

NCE/19/1901038 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:

Universidade Nova De Lisboa

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

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:

Engenharia Química e Biológica

1.3. Study programme:

Chemical and Biological Engineering

1.4. Grau:

Licenciado

1.5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

Engenharia Química e Biológica

1.5. Main scientific area of the study programme:

Chemical and 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):

524

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

<sem resposta>

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

<sem resposta>

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

180

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

3 anos (6 semestres)

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

3 years (6 semesters)

1.9. Número máximo de admissões:

80

1.10. Condições específicas de ingresso.

Podem candidatar-se ao curso através do Concurso Nacional do Ensino Superior os estudantes que concluíram com aproveitamento o 12.º ano. As provas específicas requeridas são:

- *Matemática A e Física e Química*

Nota de candidatura: 95 pontos (numa escala de 200 pontos)

Prova de ingresso: 95 pontos (numa escala de 200 pontos)

Fórmula de Cálculo:

Média do Ensino Secundário: 60%

Provas de ingresso: 40%

1.10. Specific entry requirements.

The program accepts candidates that have completed the 12th year of secondary school, through the National University

Access Call. The specific modules required are:

- *Mathematics A and Physics and Chemistry*

Application mark: 95 / 200

Admission examination: 95 / 200

Computation Rule:

Secondary School Grade Average: 60%

Admission examinations: 40%

1.11. Regime de funcionamento.

Diurno

1.11.1. Se outro, especifique:

-

1.11.1. If other, specify:

-

1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

1.12. Premises where the study programme will be lectured:

Campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

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

[1.13._Reg.459-2020_creditação de competencias_11-05-2020.pdf](#)

1.14. Observações:

n.a.

1.14. Observations:

n.a.

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores

2.1.1. Órgão ouvido:

Aprovação pelo Reitor da NOVA, ouvido o Colégio de Diretores

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

[2.1.2._Despachos Reitorais adaptacao assinados pelo Reitor_08-05-2020 3_LEQB.pdf](#)

Mapa I - Conselho Científico da FCT NOVA

2.1.1. Órgão ouvido:

Conselho Científico da FCT NOVA

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

Mapa I - Conselho Pedagógico da FCT NOVA

- 2.1.1. Órgão ouvido:
Conselho Pedagógico da FCT NOVA

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

Mapa I - Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia Química e Biológica

- 2.1.1. Órgão ouvido:
Plano de Creditação do Mestrado Integrado em Engenharia Química e Biológica

- 2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[2.1.2._Plano de Creditação_MIEQB.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 LEQB visa formar licenciados nas áreas da Engenharia Química e da Engenharia Biológica permitindo-lhes trabalhar em vários setores industriais e comerciais que requeiram conhecimentos fundamentais nestas áreas. Este curso conjuga simultaneamente uma formação de base em Engenharia Química com uma formação em Engenharia Biológica conferindo-lhe um caráter abrangente, pelo que é expectável uma grande procura dos licenciados por parte dos empregadores não só a nível nacional, mas também internacional.

Sendo um curso de banda larga, além de conferir uma sólida formação académica na sua área de especificidade, assente numa excelente preparação propedêutica, a LEQB permite complementar a formação de modo flexível e adequado aos desafios da sociedade atual, permitindo o acesso direto dos seus licenciados aos mestrados das melhores universidades da área, facilitando a sua mobilidade no espaço da União Europeia.

3.1. The study programme's generic objectives:

LEQB aims to provide training in the fields of Chemical Engineering and Biological Engineering, enabling its graduates to work in various industrial and commercial sectors that require fundamental knowledge in these areas. This course combines simultaneously a basic training in Chemical Engineering with a training in Biological Engineering, giving it a comprehensive character, and thus it is expected a great demand of the graduates from employers at the national level, but also internationally.

LEQB is a broadband course, which aims to provide a solid academic education in its specific area, based on a well-structured training course and complemented by a flexible training adapted to the challenges of today's society. It allows the direct access of its graduates to the masters of the best universities of the area, facilitating their mobility in the space of the European Union.

