (weight of 40% in the final grade). The laboratory component includes 3 written reports and an oral presentation.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Gene Cloning & DNA analysis: An introduction, T.A. Brown, 2016, 7th ed., Blackwell Publishing; Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA, Glick BR, Pasternak JJ and Patten CL eds, 2010, 4th ed., ASM Press; Artigos científicos recomendados; Ficheiros pdf das matérias apresentadas nas aulas teóricas; Guia de Trabalhos Laboratoriais de Engenharia Genética (Leonilde Moreira, Nuno Bernardes e Cristina Viegas, 2019).

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

Fenómenos de Transporte

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Transport Phenomena

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):***ist12144, Alda Maria Pereira Simões, 28 horas***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***ist12605, Maria Tereza Angelino Reis, 28 horas***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Domínio das leis fundamentais do escoamento de fluidos, da condução térmica e do transporte difusional de massa. Conhecimento das leis de arrefecimento e dos coeficientes de transporte de calor e de massa em interfaces.**Determinação da variação de parcelas de energia num escoamento e cálculo da perda de carga para escoamento em tubos.**Capacidade de determinar: - a taxa de transferência de calor através de paredes simples e compostas, com e sem geração de calor; - o calor transferido por radiação em geometrias simples; - a variação da temperatura em estado estacionário e em estado transitório, incluindo mudança de estado; - a taxa de transporte de massa por difusão e por convecção, em estado estacionário e em estado transitório.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Knowledge of the fundamentals of fluid flow, thermal conduction and mass diffusion. Knowledge of the laws for cooling and coefficients for heat convection and mass transfer across interfaces. Determination of the energy quantities in fluid flow and calculation of the friction head loss.**Ability to determine: - the rate of heat transport across walls in series, with heat generation term; - the heat transferred by radiation in simple geometries; - the temperature distribution in steady state and in transient state, including transition of physical state; - mass transport rate by combined diffusion and convection, in steady state and in transient state.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***DINÂMICA DOS FLUIDOS. Propriedades viscosas dos fluidos; Regimes de escoamento e número de Reynolds.**Balancos macroscópicos à massa e à quantidade do movimento; Aplicações de balanços de energia ao escoamento de fluidos; escoamento ideal e perda de carga em escoamentos reais. Fluidos não-newtonianos.**TRANSPORTE DE CALOR. Mecanismos de transporte de calor; Lei de Fourier e condutibilidade térmica; Condução através de paredes em série; Condução em estado estacionário; convecção natural; convecção forçada em tubos; Permutadores de calor; Transporte de calor em estado transitório; Correlações para coeficientes de transferência de calor.**TRANSPORTE DE MASSA. Lei de Fick e difusividade; Difusão em gases, em líquidos e em sólidos; Soluções numéricas para a difusão bidimensional. Transporte de massa em estado transitório. Transporte convectivo e com reacção química. Numeros adimensionais para transporte de massa. Analogias entre transporte de massa, calor e quantidade de movimento.***4.4.5. Syllabus:***FLUID DYNAMICS.**Viscous properties of fluids; Types of flow and Reynolds number. Overall balances to mass, momentum and energy.**Ideal flow and head loss in real flow. Non-Newtonian fluids.**HEAT TRANSFER. Mechanisms of heat transport; Fourier's law and thermal conductivity; conduction through walls in series; conduction in steady state; natural convection and forced convection in tubes; heat exchangers; heat transport in transient state; empirical correlations for heat transfer.**MASS TRANSFER. Fick's law and diffusivity; diffusion in gases, liquids and solids; numerical solutions for two-dimensional diffusion. Mass transport in transient state. Convective mass transfer and transfer with chemical reaction. Dimensionless numbers for mass transfer. Analogies among mass, heat and momentum transfer.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, são fornecidas as ferramentas que visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos. A base matemática fornece os fundamentos e os algoritmos para a resolução dos problemas práticos.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame: 50%; Laboratório e simulação: 25%; Mini-testes: 25%

Exame a realizar no final do período. Laboratórios: entrega do relatório no final da sessão ou no prazo de 24 horas.

Mini-testes: durante as aulas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam: 50%; Laboratory and simulation: 25%; Mini-tests: 25%

Exam to be held at the end of the period. Laboratories: short reports should be handed in at the end of the lab session or within 24 hours. Mini-tests: in class.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na aprendizagem de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá cumprir os objetivos e apoiará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Transport Processes and Unit Operations, C. Geankoplis, 1993, PTR Prentice Hall, Inc, New Jersey

Mapa IV - Simulação de Sistemas Dinâmicos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Simulação de Sistemas Dinâmicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Dynamic Systems Simulation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EPP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

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):

ist12081, Francisco Manuel da Silva Lemos, 11.2h

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

ist12119, Maria Amélia Nortadas Duarte de Almeida Lemos, 11.2 h

ist12547, Carla Isabel Costa Pinheiro, 5.6

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

Dotar os alunos de uma sólida preparação fundamental em análise, modelação e simulação de sistemas que funcionam num regime dinâmico.

É também um objetivo fornecer aos alunos uma abordagem prática, utilizando diferentes ferramentas e metodologias, que vão desde o software de utilização comum e especializado para a solução de modelos baseados em equações diferenciais, até à utilização de modelos baseados em funções de transferência.

No final do curso, os alunos devem ser capazes de desenvolver e interpretar modelos e simuladores para sistemas dinâmicos utilizando uma variedade de ferramentas, compreendendo as vantagens e limitações das diferentes ferramentas e abordagens.

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

Endow the students with a solid fundamental preparation on analysis, modelling, and simulation of systems working in a dynamic regime.

It is also an objective to provide the students with a hands-on approach, using different tools and methodologies, ranging from the common-use and specialized software for the solution of differential-equation based models to the use of transfer function-based models.

At the end of the course, the students should be able to develop and interpret models and simulators for dynamic systems using a variety of tools, understanding the advantages and limitations of the different tools and approaches.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à Dinâmica do Sistema - revisão da descrição de sistemas dinâmicos utilizando o conjunto de balanços.

Escrita de balanços para processos representativos. Revisão da utilização de métodos numéricos para resolver as equações do modelo. Utilização de software de uso geral, como folhas de cálculo, para resolver equações diferenciais e análise das soluções. A distinção entre sistemas de equações diferenciais bem-comportadas e sistemas rígidos.

Utilização de software especializado, MatLab, para resolver equações diferenciais e comparação com a solução utilizando software de uso geral. Introdução ao conceito de função de transferência e racional associado - uma breve introdução à Transformada de Laplace. Linearização. Determinação de funções de transferência a partir de equações e experimentalmente. Comparação da descrição utilizando funções de transferência com o comportamento real que pode ser descrito por modelos baseados em balanços. Será dada ênfase aos sistemas não lineares.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to System Dynamics - revision on the way to describe dynamic systems using the appropriate set of balances. Writing of balances for the representative process. Revision on the use of numerical methods to solve the model equations. Use of general-purpose software, like spreadsheets, to solve differential equations and analysis of the solution procedures. The distinction between well-behaved and stiff differential equation systems. Use of specialized software, like MatLab, to solve the differential equations and comparison with the solution using general-purpose software. Introduction to the transfer function concept and rationale behind them - a short introduction to Laplace transform. Linearization. Equation based and experimental determination of transfer functions. Comparison of the dynamic description of systems using transfer functions with the real behaviour that can be described by balance-based models. An emphasis will be placed on non-linear systems.

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

O conteúdo programático permitirá aos alunos desenvolver os objetivos propostos de utilizar vários tipos de ferramentas para desenvolver modelos de sistemas dinâmicos.

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

The proposed syllabuls will allow the students to develop their ability to use different tools to develop models for dynamic systems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

Esta unidade curricular tem uma avaliação 100% contínua ao longo do período que envolve as seguintes componentes de avaliação:

Um relatório escrito sobre o projeto desenvolvido durante o período - 25%

Desenvolvimento de um modelo dinâmico para um sistema específico e comparação entre as diferentes abordagens -

50%

Desenvolvimento de um modelo baseado em funções de transferência para um processo desconhecido - 25%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams ($\leq 50\%$).

This unit will have 100% continuous evaluation along the period, involving the following components:

Written report on the project to be developed along the period - 25%

Development of a dynamic model for a specific system and comparison of different approaches - 50%

Development of a transfer function based model for an unknown process - 25%

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

A metodologia de ensino e avaliação será essencialmente prática, através de desenvolvimento de projetos.

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

The teaching and evaluation methodology will be mainly hands-on and project based.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Process Dynamics and Control, D.E. Seborg, T.F. Edgar, D.A. Mellichamp, F.J. Doyle, 2017, 4th Ed., Wiley

Computational Techniques for Process Simulation and Analysis Using MATLAB, N.S. Kaisare, 2018, CRC Press

Process Modelling, Simulation, and Control for Chemical Engineers, W.L. Luyben, 2014, McGraw-Hill

Mapa IV - Bioquímica e Biologia Molecular da Célula

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Bioquímica e Biologia Molecular da Célula

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Biochemistry and Molecular Biology of the Cell

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBiol

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

Devido a restrições na capacidade de ocupação dos laboratórios, está prevista a criação de turnos para aulas laboratoriais, cada um com uma fracção dos alunos inscritos. A carga letiva de cada um dos docentes envolvidos na unidade curricular poderá assim ser superior à indicada.

4.4.1.7. Observations:

Due to restrictions in the capacity of the laboratories, shifts for laboratorial classes, each one with a fraction of the enrolled students, are foreseen. The teaching load for each one of the teachers involved in the curricular unit may thus be higher than the one indicated.

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***ist12833, Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho, 28h*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****ist45779, Fábio Monteiro Fernandes, 7h******ist14082, Leonilde de Fátima Moraes Moreira, 7h******ist14034, Jorge Humberto Gomes Leitão, 7h******ist148703, Nuno Gonçalo Pereira Mira, 7h*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Esta UC foca-se no estudo integrado e aprofundado dos processos bioquímicos e mecanismos moleculares que têm lugar numa célula (procariota e eucariota). Para organismos multicelulares complexos, dar-se-á ainda ênfase às interações entre células, destacando a organização e dinâmica de tecidos e órgãos.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****This course provides an in-depth and integrated study of the various biochemical and molecular mechanisms taking place within a cell (prokaryote and eukaryote). For complex multicellular organisms, emphasis will also be placed on interactions between cells, highlighting the organization and dynamics of tissues and organs.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****Estrutura e função dos organitos******Estrutura e organização do núcleo******Modificações pós-tradução no RE e no Golgi******Organização e dinâmica do citoesqueleto******Membrana plasmática:mecanismos de transporte******Adesão celular e matriz extracelular******Respostas celulares ao ambiente:comunicação e sinalização******Metabolismo anabólico:gluconeogénese, fosfopentoses, biossíntese de aminoácidos e nucleótidos. Biossíntese de ácidos gordos e lípidos complexos. Montagem de macromoléculas. Integração e regulação do metabolismo******Genética e evolução******Organização dos genomas******Estrutura e função dos cromossomas******Expressão genética:mecanismos, regulação e transdução de sinal******Mecanismos moleculares da mutação******Genes e evolução******Ciclo celular******Funções especializadas de células humanas e de outros organismos multicelulares******Integração de processos em células, tecidos e órgãos. Organização e dinâmica dos tecidos*****4.4.5. Syllabus:*****Structures and functions of organelles******Structural and functional organization of the nucleus******ER/Golgi posttranslational modifications******Cytoskeletal organization and dynamics******Cell membrane structure and dynamics: transport processes******Cell adhesion and extracellular matrix******Cellular responses to environmental signals: communication and signaling pathways******Biosynthetic pathways: gluconeogenesis, pentose phosphate, biosynthesis of amino acids, nucleotides, and related molecules. Biosynthesis of fatty acids and complex lipids. Integration of metabolism and regulation******Genetics and evolution******Genome Organization******Chromosome Structure and Function******Mechanisms of gene expression, signal transduction, and regulation******Molecular mechanisms of mutation******Genes and evolution******Cell cycle******Functions of specialized cells in the human body and other multicellular organisms******Integration of biochemical processes in cells, tissues, and organisms.***

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching methodologies aim to foster learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction in the weight of assessment by exams (≤50%).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Biochemistry and Molecular Biology, Despo Papachristodoulou, Alison Snape, William H. Elliott, Daphne C. Elliott, 2018, OUP Oxford; 6 edition ; Molecular Cell Biology, Harvey Lodish, Arnold Berk, Chris A. Kaiser, Angelika Amon, Hidde Ploegh, Anthony Bretscher, Monty Krieger, Kelsey C. Martin, 2016, WH Freeman; 8th edition

Mapa IV - Biologia Estrutural

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Biologia Estrutural

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Structural Biology

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist45779, Fábio Monteiro Fernandes, 49 h

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 fornecer ao aluno conhecimentos sobre metodologias físicas que permitam obter uma informação quantificada sobre a estrutura e dinâmica de sistemas bioquímicos a nível molecular, bem como envolvendo uma complexidade superior a nível celular. O aluno deverá obter conhecimento dos princípios básicos, potencialidades e limitações de cada metodologia. Ele deverá ainda ficar com capacidade de desenhar aproximações múltiplas a um problema específico em estudo, utilizando a complementaridade dos vários métodos.

Por último, o aluno deverá ficar com conhecimentos que lhe permitam um entendimento global dos sistemas bioquímicos, no âmbito das outras unidades curriculares que frequenta.

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

It is intended to provide the student with knowledge about physical methodologies to obtain a quantified information about the structure and dynamics of biochemical systems at molecular level, as well as involving a higher complexity at the cellular level. The student should gain knowledge of the basic principle, potential and limitations of each methodology. He should also be able to draw multiple approaches to a specific problem under study, using the complementarity of the various methods. When feasible, it is also considered the possibility to visit existing instrumental facilities at IST, where they can assist/participate in data acquisition. This will allow the student a better understanding of some theoretical concepts and their experimental implications. Finally, the student should have knowledge that allows him a global understanding of the biochemical systems, within the scope of the other curricular units that he attends.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 - Biofísica de Membranas

2 - Biofísica de Proteínas

3 - Microscopia de Força Atômica (AFM): Imagem, Topografia e Curvas de Força-Distância

4 - Microscopia Eletrónica de Transmissão e Varrimento (TEM e SEM). Resolvendo a Estrutura de Proteínas com Cryo-EM

5 - Espectroscopia UV-VIS e de Fluorescência

6 - Microscopia Confocal e de Excitação Bifotónica, FRET, FLIM, FRAP e Microscopias de Super-Resolução (STED, STORM, SIM)

7 - FRET e Espectroscopia de Correlação de Fluorescência (FCS)

8 - Difração de Raio X e Estrutura de Proteínas: Rede Cristalina, Célula Unitária, Lei de Bragg, Problema de fase. Cristalização de Proteínas

9 - Técnicas de dispersão de baixo ângulo (SANS/SAXS)

10 - NMR na Biologia de Proteínas: Estrutura, Dinâmica, Relaxação e Interações

11 - Modelação e Simulações: Modelação de Proteínas e Bioinformática Estrutural. Campos de Força. Modelos Simplificados para Simulações a Nível Molecular.

4.4.5. Syllabus:

1- Membrane Biophysics

2 – Protein Biophysics

3 - Atomic Force Microscopy (AFM): Image, Topography and Force-Distance Curves.

4 – Transmission and Scanning Electron Microscopy (TEM and SEM). Solving protein structure with cryo-TEM.

5 – UV-VIS and Fluorescence Spectroscopy.

6 – Fluorescence Microscopy. Confocal Scanning and two-photon excitation microscopy. Super-resolution imaging techniques (STED, STORM, SIM).

7 - FRET and Fluorescence Correlation Spectroscopy (FCS).

8 - X-ray crystallography and protein structure. Unit cell. Bragg's law. Phase problem. Protein crystallization.

9 - Small angle scattering Techniques (SAXS, SANS).

10- NMR in protein Biology: Structure, Dynamics, Relaxation and Interactions.

11 – Modelling and Simulations: Protein modelling and Structural Bioinformatics. Force-fields. Simplified Models for simulations at a molecular level.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, os vários conteúdos programáticos enumerados no ponto anterior visam apresentar aos alunos os princípios básicos responsáveis pela estrutura, organização e dinâmica de macromoléculas de relevo biológico, bem como abranger as principais técnicas utilizadas para a caracterização destas propriedades. São realizadas visitas a diversas facilidades instrumentais existentes no IST, onde sempre que possível os estudantes poderão assistir/participar na aquisição de dados. Isto permitirá ao aluno uma melhor compreensão de alguns conceitos teóricos e das suas implicações experimentais.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
Considering the learning goals described before, the course contents described above aim to present the students to the basic principles responsible for the structure, organization and dynamics of biologically relevant macromolecules, as well as encompass the main techniques responsible for the characterization of these properties. When feasible, it is also considered the possibility to visit existing instrumental facilities at IST, where they can assist/participate in data acquisition. This will allow the student a better understanding of some theoretical concepts and their experimental implications.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino será baseado em aulas teóricas e estudo acompanhado pelos docentes. Para as aulas teóricas serão ainda considerados convites a especialistas dos temas da UC. O modelo de avaliação inclui três componentes:

- *Uma componente de avaliação contínua através de questionários curtos durante e no fim de todas as aulas;*
- *Uma apresentação em grupo de um artigo científico, com discussão posterior pelo docente e alunos. A escolha deste artigo deverá ser aprovada pelo docente a fim de confirmar que o tema se insere na Biologia Estrutural e resultará de pesquisa bibliográfica efectuada pelos alunos;*
- *Realização de dois testes.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodology is based on theoretical classes and guided study by the course lecturer. For some theoretical classes, specialists will be invited to talk about some of the course contents. The evaluation model includes three components:

- *A Continuous evaluation component, through short quizzes carried out during and at the end of all classes.*
- *The presentation of a group seminar about a scientific paper, followed by discussion by the lecturer and other students. The choice of this paper must be approved by the lecturer to confirm that the paper is relevant within the course context. The choice of the scientific paper will result from literature search by the students.*
- *Two written tests.*

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na complementação da transferência de conceitos teóricos com a exemplificação dos mesmos utilizando estudos de casos recentes e de particular relevância. Além disso, a interação com investigadores especialistas em diversas técnicas bem como a visita aos seus laboratórios permitirá uma aprendizagem mais efetiva através de um envolvimento mais direto dos alunos com os conteúdos programáticos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodology will be based on complementing the transfer of theoretical concepts with their exemplification using recent and particularly relevant case studies. In addition, the interaction with researchers specialized in various techniques, as well as visits to their laboratories, will allow for more effective learning through a more direct involvement of students with the course contents.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Molecular Biophysics for the Life Sciences, Eds. N. Allewell, L.O. Narhi, I. Rayment, 2013, Springer ;*
- *Physical Biology of the Cell, J. Kondev, J. Theriot, R. Phillips, H.G. Garcia, 2012, Garland Science, 2nd edition;*
- *Understanding NMR spectroscopy, Keeler, J. , 2011, John Wiley & Sons, 2nd edition;*
- *Biomolecular Crystallography: Principles, Practice, and Application to Structural Biology, B. Rupp, 2009, Garland Science ;*
- *Principles of Fluorescence Spectroscopy, J.R. Lakowicz, 2006, Springer, 3rd edition;*
- *Atomic Force Microscopy, P. Eaton and P. West, 2010, Oxford University Press;*
- *Handbook of Biological Confocal Microscopy, Ed. J.B. Pawley , 2006, Springer 3rd edition;*
- *FRET and FLIM techniques (Laboratory Techniques in Biochemistry and Molecular Biology Vol. 33) , Ed. T.W. Gadella , 2009, Elsevier*

Mapa IV - Termodinâmica Química Aplicada

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Termodinâmica Química Aplicada

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Applied Chemical Thermodynamics

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
56.0

4.4.1.6. ECTS:
6.0

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):
ist13160, Jose Nuno Aguiar Canongia Lopes, 18,68 h

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist31579, Miguel Rodrigues, 18,66 h
ist134419, Ana Paula Serro, 18,66 h

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A Termodinâmica Química é uma UC estruturante do curso de Engenharia Química cujo objectivo é a aprendizagem dos conceitos fundamentais da Termodinâmica através de uma vertente química, capaz de articular análises a nível macroscópico com o carácter molecular e reaccional da matéria. Os alunos deverão saber calcular e compreender a variação de propriedades termodinâmicas relevantes no decurso de diferentes processos e transformações e analisar de forma quantitativa vários aspectos do equilíbrio químico e do equilíbrio de fases. Serão dadas aplicações e exemplos específicos de cada Engenharia.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Chemical Thermodynamics is a essential course in the Chemical Engineering Syllabus, which main objective is the learning of fundamental concepts of Thermodynamics in a chemical perspective, enabling a critical analysis of the relations between molecular and macroscopical properties of matter. The students should be able to compute and understand changes in thermodynamic quantities for different processes and quantitatively analyse different aspects of chemical and phase equilibria.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Lei zero. Escala de temperatura do gás ideal. Lei de Dalton. Gases perfeitos e reais. Equações de estado cúbicas. Princípio dos estados correspondentes. Equação do virial. Misturas gasosas reais. 1ª lei. Trabalho e calor. Funções de estado. Energia Interna e Entalpia. Capacidades caloríficas, calores latente e sensível. Termoquímica e calorimetria. Leis de Hess e de Kirchhoff. Coeficiente de Joule-Thomson. 2ª lei. Entropia e processos espontâneos. Processos

isotérmicos e adiabáticos. 3ª lei. Energias de Helmholtz e Gibbs. Relações de Maxwell. Equação de Gibbs-Helmholtz. Sistemas abertos: Potencial químico. Equilíbrio químico e equilíbrio de fases. Regra das fases de Gibbs. Diagramas de fases de componentes puros. Equação de Clausius-Clapeyron. Fugacidade. Sistemas binários. Propriedades coligativas. Pressão osmótica. Equilíbrio líquido-vapor. Leis de Raoult e de Henry. Misturas reais. Azeotropia. Equilíbrios líquido-líquido e sólido-líquido.

4.4.5. Syllabus:

Zeroth law. Ideal gas temperature scale. Dalton's Law. Ideal and real gases. Cubic equations of state. Corresponding states law. Virial equation. Mixtures of real gases. 1st law. Work and heat. State functions. Internal energy and enthalpy. Heat capacities, latent and sensible heats. Thermochemistry and calorimetry. Hess' and Kirchhoff's laws. Joule-Thomson coefficient. 2nd law. Entropy and spontaneity. Isothermal and adiabatic processes. 3rd law. Helmholtz and Gibbs Energies. Maxwell's relations. Gibbs-Helmholtz equation. Open systems: chemical potential. Chemical and phase equilibria. Gibbs phase rule. Phase diagrams of pure components. Clausius-Clapeyron equation. Fugacity. Binary systems. Colligative properties. Osmotic pressure. Liquid-vapour equilibria. Raoult's and Henry's laws. Real Mixtures. Azeotropy. Liquid-liquid and solid-liquid equilibria. Ternary systems. Examples applied to different Engineering courses.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame: 50%

Avaliação Contínua (Quiz + trabalhos de grupo): 50%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Continuous evaluation: 50%

Final test: 50%

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Termodinâmica Aplicada, E. G. de Azevedo, 2018, 4ª Ed., Escolar Editora 2018; Physical Chemistry, R. J. Silbey, R. A. Alberty, 2005, 4th Ed., John Wiley & Sons 2005; Introduction to Chem Eng Thermodynamics, J. M. Smith et al., 2017, 8th Ed., McGraw Hill ; Physical Chemistry, P. Atkins, J. de Paula, 2014, 10th Ed., Oxford University Press

Mapa IV - Algoritmos e Modelação Computacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Algoritmos e Modelação Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Algorithms and Computational Modelling