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

A LEQB pretende ministrar sólida formação nas áreas científicas de base, Matemática, Química, Biologia e Física, assim como nas Ciências de Engenharia introduzindo-se progressivamente os conceitos básicos de Engenharia Química e Biológica. Pretende-se que os estudantes desenvolvam fortes capacidades analíticas e de síntese, espírito crítico, facilidade de estruturação e resolução de problemas, competências na pesquisa de informação e autonomia de aprendizagem, flexibilidade em desenvolver abordagens inovadoras, capacidade de trabalho em equipa e comunicação. O Projeto Integrador permite aos estudantes integrar e aplicar os conhecimentos anteriormente adquiridos no dimensionamento de unidades de reação e separação de um dado processo químico/biológico proporcionando aos estudantes uma visão correta da relação existente nas várias competências que adquiriram ao longo do ciclo de estudos. O estágio intercalar permite aos estudantes um primeiro contacto com o ambiente empresarial ou de investigação.

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

LEQB intends to provide a solid training in the basic scientific areas of Mathematics, Chemistry, Biology and Physics, as well as in Engineering Sciences, while introducing progressively the basic concepts of Chemical and Biological Engineering. It is intended that students develop strong analytical and synthesis skills, critical thinking, easy structuring and problem solving, competences in information searching and learning autonomy, flexibility in developing innovative approaches, and ability to team working and communication.

The UC of Integrative Project allows the students to integrate and apply the knowledge previously acquired in the design of reaction and separation units of a given chemical/biological process, providing students with a correct view of the relationship that exists in the various competences they have acquired throughout the study cycle. The short-term training period allows students a first contact with a business or a research environment.

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

A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT NOVA) é uma instituição universitária dirigida às áreas de Ciência e de Engenharia, tendo como missão e estratégia:

- a) Uma investigação competitiva no plano internacional, privilegiando áreas interdisciplinares, incluindo a investigação orientada para a resolução de problemas que afetam a sociedade;*
- b) Um ensino de excelência, com uma ênfase crescente na investigação realizada, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional;*
- c) Uma base alargada de participação interinstitucional voltada para a integração das diferentes culturas científicas, com vista à criação de sinergias para o ensino e para a investigação;*
- d) Uma prestação de serviços de qualidade, quer no plano interno, quer no plano internacional, capaz de contribuir para o desenvolvimento social e para a qualificação dos recursos humanos.*

Neste contexto, a licenciatura em Engenharia Química e Biológica encontra-se alinhada com a estratégia da FCT NOVA sendo assegurada por um corpo docente capaz de produzir investigação de qualidade, reconhecida internacionalmente em diversas áreas científicas que vão desde as Ciências Biológicas à Química e Engenharia Química e Biológica.

Na Licenciatura em Engenharia Química e Biológica é ministrada uma sólida formação de base, proporcionando uma formação interdisciplinar alargada, numa resposta às exigências do mercado de trabalho. Neste âmbito são ainda proporcionadas competências de perfil mais geral através da introdução do "Perfil Curricular FCT", modelo diferenciador das outras escolas do País, que permite enriquecer a formação dos estudantes com competências complementares, introduzindo-os nas áreas de empregabilidade, tratamento de informação, comunicação em ciência e tecnologia. Uma das unidades curriculares inserida no 3.º ano consiste na realização de estágios de curta duração com o objetivo de introduzir os estudantes à prática profissional, realizando estágios em ambiente empresarial (PIPP), ou à prática de Investigação, realizando estágios em centros de investigação (PIIC). Estes estágios proporcionam aos estudantes um primeiro contacto com a realidade empresarial e com investigação de grande qualidade.

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

The Faculty of Science and Technology of the Nova University of Lisbon (FCT NOVA) is a faculty directed to the areas of Science and Engineering, having as its mission and strategy:

- a) Competitive research at the international level, focusing on interdisciplinary areas, including research oriented towards solving problems affecting society;*
- (b) excellence in teaching, with a growing emphasis on research, carried out by competitive academic programs at national and international level;*
- (c) a broad base of interinstitutional involvement aimed at integrating the different scientific cultures with a view to creating synergies for teaching and research;*
- (d) the provision of quality services, both internally and internationally, capable of contributing to social development and the qualification of human resources.*

In this context, the bachelor in Chemical and Biological Engineering is aligned with FCT NOVA's strategy and is ensured by a faculty and research staff capable of producing internationally recognized quality research in various scientific areas ranging from Biological Sciences to Chemistry and Chemical and Biological Engineering.

The bachelor in Chemical and Biological Engineering provides a solid background and a broad interdisciplinary training in response to the demands of the job market. In this context, more general competences are also provided through the introduction of the "FCT Curricular Profile", a model that differentiates it from the other national schools, which enables students to be trained with complementary skills, introducing them in the areas of employability, information processing, and communication in science and technology. One of the curricular units, held in the 3rd year of the degree, consists of short-term internships with the objective of introducing students to professional practice, conducting internships in a industrial environment (PIPP), or practicing Research, performing internships in research centers (PIIC). These internships provide students with first-hand contact with business reality and high-quality research.

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 -

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

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

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Biologia / Biology	B	12	0	
Química / Chemistry	Q	27	0	
Bioquímica / Biochemistry	Bq	6	0	
Ciências Humanas e Sociais / Social Sciences and Humanities	CHS	3	0	
Engenharia Industrial / Industrial Engineering	EI	3	0	
Engenharia Química e Biológica / Chemical and Biological Engineering	EQB	63	3	
Matemática / Mathematics	M	33	0	
Física / Physics	F	9	0	
Informática / Informatics	I	6	0	
Ciência dos Materiais / Materials Science	CMt	6	0	
Qualquer Área Científica / Any Scientific Area	QAC	0	6	
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0	
(12 Items)		171	9	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - - 1.º Ano / 1st Year

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1.º Ano / 1st Year

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS (5)	Observações / Observations (5)
Análise Matemática I / Mathematical Analysis I	M	Semestre 1/Semester1	168	T:42; PL:28	6	
Álgebra Linear e Geometria Analítica / Linear Algebra and Analytic Geometry	M	Semestre 1/Semester1	168	T:42; PL:28	6	
Química Orgânica Geral / General Organic Chemistry	Q	Semestre 1/Semester1	168	T:28; TP:10; PL:18	6	
Introdução à Química-Física / Introduction to Physical Chemistry	Q	Semestre 1/Semester1	168	T:28; TP:14; PL:14	6	
Teoria da Ligação Química A / Chemical Structure and Bonding A	Q	Semestre 1/Semester1	84	TP:28; PL:18	3	
Competências Transversais para a Ciência e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology	CC	Trimestre 2/Quarter2	80	TP:10; PL:50	3	
Análise Matemática II C / Mathematical Analysis II C	M	Semestre 2/Semester2	168	TP:42; PL:14	6	
Bioquímica Geral B / General Biochemistry B	Bq	Semestre 2/Semester2	168	T:28; TP:15; PL:12	6	
Física I Q / Physics I Q	F	Semestre	168	T:36; TP:18;	6	

Informática para Ciências e Engenharias / Informatics for Science and Engineering	I	2/Semester2	168	PL:18	6
		Semestre 2/Semester2		T:28; PL:28	
Introdução à Engenharia Química e Biológica / Introduction to Chemical and Biological Engineering	EQB	Semestre 2/Semester2	168	TP:56	6

(11 Items)

Mapa III - - 2.º Ano / 2nd Year**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***2.º Ano / 2nd Year***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática III C / Mathematical Analysis III C	M	Semestre 1/Semester1	168	TP:42; PL:14	6	
Fenómenos de Transferência I / Transfer Phenomena I	EQB	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	
Termodinâmica para Engenharia Química e Biológica / Chemical and Biological Engineering Thermodynamics	EQB	Semestre 1/Semester1	168	TP:56	6	
Biologia Molecular e Celular / Molecular and Cellular Biology	B	Semestre 1/Semester1	168	T:21; TP:28; O:4,5	6	
Métodos Analíticos / Analytical Methods	Q	Semestre 1/Semester1	168	T:28; TP:17; PL:21	6	
Química Física A / Physical Chemistry A	Q	Semestre 2/Semester2	168	TP:42; PL:16	6	
Introdução às Probabilidades Estatística e Investigação Operacional / Introduction to Probability, Statistics and Operations Research	M	Semestre 2/Semester2	168	TP:42; PL:28	6	
Fenómenos de Transferência II / Transfer Phenomena II	EQB	Semestre 2/Semester2	168	TP:56	6	
Física II Q / Physics II Q	F	Semestre 2/Semester2	84	T:28; PL:28	3	
Introdução à Genética Molecular/ Introduction to Molecular Genetics	B	Semestre 2/Semester2	168	T:21; TP:16; PL:12; OT:4.5	6	
Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital / Society, Sustainability and Digital Transformation	CHS	Trimestre 2/Quarter2	80	TP:42	3	

(11 Items)

Mapa III - - 3.º Ano / 3rd Year**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:***3.º Ano / 3rd Year***4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Ciência dos Materiais A / Materials Science A	CMt	Semestre	168	TP:56; OT:6	6	