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

LogCom**4.4.1.3. Duração:
Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:
56.0****4.4.1.6. ECTS:
6.0****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):
ist13783, Paulo Alexandre Carreira Mateus, 28h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist12220, Francisco Miguel Alves Campos de Sousa Dionísio, 28h****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Programar em linguagem de programação imperativa de grande difusão, recorrendo a algoritmos e estruturas de dados comuns. Desenvolver aplicações de grande escala.****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Program with widespread imperative programming language, using common algorithms and data structures. Develop large numerical applications.****4.4.5. Conteúdos programáticos:
Programação imperativa em C++ ou JAVA. Noção de objeto, classe, polimorfismo e herança. Correção de programa imperativos. Noção de invariante e variante de um ciclo. Introdução ao estudo da eficiência de algoritmos. Notação assintótica. Análise no pior caso e no caso médio. Algoritmos de ordenação: inserção direta, seleção direta, bubblesort, quicksort, fusão binária e heapsort. Tipos de dados abstratos: árvores e grafos. Implementações estáticas e dinâmicas. Problema da pesquisa. Tabelas de dispersão. Árvores binárias de pesquisa. Árvores de pesquisa equilibradas e B-Trees. Pesquisa de padrões: algoritmo baseado em autómatos e Knuth-Morris-Pratt. Alinhamento de Sequências. Aplicações à Bioinformática. Algoritmos sobre grafos: Pesquisa em profundidade e largura, subárvore maximal. Aplicações à Aprendizagem Automática: Redes de Bayes e neuronais. Fluxo máximo e encaminhamento de pacotes. Problemas difíceis. Classes de complexidade P e NP. Projeto adequado ao curso.****4.4.5. Syllabus:
Imperative programming with C++ or JAVA. Notion of object, class, polymorphism and inheritance. Correction of imperative programs. Notion of invariant and variant of a cycle. Introduction to algorithmic complexity. Asymptotic notation. Worst case and average case analysis. Sorting algorithms: insertion sort, selection sort, bubblesort, quicksort, binary merge, and heapsort. Abstract data types: trees and graphs. Static and dynamic implementations. Searching problem. Hashing tables. Binary search trees. Balanced search trees and B-Trees. Pattern recognition: automata-based algorithm and Knuth-Morris-Pratt. Sequence alignment. Applications to Bioinformatics. Graph algorithms: depth-first and breadth-first search, maximal spanning tree. Applications to Machine Learning: Bayesian and Neural Networks. Maximum flow and applications to packet forwarding. Hard problems. P and NP.****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os**

conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame 50% e Projeto 50% (avaliado oralmente).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam (50%) and Computational project (50%) (with oral evaluation).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Algorithms (3rd edition), MIT Press, T. Cormen et al, 2009, MIT Press; Algoritmos e Modelação Computacional. DMIST, P. Mateus, 2018, DMIST; Concrete Mathematics: A Foundation for Computer Science, R. Graham, D. Knuth, O. Patashnick, 1994, 2nd Ed., Addison-Wesley; The C++ Programming Language, B. Stroustrup, 2013, 4th Ed, Addison-Wesley; The Art of Computer Programming (Boxed Set), D. Knuth, 2011, Addison-Wesley,

Mapa IV - Engenharia de Células e Tecidos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia de Células e Tecidos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Cell and Tissue Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

BNMR

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

42.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):
ist24804, Maria Margarida Fonseca Rodrigues Diogo, 14

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist14149, Gabriel António Amaro Monteiro, 14
ist31519, Cláudia Alexandra Martins Lobato da Silva, 14

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Proporcionar aos alunos uma formação integrada em Engenharia Celular e de Tecidos com base em conceitos fundamentais de Biologia e Bioengenharia Celular visando a produção/cultura de células e tecidos animais e humanos para aplicações médicas e farmacológicas.

Os objectivos seguintes deverão ser alcançados:

- 1. Aprendizagem de conceitos fundamentais de Biologia Celular e de Tecidos*
- 2. Aprendizagem de estratégias e processos de Bioengenharia para produção/cultura de células e tecidos animais e humanos*
- 3. Identificação e ilustração das estratégias principais utilizadas pela Terapia Celular e Engenharia de Tecidos para Medicina Regenerativa e Modelação de Tecidos*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Provide the students with an integrated training in Cellular and Tissue Engineering based on fundamental concepts of Cellular Biology and Bioengineering aiming at the production/culture of animal and human cells and tissues for medical and pharmacological applications.

The following objectives should be achieved:

- 1. Learning of fundamental concepts of Cell and Tissue Biology*
- 2. Learning of Bioengineering strategies and processes for production and culture of animal and human cells and tissues*
- 3. Identification and illustration of the main strategies used by Cell Therapy and Tissue Engineering for Regenerative Medicine and Tissue Modeling.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. A arquitetura da célula. Microscopia clássica e de alta resolução e técnicas de marcação celular.*
- 2. Integração de células em tecidos. Matriz extracelular. Interação célula-célula e célula-matriz.*
- 3. Comunicação celular. Vias de sinalização celular: química, elétrica e mecânica. Silenciamento génico.*
- 4. Conceitos básicos de células estaminais.*
- 5. Tecidos epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso.*
- 6. Dinâmica de tecidos. Stress celular, respostas inflamatórias e morte celular.*
- 7. Princípios de cultura de células animais. Crescimento e metabolismo celular.*
- 8. Biorreactores para cultura de células animais e humanas. Operação de biorreactores. Plataformas de cultura microfabricadas.*
- 9. Separação e purificação celular. Integração de processos de produção e purificação.*
- 10. Aplicações em novas terapias avançadas: produção de biofarmacêuticos e Medicina Regenerativa*

4.4.5. Syllabus:

- 1. The architecture of the cell. High resolution and classical microscopy and cell staining techniques.*
- 2. Integration of cells into tissues. Extracellular matrix. Cell-cell and cell-matrix interaction.*
- 3. Cellular communication. Cellular signaling pathways: chemical, electrical and mechanical. Gene silencing.*
- 4. Basic concepts of stem cells.*
- 5. Epithelial, connective, muscular and nervous tissues.*
- 6. Tissue dynamics. Cell stress, inflammatory responses and cell death.*
- 7. Principles of animal cell culture. Cell growth and metabolism.*
- 8. Bioreactors for animal and human cell culture. Bioreactor operation. Microfabricated culture platforms.*
- 9. Cell Separation and Purification. Integration of production and purification processes.*
- 10. Applications in new advanced therapies: biopharmaceutical production and regenerative medicine.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame (50%) + Mini-Projecto Conceptual de Engenharia de Células e Tecidos realizado em grupos de alunos (40%) + Trabalho Laboratorial (10%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam (50%) + Conceptual Mini-Project on Cell and Tissue Engineering (40%) + Laboratory Work (10%)

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Molecular Cell Biology, 8th ed., H. Lodish, et al, 2016, W.E. Freeman, ISBN: 978-1464183393;
Cell Signalling Biology, M.J. Berridge, 2014, Portland Press;
Junqueira's Basic Histology: Text and Atlas, 15 ed., A.L. Mescher, -, ISBN: 978-1260026177;
Tissue Engineering, Palsson, B.Ø. and Bhatia, S.N. , 2004, Pearson Prentice Hall Bioengineering;
Culture of Cells for Tissue Engineering, Vunjak-Novakovic, G. and Freshney, R., 2006, Wiley;
Principles of Regenerative Medicine, Atala, A., Lanza, R., et al. , 2007, Academic Press;
Scientific articles related to the field of Cell and Tissue Engineering published in speciality journals*

Mapa IV - Fundamentos de Química Orgânica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fundamentos de Química Orgânica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Fundamentals of Organic Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SEMAQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

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):

ist14081, Pedro Paulo Oliveira Santos, 28 e ist12740, Dulce Elisabete Pereira Simão, 28

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

<sem resposta>

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

Proporcionar aos alunos uma visão dos conceitos fundamentais e da metodologia de base em Química Orgânica. Prever e utilizar tecnicamente as propriedades dos compostos orgânicos. Mostrar diferentes técnicas experimentais. Adquirir competências para a resolução de problemas que vão desde a identificação de compostos orgânicos, à síntese de novos materiais ou transformação dos já existentes. Permitir-lhes também uma melhor compreensão da síntese de materiais e fenómenos ambientais e biológicos ao nível molecular.

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

Providing students with an insight into the fundamental concepts and basic methodology in Organic Chemistry. Predicting and technically using the properties of organic compounds. Showing different experimental techniques. Acquiring skills to solve problems ranging from the identification of organic compounds, the synthesis of new materials or transformation of existing ones. It also gives them a better understanding of environmental, materials synthesis and biological phenomena at the molecular level.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Nomenclatura e Grupos funcionais. Estrutura eletrónica e molecular. Ressonância. Propriedades físicas. Reações orgânicas, reações ácido-base. Stereoquímica. Reações de substituição nucleófila e de eliminação. Halogenação de alcanos. Reatividade de ligações pi. Hidrocarbonetos aromáticos. Compostos de carbonilo. Aplicações e exemplos aplicados às diferentes Engenharias.

4.4.5. Syllabus:

Nomenclature and Functional Groups. Electronic and molecular structure. Resonance. Physical properties. Organic reactions, acid-base reactions. Stereochemistry. Nucleophilic substitution and elimination reactions. Halogenation of alkanes. Pi bond reactivity. Aromatic hydrocarbons. Carbonyl compounds. Applications and examples to different Engineering courses.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, pode facilmente constatar-se que todos os pontos dos conteúdos programáticos acima descritos visam dotar os alunos dos conhecimentos e competências necessários ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos. São fornecidos os conceitos fundamentais de Química Orgânica, numa abordagem gradual que leva os estudantes a compreender a reatividade dos principais tipos de compostos orgânicos e a utilizar essa compreensão na resolução de problemas.

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

Considering the learning objectives of the course, one can easily recognize that all topics of the Syllabus described above aim to equip the students with the knowledge and skills required to accomplish those aims. The essential Organic Chemistry concepts are gradually introduced, guiding the students to understand the reactivity of the major classes of organic compounds and to use that understanding in problem solving.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos. Utiliza-se um modelo de aulas teóricas, essencialmente expositivas, intercaladas com sessões de resolução de problemas e aulas laboratoriais que acompanham a introdução dos princípios teóricos. É também dada atenção à utilização de ferramentas informáticas para observação de estruturas (2D e 3D) e para apoio na aprendizagem dos conceitos básicos de nomenclatura de compostos orgânicos (ChemDraw).

O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa (trabalhos laboratoriais, minitestes, trabalhos de casa), compatível com uma redução significativa do peso da avaliação por exame (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodology involves the transfer of concepts and problem solving. The model uses lectures, intertwined

with problem solving sessions and laboratory classes that follow the introduction of the theoretical principles. Emphasis is also placed in the use of software tools for structure visualization (2D and 3D) and to support learning of the basic principles of organic compound nomenclature (ChemDraw). The evaluation model includes elements of continuous evaluation to encourage active learning (laboratory reports, miniquizzes, homework), which are compatible with a significant reduction in the contribution of the final exam evaluation ($\leq 50\%$).

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A abordagem utilizada permite cumprir os objectivos, intercalando a exposição da matéria de forma sistemática com uma aprendizagem activa que envolve a resolução de problemas, a realização de trabalhos laboratoriais e a utilização de ferramentas informáticas. É preocupação fundamental estimular o interesse dos alunos pelos temas tratados, evidenciando sempre que possível a sua interligação e fomentando a discussão.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching methodology used in the course allows attaining the teaching goals by intertwining lectures, in which the topics are presented in a systematic manner, with active learning approaches that involve problem solving, laboratory sessions and the use of software tools. One major goal is to stimulate the interest of the students for the subject, stressing the connection between topics and stimulating discussion.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
*Química Orgânica, vol.1, Pedro Paulo Santos, 2011, ISBN: 978-989-8481-11-5 IST Press;
Química Orgânica, vol.2, Pedro Paulo Santos, 2013, ISBN: 978-989-8481-25-2 IST Press;
Exercícios de Química Orgânica, Pedro Paulo Santos, Dulce Simão, João Paulo Telo, 2015, ISBN: 978-989-8481-44-3 ISTPress;
100 Experiências de química orgânica, C. Afonso, D. Simão, L. Ferreira, M. Serra, M. Raposo, 2011, ISBN: 978-989-8-481-09-2, ISTPress*

Mapa IV - Tópicos de Bioengenharia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Tópicos de Bioengenharia

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Topics in Bioengineering

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
28.0

4.4.1.6. ECTS:
3.0

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):

ist11432, Joaquim Manuel Sampaio Cabral, 7h

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

ist14149, Gabriel Amaro Monteiro 7h

ist24812, Frederico Castelo Ferreira 7h

ist147740, Tiago Fernandes 7h

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

A Unidade Curricular (UC) Tópicos de Bioengenharia tem por objetivo proporcionar aos alunos uma abordagem integrada da área de Bioengenharia: Engenharia Biológica através de exemplos das áreas fundamentais e de aplicação da Bioengenharia.

No final da UC, o aluno deve ter conhecimento dos avanços tecnológicos alcançados na área da Bioengenharia, bem com compreender os princípios fundamentais e metodologias que suportam esses desenvolvimentos. O aluno deve ter capacidade de analisar e avaliar de forma crítica os desafios e oportunidades nesta área e propor soluções fundamentadas para a criação de novas tecnologias utilizando uma abordagem multidisciplinar.

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

The Curricular Unit (UC) Bioengineering Topics aims to provide students with an integrated approach on the field of Bioengineering: Biological Engineering through examples of the various fundamentals and applications of Bioengineering.

At the end of this UC, the student must be aware of the technological advances achieved in the area of Bioengineering, as well as understand the fundamental principles and methodologies that support these developments. The student must be able to critically analyze and evaluate the challenges and opportunities in this area and propose grounded solutions for the creation of new technologies using a multidisciplinary approach.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

O programa inclui os novos paradigmas da engenharia e das ciências da vida; as bases científicas da Bioengenharia com ênfase particular em Biologia Quantitativa e Engenharia de Bioprocessos e Biosistemas.