		1/Semester1			
Engenharia da Bioreação / Bioreaction Engineering	EQB	Semestre 1/Semester1 168	T:28; TP:24; PL:4	6	
Cálculo Numérico A / Numerical Analysis A	M	Semestre 1/Semester1 84	TP:42	3	
Operações Sólido Fluido / Solid-Fluid Operations	EQB	Semestre 1/Semester1 168	T:24; TP:20; PL:8	6	
Engenharia da Reação Química I / Chemical Reaction Engineering I	EQB	Semestre 1/Semester1 168	T:28; TP:18; PL:10	6	
Programa de Oportunidades / Opportunities Program	EQB	Trimestre 2/Quarter2 80	OT:7	3	Optativa / Optional
Unidade Curricular do Bloco Livre / Unrestricted Elective A	QAC	Semestre 2/Semester2 168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional
Projeto Integrador de Engenharia Química e Biológica/ Practical Chemical and Biological Engineering Integration Project	EQB	Semestre 2/Semester2 252	T:56; TP:28	9	
Engenharia da Reação Química II / Chemical Reaction Engineering II	EQB	Semestre 2/Semester2 168	T:24; TP:10; PL:24,5	6	
Engenharia Económica / Engineering Economics	EI	Semestre 2/Semester2 84	TP:28	3	
Processos de Separação / Separation Processes	EQB	Semestre 2/Semester2 168	TP:48; PL:8	6	

(11 Items)

Mapa III - - 3.º Ano - Programa de Oportunidades / 3rd Year - Opportunities Program

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

3.º Ano - Programa de Oportunidades / 3rd Year - Opportunities Program

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 (5)	Observações / Observations (5)
Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunities Program	EQB	Trimestre 2/Quarter2	80	OT:7	3	Optativa / Optional
Programa de Introdução à Prática Profissional / Undergraduate Practice Opportunities Program	EQB	Trimestre 2/Quarter2	80	OT:7	3	Optativa / Optional

(2 Items)

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Análise Matemática I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:42; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria do Carmo Proença Caseiro Brás - T:42; PL:28

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- 1) Trabalhar com noções elementares de topologia na reta real;
- 2) Fazer pequenas demonstrações por indução matemática;
- 3) Compreender a noção rigorosa de limite (de sucessões e de funções de variável real) e efetuar o seu cálculo;
- 4) Compreender a noção rigorosa de continuidade de funções de variável real e respetivos resultados fundamentais;
- 5) Compreender a noção rigorosa de diferenciabilidade, os teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy e aplicações ao cálculo de limites;
- 6) Conhecer o Teorema de Taylor e as suas aplicações no estudo de funções;
- 7) Conhecer a noção de primitiva e respectivas técnicas de cálculo;
- 8) Conhecer a noção de integral de Riemann, respectivas técnicas de cálculo e algumas aplicações;
- 9) Ser capaz de analisar a convergência de integrais impróprios.

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

At the end of this course the student should have acquired knowledge and skills to be able to:

- 1) Work with elementary notions of topology on the real line;
- 2) Make small proofs using mathematical induction;
- 3) Understand the definition of limit (for sequences and functions of real variable) and be able to calculate it;
- 4) Understand the definition of continuity for functions of real variable and the fundamental associated results;
- 5) Understand the definition of differentiability, theorems of Rolle, Lagrange and Cauchy and their applications to the calculation of limits;
- 6) Well know the Taylor Theorem and its applications to the analysis of functions;
- 7) Understand the notion of indefinite integral and perform the corresponding calculations;
- 8) Understand the notion of Riemann integral, the techniques for calculation and some applications;
- 9) Be able to study the convergence of improper integrals.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Topologia elementar da reta real.
2. Indução Matemática e sucessões.
3. Limites e Continuidade em $\mathbb{R}$.
4. Cálculo Diferencial em $\mathbb{R}$.
5. Cálculo Integral em $\mathbb{R}$.

4.4.5. Syllabus:

1. Basic topology of the real line.
2. Mathematical induction and sequences.
3. Limits and Continuity in $\mathbb{R}$.
4. Differential Calculus in $\mathbb{R}$.
5. Integral Calculus in $\mathbb{R}$.

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

Os algoritmos indicativos ao lado dos tópicos referidos remetem para a indexação dos objetivos de aprendizagem acima descritos:

1. Topologia elementar da reta real. Objetivos de Aprendizagem: 1.
2. Indução Matemática e sucessões. Objetivos de Aprendizagem 2,3.
3. Limites e Continuidade em $\mathbb{R}$. Objetivos de Aprendizagem 4.
4. Cálculo Diferencial em $\mathbb{R}$. Objetivos de Aprendizagem: 5,6.
5. Cálculo Integral em $\mathbb{R}$. Objetivos de Aprendizagem: 7, 8, 9.

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

The numbered objectives refer to the above numbered intended outcomes.

1. Basic topology of the real line. Objective 1.
2. Mathematical induction and sequences. Objectives 2, 3.
3. Limits and Continuity in $\mathbb{R}$. Objective 4.
4. Differential Calculus in $\mathbb{R}$. Objectives 5,6.
5. Integral Calculus in $\mathbb{R}$. Objectives 7, 8, 9.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino consiste no modelo académico Aulas Teóricas/Aulas Práticas. Nas aulas teóricas a matéria é exposta através de resultados justificados, exemplos e aplicações. Exercícios são feitos de forma autónoma pelos alunos e discutidos nas aulas práticas. Alguns exercícios são feitos em sala de aula com orientação docente, sempre visando a autonomização do estudo.

Os dois métodos de avaliação seguidos são:

Avaliação Contínua: realização de três testes de uma hora e trinta minutos igualmente espaçados no semestre e cuja média aritmética fornece a nota final do aluno. Na data de exame, os alunos que o pretendam podem efetuar a melhoria de um dos testes.

Avaliação por Exame: Realização de um exame de três horas composto por três grupos relativos às matérias avaliadas nos três testes da avaliação contínua.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching method consists on conference classes and problem solving sessions. On the conference classes, the theory is exposed together with examples and applications. Selected exercises should be done autonomously by the students and are discussed/corrected in the problems solving sessions. Some exercises are discussed directly in the problem solving sessions with guidance by the professor, aiming the autonomization of the students.

We provide two evaluation methods:

Continuous evaluation: Three tests of one and an half hour during the semester whose average provides the final grade.

Evaluation by exam: An exam of three hours composed of three major parts coinciding with the subjects of the three tests.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos são transmitidas nas aulas teóricas, e consolidadas através da explicitação de exemplos e aplicações. Durante as aulas práticas são realizados ocasionalmente exercícios de natureza mais teórica com vista a um aprofundamento da matéria.

As componentes práticas para atingir os objetivos resultam do trabalho desenvolvido nos turnos práticos, fortemente baseado na interação docente/aluno. As fichas de exercícios são feitas ad-hoc para cada sessão prática e definem o nível de dificuldade de testes e exames.

Existem horários de atendimento ao longo da semana e eventualmente horários extraordinários em período de testes para que os alunos possam beneficiar de um apoio particular dos docentes da UC.

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

The theoretical basis required to attain the objectives are transmitted during the conference classes. Discussions, examples and counter examples are recurrently used to settle the knowledge. During the problem solving sessions some problems are oriented to a deeper understanding of the theory.

The practical skills are developed during the problem solving sessions, strongly based on the interaction of the students with the teacher. Each problem solving sessions is organized by a sheet of exercises designed for it. They also set the expected level of exercises in tests and exams.

During the week, there is an attending schedule provided by the teachers where students may obtain an individual help.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

A disciplina dispõe de um texto de apoio da autoria de José Gonçalves Gomes e de Isabel Azevedo Gomes que consigna as aulas teóricas e é disponibilizado aos alunos.

A text containing the theoretical lectures by José M. Gomes and Isabel A. Gomes is provided to the students.

Outros textos de referência/ other reference text books:

Alves de Sá, A. e Louro, B., Cálculo Diferencial e Integral em $\mathbb{R}$

Alves de Sá, A. e Louro, B., Cálculo Diferencial e Integral em $\mathbb{R}$, Exercícios Resolvidos, Vol. 1,2,3

Anton, Bivens and Davis, Calculus ed Wiley.

Campos Ferreira, J., Introdução à Análise Matemática, ed Fundação Calouste Gulbenkian.