Os tópicos a abordar focam-se na aplicação destes conceitos básicos a áreas de importância tecnológica em ciências da vida, da saúde, do ambiente, da computação e de materiais e nanotecnologias, nomeadamente:

Engenharia Metabólica e Biologia Sintética

Bioeconomia e Sustentabilidade

Manufatura de Bioprodutos

Manufatura de Biofarmacêuticos,

Terapias Génicas e Vacinas

Medicina Regenerativa e de Precisão

Bioengenharia de Sistemas

4.4.5. Syllabus:

The program includes the new engineering and life sciences paradigms; the scientific bases of Bioengineering with particular emphasis on Quantitative Biology and Bioprocess and Biosystems Engineering.

The topics to be addressed focus on the application of these basic concepts to areas of technological importance in life sciences, health, environment, computing, materials and nanotechnologies, namely:

Metabolic Engineering and Synthetic Biology,

Bioeconomy and Sustainability,

Bioproducts Manufacturing,

Biopharmaceutical Manufacturing,

Gene Therapies and Vaccines,

Regenerative and Precision Medicine,

Systems Bioengineering

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, todos os pontos dos conteúdos programáticos, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning

outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% Monografia individual (máximo 10 páginas) baseada nos desafios da Bioengenharia aplicados às suas diversas áreas, a entregar na última aula

50% Apresentação de um Seminário (grupos de 3 alunos) com análise crítica e discussão de um Tópico de Bioengenharia (20 minutos: 15 minutos de apresentação+5 minutos de discussão).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% Individual monograph (maximum 10 pages) based on Bioengineering challenges applied to its different areas, to be delivered in the last class

50% Presentation of a Seminar (groups of 3 students) with critical analysis and discussion of a Bioengineering Topic (20 minutes: 15 minutes of presentation + 5 minutes of discussion).

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos através da utilização de aulas e seminário dado as características desta UC. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies, based on the transfer of theoretical and practical concepts through the extensive use of demonstration classes and experimental work, will allow to fulfill the intended learning outcomes, as well as to level the knowledge of students with different backgrounds and formations.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bioprocess Engineering: Basic Concepts (3rd Edition) (Prentice Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Sciences) 3rd Edition Michael L. Shuler (Author), Fikret Kargi (Author), Matthew DeLisa (Author) ISBN-13: 978-0137062706 , -, -, -

Mapa IV - Engenharia e Design de Proteínas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia e Design de Proteínas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Protein Engineering and Design

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EBB

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

21.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

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 Ângela Cabral Garcia Taipa Meneses de Oliveira, ist13278, lecturing load 21.0 h (100%)

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

<sem resposta>

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

O objetivo desta unidade curricular é desenvolver/aprofundar os conhecimentos pré-adquiridos pelos alunos sobre proteínas - designadamente dos mecanismos subjacentes ao enrolamento e aquisição da estrutura tridimensional das proteínas, relação estrutura-função, estabilidade e abordagens em engenharia de proteínas para a estabilização ou melhoria de propriedades funcionais, imobilização/(nano)encapsulação de proteínas - usando como sistemas-modelo proteínas com aplicação terapêutica (ex. anticorpos e enzimas terapêuticos).

No final desta da UC, pretende-se que i) os alunos desenvolvam/melorem as suas competências na exposição oral e escrita/transmissão de conhecimentos científicos sobre os conteúdos programáticos, fundamentando o seu trabalho com pesquisa prévia e referência bibliográfica adequada; ii) promover o debate de ideias e a capacidade de argumentação, entre colegas e com o professor, sobre os temas estudados.

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

The objective of this curricular unit is to develop/deepen students' pre-acquired knowledge about proteins - namely the mechanisms underlying the folding and acquisition of the three-dimensional structure of proteins, structure-function relationship, structural stability and approaches in protein engineering for stabilization and improvement of functional properties, immobilization/(nano) protein encapsulation - using as models protein systems with therapeutic application (antibodies and genetically related molecules; therapeutic enzymes).

At the end of this CU, it is intended that i) students have developed/improved their oral and written skills in the exposure/transmission of scientific knowledge on programmatic topics, while substantiating their work with adequate and comprehensive bibliographic search; ii) promote the debate of ideas/ability to argue, among students and with the teacher, on the topics studied.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. **Introdução. Hierarquia estrutural em proteínas: estruturas primária, secundária, terciária e quaternária. Estrutura supersecundária e domínios funcionais.**
2. **Enrolamento ('folding') de proteínas e estabilidade estrutural. 'Misfolding' (enrolamento parcial) e agregação. Modelos cinéticos e funil de energia.**
3. **Engenharia de proteínas: abordagens racionais e aleatórias. Design racional, evolução dirigida e design de novo de proteínas e enzimas.**
4. **Abordagens combinatoriais em engenharia de proteínas: exposição em fagos, na superfície de células e sistemas de modificação in vitro. Técnicas para a seleção de bibliotecas combinatoriais de mutantes.**
5. **Engenharia de anticorpos: humanização/funcionalização de anticorpos. 'Affibodies'. Anticorpos miméticos. Nano-anticorpos. Exemplos.**
6. **Enzimas terapêuticos: produção e purificação. Melhoria de propriedades (engenharia de proteínas). Imobilização para entrega direcionada. Exemplos.**

4.4.5. Syllabus:

1. **Introduction. Hierarchical structure of proteins: Primary, secondary, tertiary and quaternary structures. Supersecondary structure and functional domains.**
2. **Protein folding and stability. Mechanisms of protein folding: classic models and the folding funnel theory. Misfolding and aggregation.**
3. **Protein engineering: rational and random approaches. Rational design, directed evolution and de novo design of proteins and enzymes.**
4. **Combinatorial approaches in protein engineering: phage display, cell surface display and cell-free display systems. Techniques for library screening and mutants selection.**
5. **Antibody engineering: humanization and functionalization. Genetically engineered antibody-like molecules. Affibodies. Mimetic and bispecific antibodies. Nanobodies. Case studies.**
6. **Therapeutic enzymes: production and purification. Improvement of properties (protein engineering). Immobilization for targeted delivery. Case studies.**

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

O programa da unidade curricular foi definido em função dos objetivos em termos de conhecimentos e competências a

serem adquiridos pelos alunos.

O programa abrange os principais tópicos da Engenharia e Design de Proteínas, permitindo aos alunos rever e aprofundar conhecimentos previamente adquiridos sobre proteínas. Pretende-se igualmente promover/consolidar competências de aprendizagem autónoma, através da pesquisa bibliográfica e apresentação de seminários que constituirão parte dos conteúdos programáticos.

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

The curricular unit's program was defined according to the objectives in terms of knowledge and skills to be acquired by students.

The programmatic issues cover the main topics of Protein Engineering and Design, allowing students to review and deepen previously acquired knowledge about proteins.

It is also envisaged to promote /consolidate autonomous learning skills, through bibliographic search and presentation of seminars that will be part of the syllabus.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de avaliação envolverá as seguintes componentes/ponderações:

Apresentação de um seminário individual (15 min+ 5 min discussão) sobre tópicos/artigos científicos relacionados com o programa da UC (50%); monografia (grupos de 2 alunos) sobre temas propostos no âmbito do programa curricular (30%); discussão oral da monografia apresentada (20%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The evaluation method will involve the following components/weights:

Presentation of an individual seminar (15 min + 5 min discussion) on scientific topics/articles related to the syllabus (50%); delivery of a scientific monography (groups of 2 students) on proposed themes (30%); oral discussion of the monography content (20%).

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

O método de ensino foi concebido de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente sobre os conteúdos programáticos, em conformidade com os objetivos da UC. A metodologia adoptada pressupõe trabalho autónomo e responsabilização do estudante na aprendizagem. A avaliação contínua, através da apresentação de seminários durante as aulas teóricas, permitirá uma participação ativa dos alunos nos conteúdos programáticos e o desenvolvimento de capacidades acrescidas de pesquisa bibliográfica sobre temas específicos, exposição, debate de ideias e argumentação. A escrita de uma monografia científica e a sua discussão permitirão aos estudantes desenvolver aptidões de escrita e discussão científica, o que terá repercussões na formação e preparação para a Dissertação Final de Licenciatura.

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

The teaching method in this CU has been designed so that students can develop a comprehensive knowledge of the syllabus, in accordance with the objectives of the course.

The adopted methodology presupposes autonomous work and student's responsibility in the learning process.

Continuous assessment, through the presentation of seminars during the theoretical classes, will allow students to actively participate in the syllabus and the enhancement of aptitudes for bibliographic search on specific topics, exposition, debate of ideas and argumentation. The writing/oral discussion of a scientific monograph will endow students with better writing proficiency and discussion skills, which will be an added-value in the training and preparation for their Final Degree Thesis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Protein Engineering and Design, Sheldon J Park, Jenniffer R. Cochran (Eds), 2010, CRC Press, Taylor and Francis Group; Antibody Fusion Proteins, Steven M Chamow, Avi Ashkenazi (Eds), 1999, Wiley-Lyss.; Therapeutic enzymes: Function and clinical applications. Advances in Experimental Medicine and Biology 1148 , N.Labrou (Ed.), 2019, Springer

Mapa IV - Introdução às Ciências Biológicas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução às Ciências Biológicas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Biological Sciences

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**CBiol****4.4.1.3. Duração:****Semestral****4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****56.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****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):****ist11177, Isabel Maria De Sá Correia Leite de Almeida, 6 h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist12833, Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho , 10h****ist45779, Fábio Monteiro Fernandes, 12h****ist141827, Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira, 10h****ist12532, Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas, 10h****ist12532, Gabriel António Amaro Monteiro, 4h****ist426960, Rodrigo da Silva Costa, 4h****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Esta UC tem como objetivo transmitir uma formação básica (teórica e experimental) na área das Ciências da Biologia e seu impacto na interface com as várias especialidades da Engenharia e de outras Ciências. Permite dotar os futuros graduados de conhecimentos e competências básicas em Ciências da Biologia Moderna (ou seja, entenderem os conceitos e funcionamento da Biologia, focado nos conceitos e mecanismos, não no detalhe e em aspetos descritivos) com a abrangência e nos tópicos considerados de interesse para esta formação. É uma oferta abrangente, formativa, unificadora, na sua visão global, baseada no genoma, essencialmente conceptual e que sensibiliza para as aplicações e áreas de atividade da LEBiol.

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

This course aims at imparting a basic education in the area of Biological Sciences. Its strategic objective is to provide to future graduates the basic knowledge and skills in Modern Biology Sciences (ie, to understand the concepts and mechanisms of Life, with no focus on the details and descriptive aspects) and a wide perspective on topics considered of interest to the degree. It is a comprehensive, formative, unifying offer of genome-based Biology, essentially a conceptual vision that makes students aware of the applications and areas of activity in the field of Biological Engineering.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1.Introdução à Bioquímica e Biologia Celular e Molecular-As biomoléculas e sua função. A célula: organização e diversidade. Bioenergética. O DNA e a herança genética; o DNA, os RNAs e síntese proteica. Regulação da expressão genética. Ciclo celular

2.Os Genomas e a Biologia pós-genómica-Biologia de Sistemas. Análises Ómicas e Bioinformática. Bases da Taxonomia e Filogenia. Evolução. Engenharia Genética, de Genomas e Biologia Sintética.

3.Introdução à Microbiologia-Técnicas microbiológicas. Os microrganismos na Indústria Biotecnológica e Alimentar, no Ambiente e na Saúde

4.Introdução à Cultura de Células Animais e Biologia Celular Humana–Introdução às técnicas. Produção de anticorpos monoclonais. Células estaminais: diferenciação e novas terapias

5.Introdução à Biologia Vegetal e Animal

4.4.5. Syllabus:

1.Introduction to Biochemistry and Cellular and Molecular Biology- The biomolecules and their function. The cell: organization and diversity. Bioenergetics. DNA and genetic inheritance; DNA, RNAs and protein synthesis. Regulation of gene expression. Cell cycle

2.Genomes and Postgenomic Biology-Systems Biology. Omics and Bioinformatics Analyses. Bases of Taxonomy and Phylogeny. Evolution. Genetic Engineering, Genomes and Synthetic Biology.

3.Introduction to Microbiology-Microbiological Techniques. Microorganisms in Biotechnology, Food Industry, Environment and Health

4.Introduction to Animal Cell Culture and Human Cell Biology - Introduction to techniques. Monoclonal antibody production. Stem Cells: Differentiation and New Therapies

5.Introduction to Plant and Animal Biology

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

Os conteúdos programáticos permitem dotar os alunos de conhecimentos teóricos e competências laboratoriais básicas em Ciências da Biologia Moderna, ou seja, a entenderem os conceitos e funcionamento dos seres vivos com base no genoma, sem foco no detalhe e em aspetos descritivos. A abrangência do tratamento dos vários conteúdos bem como os tópicos tratados são os de interesse para a continuação de estudos nas áreas de Ciências Biológicas e Engenharia Biológica desta Licenciatura.