Lages de Lima, E., Curso de Análise Vol 1, ed IMPA (projeto Euclides)

Rudin, Principles of Mathematical Analysis, ed Mac Graw Hill

Mapa IV - Álgebra Linear e Geometria Analítica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Álgebra Linear e Geometria Analítica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Linear Algebra and Analytic Geometry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:42; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Isabel Maria da Silva Cabral - T:42; PL:28

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

<sem resposta>

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- Operar com matrizes, caracterizar as matrizes invertíveis e calcular a inversa de uma matriz invertível.*
- Utilizar as matrizes para determinar se um sistema de equações lineares é impossível ou é possível e, neste caso, determinar o conjunto das soluções.*
- Representar uma aplicação linear por uma matriz e determinar, por exemplo, se a aplicação é sobrejetiva, se é injetiva, determinando a característica da matriz.*
- Dada uma matriz quadrada, calcular o seu determinante, os seus valores próprios e respetivos vetores próprios associados.*
- Utilizar as matrizes e determinantes na Geometria Analítica em R^3 , por exemplo para a determinação de uma equação geral de um plano, a determinação da posição relativa entre 2 retas (entre 2 planos ou entre 1 recta e 1 plano).*

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

The student is supposed acquire basic knowledge on Linear Algebra. At the end of the curricular unit students should have the following abilities:

- To use matrices in different situations*
- To recognize an invertible matrix*
- To compute the inverse of an invertible matrix*
- To work on systems of linear equations using matrices*
- To know the relation between a matrix and a linear function*
- To understand the determinant of a square matrix, related results, to compute the eigenvalues and eigenspaces and their applications*
- To use matrices, systems of linear equations and the concept of determinant to solve some geometric problems*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1 - Matrizes

2 - Sistemas de Equações Lineares

- 3 - Determinantes
- 4 - Espaços Vetoriais
- 5 - Aplicações Lineares
- 6 - Valores e Vetores Próprios
- 7 - Produto Interno, Produto Externo e Produto Misto de Vetores em R^3
- 8 - Geometria Analítica em R^3

4.4.5. Syllabus:

- 1 – Matrices
- 2 – Systems of Linear Equations
- 3 – Determinants
- 4 – Vector Spaces
- 5 – Linear Transformations
- 6 – Eigenvalues and Eigenvectors
- 7 - Inner, Vector and Mixed Products in R^3
- 8 – Analytic Geometry in R^3

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

No Capítulo 1 inicia-se o estudo das matrizes e, em particular, caracterizam-se as matrizes invertíveis e deduz-se um método para determinar a inversa de uma matriz invertível. No Capítulo 2 consideram-se os sistemas de equações lineares na forma matricial. No Capítulo 3 apresenta-se a noção de determinante de uma matriz quadrada e algumas propriedades do determinante. Nos Capítulos 4 e 5 são apresentadas e exploradas as noções de espaço vetorial, de aplicação linear e de matriz de uma aplicação linear. No Capítulo 6 estudam-se os valores próprios e vetores próprios de uma matriz (quadrada). Nos restantes capítulos faz-se uma introdução à geometria analítica em R^3 com a utilização das matrizes e determinantes.

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

In Chapter 1 we study Matrix Algebra and matrices are used along all the other chapters. In Chapter 2 we work on systems of linear equations using matrices. In Chapter 3 we present the notion of determinant of a square matrix and derive several properties. Along Chapters 4 and 5 we present and study vector spaces, linear functions and matrix representations of a linear function. In Chapter 6 we study eigenvalues, eigenvectors and eigenspaces of a square matrix. In the remaining chapters we present an introduction to Analytic Geometry.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Nas aulas teóricas são lecionados os conceitos e os resultados fundamentais que, na sua maioria, são demonstrados. Ao longo da aula são apresentados exemplos ilustrativos e são propostos exercícios que os alunos deverão resolver autonomamente de forma a consolidar a matéria teórica leccionada.

Nas aulas práticas os alunos têm a possibilidade de resolver exercícios e de propor exercícios para resolução de forma a esclarecer as dúvidas surgidas durante o tempo dedicado ao estudo autónomo da matéria.

No horário de atendimento docente cada aluno pode, individualmente, esclarecer as suas dúvidas com qualquer um dos docentes da disciplina.

A avaliação contínua consiste na realização, durante o semestre, de dois testes. A classificação final é a média aritmética dos testes. A avaliação também pode ser realizada por exame final. O referido exame serve de exame de recurso para os alunos que reprovem na avaliação contínua.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical classes consist on an explanation of the theory which is illustrated by examples. Most results are proven. Practical classes consist on the resolution of some exercises. Some of the exercises are solved in class, the remaining are left to the students as part of their learning process. The assessment is made through written tests (tests / exams).

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

As componentes teóricas determinadas nos objetivos da unidade curricular são lecionadas nas aulas teóricas onde também se apresentam exercícios práticos para ilustrar conceitos e resultados. A aprendizagem é consolidada com a componente das aulas práticas, o estudo autónomo do aluno e, se necessário, utilizando o horário de atendimento dos docentes. A frequência na unidade curricular pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria. A avaliação de conhecimentos é efectuada através de provas escritas (testes/exames).