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

The syllabus contents provide students with theoretical knowledge and basic laboratory skills in Sciences of Modern Biology, that is, to understand the concepts and functioning of living beings based on the genome, without focusing on detail and descriptive aspects. The scope of the treatment of the various contents as well as the topics treated are those considered of interest for the continuation of studies in the areas of Biological Sciences and Biological Engineering of the Degree.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame (50%) + avaliação contínua (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam (50%) + continuous evaluation (50%)

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais e de bioinformática que permitam uma maior compreensão dos conteúdos teóricos e aquisição de competências. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos da UC como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

The teaching methodologies were designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. It is based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of demonstration classes and experimental and bioinformatics works that allow a greater understanding of theoretical contents and acquisition of skills. This approach will allow not only to fulfill the objectives of the UC, but also to help level the knowledge of students with different backgrounds.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Campbell Biology (11th Edition), Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, Jane B. Reece, Neil A. Campbell, 2020, Pearson, ISBN-13: 978-0134093413

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Gestão

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EGO

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5

4.4.1.6. ECTS:

3.0

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):

ist12631, João Agostinho de Oliveira Soares - (14h)

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

ist12228, Carlos M. F. Monteiro - (10,5h)

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

O objetivo da unidade curricular é introduzir os alunos a um conjunto de conceitos e ferramentas que lhes irá permitir compreender a natureza sistémica e integrada do funcionamento das organizações, e avaliar a multidisciplinaridade e recursos necessários ao seu funcionamento. Pretende-se que os alunos fiquem habilitados com as competências necessárias para poderem contribuir ativa e positivamente para o crescimento sustentável das organizações, com particular foco nos seguintes aspetos: Cultura, ética e estrutura organizacional; Contabilidade e Análise Financeira; Análise de Investimentos; Planeamento e Gestão Estratégica; Fundamentos de Marketing. A aplicação dos conhecimentos adquiridos é válida tanto para empresas em atividade, como para projetos de empreendedorismo – por exemplo, startups resultantes da Inovação & Desenvolvimento Tecnológico. A UC de Gestão integra a simulação de gestão IST Management Challenge (ISTMC).

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

The main objective of the Management course unit is to introduce students to a set of concepts and tools that will enable them to understand the nature of the systemic and integrated functioning of organizations, and evaluate the multidisciplinary methods and resources necessary for their operation. It is intended that students become empowered with the skills that enable them to contribute active and positively to the sustainable growth of organizations, with a particular focus on the following aspects: Culture, ethics, and organizational structure; Accounting and Financial Analysis; Investment Appraisal; Planning and Strategic Management; Marketing Fundamentals. The application of the knowledge acquired is valid for both firms in activity, and entrepreneurial projects, like start-ups resulting from Innovation & Technology Development. The course integrates the simulation management game IST Management Challenge (ISTMC).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução. Cultura, ética e estrutura das organizações.**
- 2. A Informação Financeira.**

3. *Análise de Projetos de Investimento.*
4. *Gestão Estratégica.*
5. *Marketing.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Management. Culture, ethics, and organizational structure.*
2. *Financial Analysis.*
3. *Investment Project Appraisal.*
4. *Strategic management.*
5. *Marketing.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências fundamentais de Gestão e, através da sua aplicação a situações práticas, permitem que se atinjam os objetivos de aprendizagem definidos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The syllabus aims to provide students with the fundamental knowledge and skills of Management and, through its application to practical situations, allows the achievement of the defined learning objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A nota final da UC de Gestão resulta da soma de duas componentes:

a) *Avaliação Individual*

1. *Teste cotado para 10 valores, com nota mínima de 4.5 valores, contando a melhor nota das duas épocas (50% da nota final).*
2. *Elaboração e entrega em aula de 4 exercícios. Cada exercício é cotado para 2 valores, num total de 8 valores (40% da nota final). Os exercícios serão realizados em papel ou no telemóvel, com o apoio de software adequado.*

b) *Avaliação em grupo*

Jogo de Gestão-ISTManagementChallenge(ISTMC) - 2 valores pelo desempenho e a participação válida da respetiva equipa (3-5 estudantes) no ISTMC (10% da nota final).

Época Especial e Estudantes Trabalhadores ou desportistas de Alta Competição: os alunos fazem apenas a componente de avaliação individual, sendo o teste final/exame cotado para 20 valores (100% da nota final).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Final Grade for the Management course is the sum of two components:

a) *Individual assessment:*

1. *Multiple choice final test (score max.: 10 points, 50% of the final grade; minimum required: 4.5 points). Students can do the test in two different dates; the best score of both tests prevails.*
2. *Four Exercises/quizzes to be done in class (max score of each exercise: 2 points; max score in this part: 8 points, 40% of the final grade)*

b) *Group work :*

Management game – IST Management Challenge (ISTMC)

2 points according to the the performance and valid participation of the group in the ISTMC (teams with 3-5 students) - 10% of the final grade.

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 modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A participação no Jogo de Gestão-IST Management Challenge(ISTMC) permite o desenvolvimento de competências transversais em Competências Interpessoais.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
Teaching methodologies were designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. Participation in the Management Game-IST Management Challenge (ISTMC) allows the development of transversal skills in Interpersonal Skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Daft, Richard L. and Benson, A. (2016), Management, 1st edition, Cengage Learning EMEA.

Kotler, P. and Keller, K. (2016), Marketing Management, 15th Global Edition, Pearson-Prentice Hall.

Manual do Global Management Challenge.

Soares, João O. (2015), “Apontamentos de Contabilidade”, Folhas da unidade curricular de Gestão, DEG-IST, Universidade de Lisboa.

Soares, João O. (2015), “Análise de Projetos de Investimento: conceitos fundamentais” – Folhas da unidade curricular

de Gestão, DEG-IST, U. Lisboa.

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:

Várias estratégias estão previstas (ver 4.7) e muitas já foram implementadas, nomeadamente:

Introdução/reforço de unidades curriculares (UC) baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on, com um maior envolvimento dos estudantes na sala de aula e em processos de avaliação mútua e feed-back;

Reforço da utilização de ferramentas e plataformas digitais (e.g. mooc.tecnico.ulisboa.pt) que permitem um feedback instantâneo, assim como aprendizagem à distancia e avaliação.

Integração de estudantes no âmbito de projectos interdisciplinares/multidisciplinares, em institutos de investigação e/ou empresas, pelo menos na UC de projecto integrador de 1º ciclo.

Reforço da avaliação continua com a redução significativa (< 50%) do peso da avaliação por exames.

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

Several strategies are foreseen (see 4.7) and many have already been implemented, namely:

Introduction / reinforcement of curricular units (UC) based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on, aiming at a greater involvement of students in the classroom in mutual evaluation processes and feed-back;

Reinforcement of the use of digital tools and platforms (e.g. mooc.tecnico.ulisboa.pt) that allow instant feedback, as well as e-learning and evaluation.

Integration of students in interdisciplinary / multidisciplinary projects, in research institutes and / or companies, at least within the scope of the 1st cycle integrated project CU.

Reinforcement of continuous assessment with the significant reduction (<50%) of the weight of the evaluation by exams.

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

No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher uma questão relativa à carga de trabalho relativa a cada UC. A informação obtida a partir de todos os estudantes de cada UC é compilada e tratada para comparar a carga prevista com a carga estimada pelos estudantes. Quando há um grande desajuste entre a carga estimada e a carga prevista (superior a 1,5 ECTS) a situação é analisada no âmbito da Comissão QUC do Conselho Pedagógico. Nos casos em que se justifique é estabelecido um plano de acção envolvendo os departamentos e coordenações.

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

Under the QUC forms (Course Unit Quality System), students must answer a question related to the workload involved in each UC. The information obtained from all students in each QUC is compiled and treated to compare the expected workload with the workload estimated by the students. When the imbalance between the estimated workload and the expected workload is significant (greater than 1,5 ECTS) the situation is analysed under the QUC Committee of the Pedagogical Council. Where applicable, a plan of action is devised by getting departments and programme coordinators involved.

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:

Em julho de cada ano são efectuadas reuniões de coordenação dos vários cursos, de forma a calendarizar o trabalho exigido aos estudantes ao longo dos semestres lectivos e dos períodos de avaliação, pretendo-se distribuir o trabalho dos estudantes ao longo do tempo, dando-se especial ênfase à aprendizagem contínua. Esta calendarização atempada permite ao estudante planear o seu ano lectivo/semestre, potenciando o sucesso escolar. No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher um bloco de questões específicas relativo à aquisição e/ou desenvolvimento de competências obtidas no âmbito de cada UC, que inclui perguntas sobre o desenvolvimento de conhecimentos e compreensão das matérias, bem como a melhoria da capacidade de aplicação de conhecimentos de forma autónoma e de desenvolvimento do sentido crítico na utilização prática das mesmas.

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

Every year in July, meetings are held with programme coordinators, in order to schedule the work required from students throughout the semesters and evaluation periods. The purpose is to distribute student workload throughout

time, giving special attention to continuous learning. This timely scheduling allows the student to plan his academic year/semester, enhancing academic achievement. Under the QUC surveys, students should complete a number of specific questions regarding the acquisition and/or development of skills acquired under each QUC, in particular about the development of knowledge and understanding of subject matters, and improvement of the capacity of application of knowledge autonomously and development of critical judgment in their practical application.

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

A participação dos alunos em actividades científicas ocorre fundamentalmente no contexto da UC de Projecto Integrador de 1º ciclo, em particular na modalidade de projecto científica. Aqui, os alunos terão oportunidade de integrar equipas de centros de investigação (do IST ou não) e de desenvolver trabalhos no âmbito de projectos de investigação, que lhes permitirão aplicar conhecimentos, pesquisar, obter, compilar e resumir informações científicas, planear e executar experiências, analisar e interpretar dados, desenvolver modelos matemáticos e realizar simulações em computador. Acresce que todos os docentes envolvidos na Licenciatura são membros de grupos de investigação de centros de investigação do IST. É por isso habitual que, no contexto de determinadas UC, os alunos sejam expostos a temáticas e problemas directamente ligadas às actividades científicas dos docentes.

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

The participation of students in scientific activities occurs mainly in the context of the 1st Cycle Integrated Project CU, particularly in the modality of scientific project. Here, students will have the opportunity to integrate teams from research centers (from IST or not) and to develop work within the scope of research projects. This will allow them to apply knowledge, research, obtain, compile and summarize scientific information, plan and execute experiments, analyze and interpret data, develop mathematical models and perform computer simulations. In addition, all faculty members involved in this degree are members of research groups from IST research centers. It is therefore customary for students to be exposed to themes and problems directly linked to the scientific activities of teachers in the context of certain curricular units.

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 ciclo de estudos conducente ao grau de Licenciado em Ciências de Engenharia Biológica tem 180 ECTS, distribuídos por 6 semestres: 60 ECTS por ano, distribuídos por Unidades Curriculares com componentes de lecionação teórica, teórico-prática, prática e laboratorial, sendo que no 3º ano se inclui uma UC de Projecto Integrador (12 ECTS) numa de 3 modalidades: 1. Projecto científico, 2. Projeto em empresa e 3. Projeto Capstone. O número de ECTS baseia-se no previsto no artigo 18.º do Decreto-Lei n.º 74/2006, mantido no articulado do DL 65/2018 (que altera o decreto anterior) e tem em conta os objetivos do programa, o nível de conhecimentos e competências a adquirir num 1º Ciclo de Estudos. Os 180 ECTS adoptados são prática corrente no Espaço Europeu de Ensino Superior na área de formação e nível de qualificação em causa.