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

The main concepts specified in the objectives of the course are explained in the theoretical lectures in which some practical problems are also presented as an illustration of concepts or results. Learning is consolidated with the component of the practical classes, the student's self-study and, if necessary, using the office hours of teachers. The frequency in the course aims to ensure that students follow the matter. The assessment is made through written tests (tests / exams).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

ISABEL CABRAL, CECÍLIA PERDIGÃO, CARLOS SAIAGO, Álgebra Linear, Escolar Editora, 2018 (5.ª Edição).

T. S. Blyth e E. F. Robertson, Essential student algebra. Volume two: Matrices and Vector Spaces, Chapman and Hall, 1986.

T. S. Blyth e E. F. Robertson, Basic Linear Algebra (Springer undergraduate mathematics series), Springer, 1998.

S. J. Leon, Linear Algebra with Applications, 6th Edition, Prentice Hall, 2002.

J. V. Carvalho, Álgebra Linear e Geometria Analítica, texto de curso ministrado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Departamento de Matemática da FCT/UNL, 2000.
<http://ferrari.dmat.fct.unl.pt/personal/jvc/alga2000.html>

E. Giraldez, V. H. Fernandes e M. P. M. Smith, Álgebra Linear e Geometria Analítica, McGraw-Hill de Portugal, 1995.

Mapa IV - Química Orgânica Geral

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Orgânica Geral

4.4.1.1. Title of curricular unit:

General Organic Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:10; PL:18

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Elvira Maria Mendes Sardão Monteiro Gaspar (Regente) - T:28; TP:40; PL:36

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

Clara Sofia Barreiro Gomes - PL:18

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

Aquisição de conhecimentos básicos em Química Orgânica:

- 1. Nomenclatura – Aplicação das regras IUPAC incluindo a estereoquímica. Nomes comuns.*
- 2. Ligação química – Hibridação. Estrutura e propriedades das moléculas*
- 3. Mecanismos – Caracterização das reações e mecanismos orgânicos.*
- 4. Espectroscopia – NMR, IR, UV/Vis, MS na determinação da estrutura molecular de compostos orgânicos.*
- 5. Segurança no Laboratório – Procedimentos e informações de segurança no manuseamento dos compostos químicos, material de vidro e equipamento de laboratório..*
- 6. Caderno de Laboratório (Notebook) – Registos, dados da segurança, propriedades químicas e resultados; interpretação dos resultados com base no método científico.*
- 7. Aplicação da matemática na resolução de problemas quantitativos*
- 8. Ética científica e integridade académica.*

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

Basic concepts and knowledge in Organic Chemistry:

1. Nomenclature - IUPAC rules including stereochemistry. Common names.
2. Chemical Bonding - Structure and properties of organic molecules. Hybridization.
3. Mechanisms - Characterization of reactions and mechanisms involving organic compounds.
4. Spectroscopy - Use (basic) of the most common spectroscopic techniques (NMR, IR, UV / Vis, MS) in determining the molecular structure of organic compounds.
5. Laboratory Safety - Working in the Chemical Laboratory using appropriate and safety practices; glassware and laboratory equipment.
6. Notebook - Data recording, safety data, chemical properties and laboratory results; data analysis and scientific method.
7. Mathematics in quantitative problem solving.
8. Scientific ethics and academic integrity.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução. Estrutura dos compostos orgânicos. Ligações covalentes. Hibridação. Ressonância e aromaticidade. Grupos funcionais. Propriedades físicas.
2. Reatividade em Química Orgânica. Cinética e Termodinâmica. Mecanismos reacionais. Acidez e basicidade.
3. Hidrocarbonetos saturados. Isomeria. Análise conformacional. Reações radicalares.
4. Estereoquímica.
5. Reações de substituição nucleofílica alifática e de eliminação. Mecanismos e reatividade.
6. Hidrocarbonetos insaturados. Compostos aromáticos.
7. Grupo Carbonilo.
8. Noções básicas de espectroscopia (NMR, IR, UV/Vis, MS).

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction. Structure of organic compounds. Covalent bonds. Hybridisation. Resonance and aromaticity. Functional groups. Physical properties.
2. Reactivity in Organic Chemistry. Kinetics and thermodynamics. Reaction mechanisms. Acidity and basicity.
3. Saturated hydrocarbons. Isomerism, Conformational analysis. Radical reactions.
4. Stereochemistry.
5. Nucleophilic substitution and elimination reactions. Mechanisms and reactivity.
6. Unsaturated hydrocarbons. Addition reactions. Reactions of aromatic compounds.
7. Carbonyl compounds.
8. Basic spectroscopic concepts ((NMR, IR, UV/Vis, MS).