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 cycle of studies leading to the Graduation in Biological Engineering Sciences has 180 ECTS, organized over 6 semesters: 60 ECTS per year, distributed by Curricular Units that include theoretical, theoretical-practical, practical and laboratorial classes, including in the 3rd year an Integrated Project CU (12 ECTS) in one of 3 modalities: 1. Scientific project, 2. Project in a company and 3. Capstone Project. The number of ECTS is based on the provisions of Article 18 of Decree-Law No. 74/2006, maintained in the articles of DL 65/2018 (which amends the previous decree) and takes into account the objectives of the program, the level of knowledge and skills to be acquired in a 1st Cycle of Studies. Furthermore, the 180 ECTS adopted are current practice in the European Higher Education Space for the MSc level of qualification in the area of Biological Engineering.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

Por recomendação dos Conselhos Científico e Pedagógico, as UC incluídas nos planos dos ciclos de estudo do IST a partir de 2021/2022 devem adoptar um formato de múltiplo de 3 ECTS, de modo a facilitar a mobilidade e a promover a flexibilidade curricular. Partindo desta directriz, o número específico de ECTS em cada UC foi definido em conjunto pela coordenação e pelos docentes envolvidos. Esta definição teve por base quer os objectivos do ciclo de estudos quer a experiência pedagógica na leccionação dos diferentes conteúdos.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

By recommendation of the Scientific and Pedagogical Councils, from 2021/2022 on, all curricular units included in the curricular plans of IST study cycles must adopt a format of multiple of 3 ECTS, in order to facilitate mobility and promote curricular flexibility. Based on this guideline, the specific number of ECTS in each UC was jointly defined by the coordination and by the faculty involved. This definition was grounded on the objectives of the study cycle and on the pedagogical experience of the faculty in the teaching of the different contents.

4.7. Observações

4.7. Observações:

O Técnico estabeleceu como uma das suas prioridades a actualização e adaptação do seu modelo de ensino e práticas pedagógicas aos dias de hoje. Neste contexto desencadeou um processo de análise e reflexão sobre o seu modelo de ensino e práticas pedagógicas, visando definir as linhas orientadoras para uma reorganização da formação na Escola. Em Janeiro de 2018 foi constituída a “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas”- CAMEPP do IST, mandatada pelos órgãos da Escola, para repensar o modelo de formação pedagógica do IST. Dessa análise resultou um conjunto de medidas relativamente à estrutura curricular, organização, filosofia, e práticas pedagógicas, que estão reflectidas no documento PERCIST- “Princípios enquadramentos para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122”. O PERCIST estabeleceu as linhas gerais para a reestruturação de todos os cursos coerentes de grau de 1º e 2º ciclos do Instituto Superior Técnico (IST) que vão ser implementados em 21-22. As principais medidas que vão ser implementadas e que foram incorporadas na reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclos do IST são aqui apresentadas de forma genérica:

- Reconhecimento da importância da formação de base sólida em Ciências de Engenharia;
- Alteração para UCs de 12, 9, 6 e 3 unidades do Sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS);
- Aumento generalizado da flexibilidade curricular a nível de 1º ciclo com a criação de pre-major (até 12ECTS), e no 2º ciclo com a oferta de opções livres (18-30ECTS);
- Criação de minors coerentes de 18 ECTS, ao nível do 2.º ciclo, numa área de formação complementar e multidisciplinar, que pode ser intra- ou interdepartamental;
- Criação/reforço de projetos integradores e interdisciplinares que envolverá trabalho preferencialmente em equipa e podendo ter por base problemas e desafios reais: i) num projeto tipo Capstone ii) numa Unidade de Investigação, ou iii) em ambiente empresarial (UC “Projeto Integrador de 1º ciclo (PIC1));
- A nível de 2º ciclo, a dissertação de mestrado poderá ser enquadrável também em uma de três modalidades: i) tese científica, ii) projeto em empresa e ii) projeto CAPSTONE, potenciando a interdisciplinaridade.
- Reconhecimento curricular de atividades extracurriculares;
- Introdução da formação em Humanidades, Artes e Ciências Sociais (HASS);
- Reforço das competências transversais integradas nas unidades curriculares;
- Reforço das valências em computação e programação;
- Aumento da formação em empreendedorismo e inovação
- Mudança de paradigma de ensino com introdução/reforço de unidades curriculares baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;

Informação mais detalhada sobre algum destes aspectos poderá ser disponibilizada e consultada em: Relatório CAMEPP e documento PERCIST.

4.7. Observations:

Técnico established, as one of its priorities, the reshaping of its teaching model and pedagogical practices to today's world. In this context, it started a process of analysis and reflection on its teaching model and pedagogical practices, aiming to define the guidelines for a reorganization of the courses curricula and pedagogical model in the School. In January 2018, the “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas - CAMEPP” was set up, mandated by the School bodies, to rethink the IST's pedagogical training model. This analysis resulted in a set of measures regarding the curricular structure, organization, philosophy, and pedagogical practices, which are reflected in the document PERCIST “Princípios enquadramentos para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122””. PERCIST has established the general guidelines for restructuring all courses of Instituto Superior Técnico (IST), conferring degrees from 1st and 2nd cycles, and that will be implemented in 21-22. The main measures that are going to be implemented, and that were incorporated in IST's 1st and 2nd cycle courses, are presented here in a generic way:

- Recognition of the importance of solid training in Engineering Sciences;
- Change to UCs of 12, 9, 6 and 3 units of the European credit transfer and accumulation system (ECTS);
- Increased of curricular flexibility at the 1st cycle level with the creation of pre-major curricular units (up to 12ECTS), and in the 2nd cycle with curricular units as free options (18-30ECTS);
- Creation of coherent minors of 18 ECTS, at the level of the 2nd cycle, in an area of complementary and multidisciplinary training, which can be intra- or interdepartmental;
- Creation / reinforcement of integrative and interdisciplinary projects that will involve preferably team work and may be based on real problems and challenges: i) in a Capstone project ii) in a Research Unit, or iii) in a business environment (UC “Projeto Integrador de 1st cycle (PIC1));

- **At the 2nd cycle level, the master's dissertation may also fit into one of three types: i) scientific thesis, ii) company project and iii) CAPSTONE project, enhancing interdisciplinarity.**
- **Curricular recognition of extracurricular activities;**
- **Introduction of training in Humanities, Arts and Social Sciences (HASS);**
- **Reinforcement of transversal competences integrated in the curricular units;**
- **Reinforcement of computing and programming skills;**
- **Increased training in entrepreneurship and innovation**
- **Changing the teaching paradigm with the introduction / reinforcement of curricular units based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;**

More detailed information on any of these aspects can be made available and consulted: CAMEPP report and PERCIST document.

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.

Miguel Cacho Teixeira, doutoramento e agregação em Biotecnologia, Professor Associado em regime integral

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

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

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Juha Hans Videman	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Nuno Gonçalo Pereira Mira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências Biológicas / Biotecnologia	100	Ficha submetida
Giovani Loiola da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Costa Lourenço Caleiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Paulo Jorge da Rocha Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Luís Humberto Viseu Melo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA FISICA TECNOLÓGICA	100	Ficha submetida
Margarida Maria Portela Correia dos Santos Romão	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Joaquim Manuel Sampaio Cabral	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA/BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Isabel Maria Delgado Jana Marrucho Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Chemical Engineering	100	Ficha submetida
Ana Paula Valagão Amadeu do Serro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Cristina De Carvalho Silva Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho	Professor Associado ou equivalente	Doutor		BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Sílvia De Vasconcelos Chaves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		QUIMICA	100	Ficha submetida

Maria Teresa Ferreira Cesário Smolders	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia de Bioprocessos	0	Ficha submetida
Gabriel António Amaro Monteiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
João Miguel Raposo Sanches	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENG. ELECTROTECNICA E DE COMPUTADORES	100	Ficha submetida
Maria Amélia Nortadas Duarte de Almeida Lemos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Pedro Tiago Gonçalves Monteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Informática	100	Ficha submetida
Rui Miguel Rodrigues Saramago	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Mário Nuno de Matos Sequeira Berberan e Santos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Pedro Paulo De Lacerda e Oliveira Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
José Carlos Pedro Cardoso Matias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
José Paulo Sequeira Farinha	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Hugo Miguel Fragoso de Castro Silva	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia e Gestão	30	Ficha submetida
Fábio Monteiro Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
António Manuel Pacheco Pires	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA APLICADA	100	Ficha submetida
Maria Margarida Fonseca Rodrigues Diogo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Maria Ângela Cabral Garcia Taipa Meneses de Oliveira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Ana Margarida Nunes da Mata Pires de Azevedo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Zita Carla Torrão Pinto Martins	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Luís Filipe Moreira Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLÓGICA	100	Ficha submetida
Rodrigo da Silva Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências Biológicas	100	Ficha submetida
Susana de Almeida Mendes Vinga Martins	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Biologia / Bioinformática	100	Ficha submetida
João Alfredo Vieira Canário	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Química Ambiental	20	Ficha submetida
Rui Miguel Loureiro Nobre Baptista	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA DE SISTEMAS	100	Ficha submetida
José Nuno Aguiar Canongia Lopes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Isabel Maria De Sá Correia Leite de Almeida	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Eng ^a Química -Biotecnologia (Ciências Biológicas)/ Biological Sciences)	100	Ficha submetida

José António Leonardo dos Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Miguel Ângelo Joaquim Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Luís Manuel Gonçalves Barreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Duarte Miguel De França Teixeira dos Prazeres	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Frederico Castelo Alves Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Jorge Humberto Gomes Leitão	Professor Associado ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Maria Margarida Martelo Catalão Lopes de Oliveira Pires Pina	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ECONOMIA	100	Ficha submetida
Nuno Ricardo Torres Faria	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Bioengenharia	100	Ficha submetida
Paulo Alexandre Carreira Mateus	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Alda Maria Pereira Simões	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Carlos Miguel Calisto Baleizão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
Luísa Margarida Dias Ribeiro de Sousa Martins	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Pedro Simões Cristina de Freitas	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Cláudia Alexandra Martins Lobato da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Tiago Paulo Gonçalves Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biotecnologia	100	Ficha submetida
Luís Pereira de Quintanilha e Mendonça Dias Torres Magalhães	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Francisco Manuel Da Silva Lemos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Ana Maria de Figueiredo Brites Alves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria de Fátima Guerreiro Coelho Soares Rosa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Dulce Elisabete Bornes Teixeira Pereira Simão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
Francisco Miguel Alves Campos de Sousa Dionísio	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
João Agostinho De Oliveira Soares	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida

Maria Tereza Angelino Reis	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Carla Isabel Costa Pinheiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Ferreira Monteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Leonilde de Fátima Morais Moreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Jaime Arsénio de Brito Ramos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Carla da Conceição Caramujo Rocha de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
				6650	

<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.

69

5.4.1.2. Número total de ETI.

66.5

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:	66	99.248120300752

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):	66.5	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	47	70.676691729323	66.5
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	66.5

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	62	93.233082706767	66.5
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	66.5

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 do IST assenta no sistema multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico" (Despacho n.º 3855/2017, DR 2ª série, n.º 88 de 8 de maio de 2017, que actualiza o Despacho n.º 262/2013, DR, 2ª série, n.º 4, de 7 de janeiro de 2013, e o despacho n.º 4576/2010, DR 2ª Série, n.º 51 de 15 de março), sendo aplicado a cada docente individualmente e é aplicado nos períodos estipulados por Lei.

Permite a avaliação quantitativa da atuação do pessoal docente nas diferentes vertentes, e reflete-se nomeadamente sobre a distribuição de serviço docente regulamentada pelo Despacho Reitoral n.º 8985/2011 (DR, 2ª Série, N.º 130 de 8 de julho).

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

Performance assessment of IST teaching-staff relies on the multi-criteria system defined in the "Regulations of Performance of IST Teaching-staff" (Rectoral Order 3855/2017 Government Journal 2nd Series, No 88 of May 8, that updates the Rectoral Order 262/2013 Government Journal 2nd Series, No 4 of January 7 and the Rectoral Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No. 51 of 15 March), which is applied to each professor individually and for periods established under the law. It allows for the quantitative assessment of the performance of the teaching staff in different strands and is reflected particularly on the allocation of the teaching duties, which is governed by the Rectoral Order 8985/2011 (Government Journal, 2nd Series, No. 130 of 8th July).

5.6. Observações: <sem resposta>

5.6. Observations: <no answer>

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

10 funcionários (8 técnicos de Laboratório e 2 secretárias) em regime de tempo integral prestam apoio à lecionação (direto e indirecto) deste ciclo de estudos bem como a outros ciclos de estudo da responsabilidade do Departamento de Bioengenharia (DBE) e do Departamento de Engenharia Química. Dois bolseiros em regime de tempo parcial prestam apoio às atividades dos laboratórios de tecnologias da informação (LTI) no DBE.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

10 employees (8 laboratory technicians and 2 secretaries) on a full time basis provide direct support to the study programme on Biological Engineering and to other study programmes of coordinated by the Department of Bioengineering (DBE) and the Department of Chemical Engineering. Two part-time fellows provide support to the activities of the Information technologies laboratories (LTI) of DBE.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

Dos 10 elementos, 1 tem o Mestrado e 1 tem Licenciatura.

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

Of the 10 elements, 1 has a Masters Degree and 1 has a Bachelor degree

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

O IST implementa o SIADAP desde a sua criação jurídica, em 2004, tendo actualizado o funcionamento e os procedimentos, com as revisões do sistema de avaliação, em 2007 e em 2013. A avaliação integra os subsistemas:

- de Avaliação do Desempenho dos Dirigentes da Administração Pública - SIADAP 2, aplicado em ciclos de três anos, consoante as comissões de serviço dos avaliados

- de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública - SIADAP 3, com carácter bianual, a partir do ciclo de 2013-2014.

Todo este processo foi desmaterializado e está disponível na plataforma de aplicações centrais do IST (.dot), sendo acedido pelos vários intervenientes (avaliadores, avaliados, Direcção de Recursos Humanos e dirigentes de topo) electronicamente. O processo PREVPAP vai permitir a integração de muitos colaboradores do técnico que não detinham um vínculo com a administração pública. Mais informação está disponível na página da DRH do IST na Internet.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

IST currently implements the non-academic staff assessment system SIADAP, which is active since it was legally created in 2004. IST has updated its functioning and procedures and reviewed the evaluation system in 2007 and 2013. The evaluation includes the following subsystems:

- the System for Performance Assessment of the Senior Officials of the Public Administration (SIADAP 2), applied in three cycles, depending on the service commissions of those evaluated;

- the System for Performance Assessment of the Public Administration Employees (SIADAP 3), every two years, from 2013-2014.

The process was dematerialized and is available on the central application form of IST (.dot). Access is made by the different actors (evaluators, evaluated, HR Division, and senior officials) electronically. The PREVPAP regulations will drive IST to integrate diverse members of non-academic staff in the Public Administration. Further information is available at the Human Resources Division-IST webpage.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

O campus da Alameda do IST dispõe de espaços físicos que proporcionam muito boas condições aos alunos do MEBiol para um ensino de qualidade. Para além de salas de aula e laboratórios de ensino diversos (Ciências

Biológicas, Engenharia de Biomolecular e de Bioprocessos, Bioinstrumentação, Biomateriais, Químicas Geral, Analítica e Orgânica), os espaços disponíveis incluem ainda bibliotecas, salas de estudo, auditórios e laboratórios de tecnologias de informação (LTI) com acesso à internet. Os alunos que desenvolvem o seu projecto de dissertação nos diferentes Centros de Investigação do IST (e.g. iBB, INESC-MN, ISR, etc) têm também acesso aos espaços a eles afectos.

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

The facilities available at the Alameda campus of IST provide very good conditions that support an education of quality. In addition to classrooms and various teaching laboratories (Biological Sciences, Biomolecular and Bioprocess Engineering, Instrumentation, General, Analytical and Organic Chemistry), the available spaces also include libraries, study rooms, auditoriums and information technology laboratories (LTI) with internet access. Students who develop their dissertation project at the different IST Research Centers (e.g. iBB, INESC-MN, ISR, etc.) also have access to the spaces allocated to those centers.

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

As salas de aula e anfiteatros possuem equipamentos multimédia e acesso à internet. Os LTI possuem inúmeros computadores e mesas para portáteis. O software de apoio a aulas leccionadas nos LTI é instalado consoante a necessidade. Os laboratórios de ensino estão equipados com: biorreactores, sonicadores, espectrofotómetros, leitores de microplacas, sistemas de filtração tangencial, autoclaves, termocicladores, estufas de esterilização e secagem, sistema de cromatografia, medidores de pH, agitadores orbitais, bombas, centrífugas de bancada e refrigeradas, microcentrífugas, hotes, microscópios ópticos, osciloscópios, fontes de alimentação, tinhas de electroforese, etc. Os Centros de investigação onde os alunos desenvolvem a sua tese t- em equipamentos especializados. A biblioteca do IST oferece acesso a livros e revistas da área da LEBiol e acesso on-line a bases de dados (e.g. ISI Web of Science, PubMed, Scopus, Science Direct), disponibilizando também duas salas para estudo em grupo.

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

The classrooms and amphitheaters have multimedia equipment and internet access. The LTI are equipped with numerous computers, printers and empty tables for laptops. The software to support classes taught at LTI is installed as needed. The teaching laboratories are equipped with: bioreactors, sonicators, spectrophotometers, microplate readers, tangential filtration systems, autoclaves, thermal cyclers, incubators, preparative chromatography system, pH meters, orbital shakers, pumps, benchtop centrifuges, refrigerated centrifuges, microcentrifuges, fume hoods, optical microscopes, etc. Research centers where students develop their thesis are equipped with specialized equipment. The IST library offers access to books and scientific journals in the areas of interest of the LEBiol and online access to databases (e.g. ISI Web of Science, PubMed, Scopus, Science Direct). Two rooms for group study are also available at the IST library.

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
iBB - Instituto de Bioengenharia e Biociências	Excelente	IST	23	
CQE - Centro de Química Estrutural	Excelente	IST	15	
CEG - Centro de Estudos de Gestão	Muito Bom	IST	5	
IT - Instituto de Telecomunicações	Muito Bom	IST	4	
CERENA - Centro de Recursos Naturais e Ambiente	Excelente	IST	5	
INESC-ID	Excelente	IST	2	
ISR - Instituto de Sistemas e Robótica	Excelente	IST	1	
CeFEMA - Center of Physics and Engineering of Advanced Materials	Muito Bom	IST	2	

GMF - Grupo de Matemática Física	Muito Bom	UL	1
CAMGSD - Centre for Mathematical Analysis, Geometry, and Dynamical Systems	Excelente	IST	6
CEMAT - Centre for Computational and Stochastic Mathematics	Muito Bom	IST	3
CEAUL - Centro de Estatística e Aplicações da Universidade de Lisboa	Muito Bom	UL	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/b02dbf51-955c-c106-ccd2-5e70e6bb587e>

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/b02dbf51-955c-c106-ccd2-5e70e6bb587e>

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.

- CERESEX - Generation of gene-edited cerebellar organoids for ataxia research, PTDC/BTM-SAL/29298/2017 - FCT
- Mini-Hearts - Organoid Engineering for Production of 3D Cardiovascular Microtissues from Human Induced Pluripotent Stem Cells for Cardiotoxicity, PTDC/EMD-TLM/29728/2017 - FCT
- CardioWheel - Upscaling the Production of Human Pluripotent Stem Cell-derived Cardiomyocytes using Vertical-Wheel Bioreactors, PTDC/EQU-EQU/29653/2017 - FCT
- MIXED-UP: Targeting pathogenesis and engineering cell factories: developing mixed regulatory-metabolic genome-scale models in yeasts, PTDC/BII-BIO/28216/2017 - FCT
- p28Nano - Cell penetrating p28 peptide-mediated delivery of nanomedicines for cancer treatment, PTDC/CTM-CER/30034/2017 - FCT
- LactoSynt - Lactic acid bacteria as cell factories: a Synthetic Biology approach for plasmid DNA and recombinant protein production, PTDC/BTM-SAL/28624/2017 - FCT
- CBM-X: Biorecognition as a Tool for the Functionalization of Cellulose-based Materials with Biomolecules and Nanostructures, PTDC/CTM-CTM/30790/2017 - FCT
- AlgaePlas: Seaweed biorefinery for the upgrade of carbohydrates to sustainable bioplastics, PTDC/BII-BIO/29242/2017 - FCT
- LactoCan - Fostering the development of new probiotic therapeutic approaches for the treatment of candidiasis exploring the Candida-lactobacilli interference, PTDC/BIA-MIC/31515/2017 - FCT
- EXOpro: Development of a scalable manufacturing process for therapeutic human mesenchymal stem/stromal cell-derived exosomes, PTDC/EQU-EQU/31651/2017 - FCT
- MicroControl - Exploiting the healing capacity of nature's microbiomes for improved fish larviculture -Phag4BacID-Bacteriófagos no Diagnóstico e Prevenção de Infecções Multiresistentes em Portugal e no Mundo, LISBOA-01-0247-FEDER-033603 - ANI
- SymbioReactor: sustainable production of bioactive metabolites from microbial symbionts of marine sponges and corals, FA_05_2017_032 - Fundo Azul
- CODOBIO: Continuous Downstream Processing of Biologics, EU ITN, H2020
- BioData.pt - Portuguese Biological Data Network - LISBOA-01-0145-FEDER-022231
- YEASTPEC-Engineering of the yeast Saccharomyces cerevisiae for bioconversion of pectin-containing agro-industrial side-streams - ERA-IB-2/0003/2015 - FCT
- TTRAFFIC - Toxicity and Transport for Fungal Production of Industrial Compounds - ERA-IB-2-6/0003/2014 - FCT

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.

- CERESEX - Generation of gene-edited cerebellar organoids for ataxia research, PTDC/BTM-SAL/29298/2017 - FCT
- Mini-Hearts - Organoid Engineering for Production of 3D Cardiovascular Microtissues from Human Induced Pluripotent Stem Cells for Cardiotoxicity, PTDC/EMD-TLM/29728/2017 - FCT
- CardioWheel - Upscaling the Production of Human Pluripotent Stem Cell-derived Cardiomyocytes using Vertical-Wheel Bioreactors, PTDC/EQU-EQU/29653/2017 - FCT
- MIXED-UP: Targeting pathogenesis and engineering cell factories: developing mixed regulatory-metabolic genome-scale models in yeasts, PTDC/BII-BIO/28216/2017 - FCT
- p28Nano - Cell penetrating p28 peptide-mediated delivery of nanomedicines for cancer treatment, PTDC/CTM-CER/30034/2017 - FCT
- LactoSynt - Lactic acid bacteria as cell factories: a Synthetic Biology approach for plasmid DNA and recombinant protein production, PTDC/BTM-SAL/28624/2017 - FCT
- CBM-X: Biorecognition as a Tool for the Functionalization of Cellulose-based Materials with Biomolecules and

Nanostructures, PTDC/CTM-CTM/30790/2017 - FCT

- AlgaePlas: Seaweed biorefinery for the upgrade of carbohydrates to sustainable bioplastics, PTDC/BII-BIO/29242/2017

- FCT

- LactoCan – Fostering the development of new probiotic therapeutic approaches for the treatment of candidiasis exploring the Candida-lactobacillii interference, PTDC/BIA-MIC/31515/2017 - FCT

- EXOpro: Development of a scalable manufacturing process for therapeutic human mesenchymal stem/stromal cell-derived exosomes, PTDC/EQU-EQU/31651/2017 - FCT

- MicroControl - Exploiting the healing capacity of nature's microbiomes for improved fish larviculture -Phag4BacID- Bacteriófagos no Diagnóstico e Prevenção de Infecções Multiresistentes em Portugal e no Mundo, LISBOA-01-0247-FEDER-033603 - ANI

- SymbioReactor: sustainable production of bioactive metabolites from microbial symbionts of marine sponges and corals, FA_05_2017_032 - Fundo Azul

- CODOBIO: Continuous Downstream Processing of Biologics, EU ITN, H2020

- BioData.pt - Portuguese Biological Data Network - LISBOA-01-0145-FEDER-022231

- YEASTPEC-Engineering of the yeast Saccharomyces cerevisiae for bioconversion of pectin-containing agro-industrial side-streams - ERA-IB-2/0003/2015 - FCT

- TTRAFFIC – Toxicity and Transport for Fungal Production of Industrial Compounds - ERA-IB-2-6/0003/2014 - FCT

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:

Consideraram-se os dados relativos ao desemprego dos diplomados da DGEEC. Os dados mais recentes são relativos à situação em Junho de 2019 (Fonte: Caracterização dos desempregados registados com habilitação superior – junho de 2019 – Tabela Geral).

Para comparação considerou-se a oferta formativa congénere ao nível do 1º ciclo das Universidades do Porto, Minho, Algarve, Beira Interior e Trás-os-Montes e Alto Douro. Considerando o conjunto de diplomados entre 2010 e 2018, o desemprego varia entre 0% e 3,3%. Face a estes dados é legítimo considerar os níveis de desemprego desta oferta formativa como significativamente baixos.

Refira-se que o actual o grau de licenciatura em Ciências de Engenharia – Engenharia Biológica, obtido ao atingir-se 180 ECTS do respectivo Mestrado em em funcionamento no IST, para as mesmas coortes e período, não apresenta desempregados (0,0%).

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

Official graduate unemployment data from the Ministry of Education (DGEEC) was considered. The most recent data refer to the situation in June 2019 (Source: “Caracterização dos desempregados registados com habilitação superior” - June 2019 - General Table).

For comparative purposes, similar 1st degree courses at Universities of Porto, Minho, Algarve, Beira Interior and Trás-os-Montes e Alto Douro were considered. The unemployment level of these courses varied between 0% and 3.3%, when considering the total number of graduates between 2010 and 2018. Given these data, it is legitimate to consider the unemployment levels of this training offer as significantly low.

The current degree in Biological Engineering Sciences, obtained upon reaching 180 ECTS of the corresponding Master course at IST, for the same cohorts and period, registers no unemployed (0.0%).

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

O histórico de atractividade do actual Mestrado Integrado em Engenharia Biológica do IST permite antever que o novo LEBiol manterá uma elevada capacidade de atrair estudantes. De facto, uma análise dos dados do Concurso Nacional de Acesso ao Ensino Superior dos últimos 5 anos (15/16 a 19/20) indica uma procura elevada pelo Mestrado Integrado em Engenharia Biológica (média de 313 candidatos para 61-65 vagas). Acresce ainda que nesse período, 100% das vagas (61-65) foram preenchidas com alunos que entraram com uma média de seriação elevada: 172,8 (15/16); 174,3 (16/17); 176,7 (17/18); 177,3 (18/19), 177,7 (19/20).

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

The history of attractiveness of the current Integrated Master in Biological Engineering at IST allows us to foresee that the new LEBiol will maintain a high capacity to attract students. In fact, an analysis of data from the National Competition for Access to the Higher Education system of the last 5 years (15/16 to 19/20) indicates a high demand for the Integrated Master in Biological Engineering (average of 313 candidates for 61-65 vacancies). Furthermore, in this

period, 100% of the vacancies (61-65) were filled with students who entered with a high average grade: 172.8 (15/16); 174.3 (16/17); 176.7 (17/18); 177.3 (18/19), 177.7 (19/20).

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

Não existem parcerias formais com outras instituições da região que leccionam ciclos de estudos similares. No entanto, o ciclo de estudos beneficia da colaboração de vários docentes e investigadores de outras Universidade e institutos de Investigação que leccionam e investigam na área do LEBiol. Destacam-se na região a Universidade Nova de Lisboa e os seguintes institutos de investigação: IGC-Instituto Gulbenkian de Ciência, FC-Fundação Champalimaud, INIAV-Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, IBET- Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica e ITQB-Instituto de Tecnologia Química e Biológica. Essas colaborações assumem essencialmente duas formas: i) seminários convidados no âmbito de diversas UC do curso e ii) expectável acolhimento e orientação de alunos no contexto da UC de Projecto Integrador em Engenharia Biológica.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

There are no formal partnerships with other institutions in the region that teach similar cycles of studies. However, this cycle of studies benefits from the collaboration of several professors and researchers from other universities and research institutes who teach and research in the area of the LEBiol. Noteworthy mentioning in the region are the Universidade Nova de Lisboa and the following research institutes: IGC-Instituto Gulbenkian de Ciência, FC-Fundação Champalimaud, INIAV-Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, IBET- Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica and ITQB-Instituto de Tecnologia Química e Biológica. These collaborations essentially take two forms: i) seminars by invited speakers from the previous institutions in the scope of several UC of the course and ii) expected hosting and supervision of students in the context of the UC in Integrated Projects in Biological Engineering.

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:

BSc in Biochemical Engineering – TUDelft - <https://www.tudelft.nl/onderwijs/opleidingen/masters/1st/msc-life-science-technology/programme/specialisations/profile-biochemical-engineering/>

BSc in Biochemical Engineering – UCL - <https://www.ucl.ac.uk/prospective-students/undergraduate/degrees/engineering-biochemical-beng>

BSc in Chemical and Bio Engineering – DTU - https://www.dtu.dk/english/education/bachelor-beng-and-bsc-/beng/chemical_and_bio_engineering

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

BSc in Biochemical Engineering – TUDelft - <https://www.tudelft.nl/onderwijs/opleidingen/masters/1st/msc-life-science-technology/programme/specialisations/profile-biochemical-engineering/>

BSc in Biochemical Engineering – UCL - <https://www.ucl.ac.uk/prospective-students/undergraduate/degrees/engineering-biochemical-beng>

BSc in Chemical and Bio Engineering – DTU - https://www.dtu.dk/english/education/bachelor-beng-and-bsc-/beng/chemical_and_bio_engineering

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Os objectivos de aprendizagem do LEBiol são semelhantes aos das licenciaturas indicadas acima. Tal como o LEBiol, apresentam-se como programas multidisciplinares na interface da Biologia com a Engenharia, e pretendem funcionar como elo entre as descobertas mais recentes das Ciências da Vida e os processos industriais modernos. Em concreto, os programas promovem o conhecimento fundamental e aplicado em Biologia, Química, Física, Ciências de Engenharia, Informática e Matemática e a integração e aplicação de princípios, metodologias de cálculo/análise e procedimentos próprios dessas áreas à gestão de sistemas e resolução de problemas técnico-científicos característicos das áreas industriais associadas à Biologia. Os graduados do CE estão vocacionados para trabalhar nos sectores do Ambiente, Bioenergia, Bioengenharia Médica, Biotecnologia, Engenharia Agro-alimentar e Farmacêutica. A duração dos CE é idêntica e todos eles contemplam a execução de um projecto integrador final.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The learning objectives of the LEBiol are similar to those of the European bachelor degrees indicated above. Like LEBiol, they are multidisciplinary programs at the interface between Biology and Engineering, which aim to link the

most recent discoveries in Life Sciences and modern industrial processes. In particular, the programs promote fundamental and applied knowledge in Biology, Chemistry, Physics, Engineering Sciences, Informatics and Mathematics and the integration and application of principles, calculation/analysis methodologies and procedures specific to these scientific areas to the solving of technical and scientific problems characteristic of industrial areas associated with Biology. The graduates of the cycle of studies are prepared to work in sectors like the Environment, Bioenergy, Medical Bioengineering, Biotechnology, Agri-food Engineering and Pharmaceuticals. The duration of the cycles of studies is identical and all include the execution of a final integrated project.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- Formação muito forte em ciências básicas e em ciências da engenharia, com reforço das competências em computação;*
- Ensino atualizado nas áreas da especialidade, dada a participação ativa do corpo docente em atividades de investigação;*
- Desenvolvimento sólido de capacidades como a autonomia, espírito analítico e crítico, criatividade, gestão de tempo e trabalho de equipa;*
- Flexibilidade curricular e oportunidades de formação na área de Humanidades, Artes e Ciências Sociais e Humanas, o que reforça a facilidade/capacidade de adaptação dos formados pelo LEBiol a um leque variado de áreas de atuação;*
- Existência de um Projecto Integrador final, ligado à rede de contactos do Departamento de Bioengenharia, o que permitirá que muitos dos projectos ocorram extramuros;*
- A qualidade do ciclo de estudos, no regime anterior de Mestrado Integrado, foi comprovada pela acreditação atribuída pela Ordem dos Engenheiros (OE) e pelo Programa Europeu de Acreditação de Educação em Engenharia (EUR-ACE).*

12.1. Strengths:

- Very strong training in basic sciences and engineering sciences, with reinforcement of computer skills;*
- Updated teaching in the areas of specialty, given the active participation of the faculty in research activities;*
- Solid development of skills such as autonomy, analytical and critical spirit, creativity, time management and teamwork;*
- Curricular flexibility and training opportunities in Humanities, Arts and Social and Human Sciences, which reinforces the capacity of those trained by LEBiol to adapt to a wide range of areas of expertise;*
- Existence of a final Integrating Project, linked to the Bioengineering Department's network, which will allow many of the projects to take place outside the walls;*
- The quality of the study cycle, in the previous Integrated Master's regime, was proven by the accreditation granted by the Order of Engineers (OE) and by the European Engineering Education Accreditation Program (EUR-ACE).*

12.2. Pontos fracos:

- A visibilidade do ciclo de estudos ao nível dos potenciais empregadores ainda é relativamente pequena;*
- Sufocamento das atividades de carácter laboratorial como consequência da falta de financiamento para renovar espaços e equipamentos e da pressão institucional para aumentar os rácios aluno/docente;*
- Contacto com aspetos práticos e realidade do sector no país inferior ao desejável;*
- Algumas lacunas em certas áreas da especialidade dada falta de docentes especializados.*

12.2. Weaknesses:

- The visibility of the study cycle at the level of potential employers is still relatively low;*
- Suffocation of laboratory activities as a result of the lack of funding to renovate spaces and equipment, as well as institutional pressure to increase student / teacher ratios;*
- Contact with practical aspects and reality of the sector in the country below the desirable;*
- Some gaps in certain areas of the specialty due to the lack of specialized faculty.*

12.3. Oportunidades:

- O ritmo acelerado a que ocorrem os desenvolvimentos científicos e tecnológicos nas áreas das Ciências da Vida e da Bioengenharia e o reconhecimento crescente ao nível da sociedade de que os processos e sistemas de base biológica possuem em geral características atrativas em termos de sustentabilidade e impacto ambiental alimenta excelentes perspetivas no que diz respeito à necessidade de continuar a formar licenciados em ciências da engenharia nas áreas setoriais afetas ao LEBiol.-*

12.3. Opportunities:

- The fast pace at which scientific and technological developments occur in the areas of Life Sciences and Bioengineering and the growing recognition at the society level that bio-based processes and systems generally have attractive characteristics in terms of sustainability and environmental impact raises excellent perspectives with regard to the need to continue graduating in engineering sciences in the sectorial areas related to LEBiol.*

12.4. Constrangimentos:

-O objetivo de manter a forte componente laboratorial característica do ciclo de estudos encontra-se em risco em consequência da falta de financiamento para renovar espaços e equipamentos e da pressão institucional para aumentar os rácios aluno/docente.

12.4. Threats:

-The objective of maintaining a strong laboratory component, which has been characteristic of the study cycle, is at risk as a result of the lack of funding to renovate spaces and equipment and the institutional pressure to increase student / teacher ratios

12.5. Conclusões:

A Licenciatura em Ciências de Engenharia Biológica oferece, em três anos, uma formação sólida em Ciências Fundamentais, incluindo a Matemática, a Física, a Química e a Biologia, bem como uma formação alargada em Ciências de Engenharia, com ênfase na Eng. Biológica. Oferece ainda uma formação sólida em Gestão e Computação, que são neste momento essenciais a quaisquer das saídas profissionais que o curso permite atingir. Em todos estes tópicos é dada aos alunos uma perspectiva moderna, crítica, e focada na aplicabilidade dos diversos conteúdos no nosso mundo em transformação, e no contexto dos enormes e fascinantes desafios sociais que se nos apresentam. Dada a importância das competências transversais no universo de hoje, o seu desenvolvimento é estimulado desde o primeiro instante, com ênfase na ampliação do espírito crítico e da capacidade de estabelecer estratégias de resolução de problemas, no desenvolvimento de competências inter- e intra-pessoais e na elevação da percepção de cidadania global. Nesta lógica, a perspectiva da LEBiol é de estimular a responsabilização dos estudantes pelo seu percurso académico, como primeiro passo do seu desenvolvimento de carreira, aumentando o grau de flexibilidade na escolha desse percurso e estimulando o trabalho autónomo em cada Unidade Curricular. A possibilidade de optar por UCs da área das Artes, Humanidades e Ciências Sociais e Humanas permite igualmente abrir os horizontes dos estudantes que se querem Universitários, na verdadeira acepção da palavra, e reflete a convicção de que o mercado de trabalho se encontra em evolução rápida. O culminar deste 1º ciclo num projecto integrador de conhecimentos proporciona aos estudantes de Licenciatura uma percepção do valor da sua aprendizagem multifacetada, ao mesmo tempo que oferece contacto com o mercado de trabalho à sua disposição..

12.5. Conclusions:

The Degree in Biological Engineering Sciences offers, in three years, a solid preparation in Fundamental Sciences, including Mathematics, Physics, Chemistry and Biology, as well as a broad formation in Engineering Sciences, with emphasis on Biological Eng. It also offers a solid background in Management and Computing, which are currently essential to any of the professional opportunities that this degree enables. In all these topics, students are given a modern, critical perspective, focused on the applicability of different contents in our changing world, and in the context of the enormous and fascinating societal challenges that are presented to us. Given the importance of transversal skills in today's world, their development is stimulated from the first moment, with an emphasis on expanding the critical spirit and the ability to establish problem solving strategies, in the development of inter- and intra-personal skills and in raising the perception of global citizenship. In this logic, LEBiol's perspective is to stimulate students' responsibility for their academic path, as the first step in their career development, by increasing the flexibility in choosing this path and by stimulating autonomous working in each Curricular Unit. The possibility of opting for UCs in the area of Arts, Humanities and Social and Human Sciences also opens up new horizons to students, who are expected to be university students, in the truest sense of the word, and reflects the conviction that the labor market is in rapid evolution. The culmination of this 1st cycle in an integrating project, that provides undergraduate students with a perception of the value of their multifaceted learning, while offering contact with the job market at their disposal.