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

Na parte teórica serão apresentados os conceitos básicos e fundamentais necessários a uma compreensão lógica e sequencial das matérias seguintes. Não se pretende fazer uma descrição exaustiva de reações, mas sim transmitir ao aluno os fundamentos de raciocínio que permitirão compreender e aprofundar os temas seguintes. Os conceitos teóricos serão ilustrados e exemplificados através da resolução de exercícios e problemas práticos. A estruturação lógica e sequencial dos conteúdos do programa tem como objectivo a compreensão dos temas fundamentais da Química Orgânica, sem recurso à memorização. A parte experimental destina-se a treinar o aluno nas técnicas laboratoriais, transmitir-lhe conhecimentos de segurança e boas práticas, iniciá-lo na interpretação de espetros e ainda complementar alguns conceitos aprendidos na parte teórica.

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

In the theoretical part will be presented the basic and fundamental concepts necessary for a logical and sequential understanding of the following subjects. It is not intended to give an exhaustive description of reactions, but to convey to the student the "reasoning material" that will allow him to delve into the subjects he needs in the area of Organic Chemistry. Theoretical concepts will be widely illustrated and exemplified by solving exercises and practical problems.

The logical and sequential structuring of the program contents aims to understand the fundamental themes of Organic Chemistry, without recourse to any kind of memorization.

The experimental part is intended to train the student in laboratory techniques, to impart safety knowledge and good practices, to begin the interpretation of spectra and to complement some concepts learned in the theoretical part.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino é efetuado através de aulas teóricas, teórico-práticas (resolução de problemas) e práticas (laboratoriais). A avaliação inclui a parte teórica (60%) e a laboratorial (40%). A parte teórica é avaliada por testes e/ou exame final, estando incluído também o parâmetro de autoavaliação, sendo a componente experimental avaliada pela classificação do desempenho laboratorial e pelo empenho posto no caderno de laboratório, existindo também o parâmetro de avaliação pelos colegas.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching is done through lectures, theoretical-practical (problem solving) and practical (laboratory) classes. The evaluation includes the theoretical part (60%) and the laboratory part (40%). The theoretical part is evaluated by tests and/ or final exam, being also included the self-evaluation parameter; the experimental component is evaluated by the laboratory performance classification and the commitment placed in the laboratory notebook, and there is also the evaluation parameter by colleagues.

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

O ensino será feito de forma lógica e sequencial, procurando a melhor coordenação entre as várias componentes. Na parte teórica apresentar-se-ão os conceitos fundamentais de forma a que o progresso na aprendizagem seja feito de forma dedutiva. As aulas serão acompanhadas de exemplos concretos e terão apoio de atendimento ao aluno permanente. Nas aulas de resolução de exercícios (TP) procura-se que o aluno exercite de forma coordenada com as aulas teóricas os conceitos nela aprendidos, de modo a melhor os interiorizar e compreender. A avaliação desta parte será feita de modo contínuo, em dois testes a realizar durante o semestre e/ou por exame final escrito (eventualmente complementado por prova oral). As aulas laboratoriais destinam-se sobretudo a iniciar o aluno nas boas práticas das técnicas experimentais da Química Orgânica, a ensinar-lhe as regras de segurança e de bom procedimento experimental, bem como a utilizar técnicas acessórias (como a espectroscopia) e ainda a ilustrar algumas reações que estudou na parte teórica. A avaliação desta parte será feita durante o trabalho laboratorial e contribui, com 40%, para a classificação final.

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

Teaching will be done in a logical and sequential way, seeking the best coordination between the various components. In the theoretical part the fundamental concepts will be presented so that the progress in the learning is made in a deductive way. Classes will be accompanied by concrete examples and will be supported by permanent student tutorial.

In the exercises resolution classes (TP) it is sought that the student exercises in a coordinated way with the theoretical classes the concepts learned in it, in order to better realize and understand them.

The evaluation of this part will be done continuously, involving two tests to be held during the semester and / or by written final exam (possibly supplemented by oral exam).

The laboratory classes are mainly intended to start the student in the good practices of laboratorial techniques of Organic Chemistry, teaching the safety rules and good experimental procedures, as well as to use accessory techniques (such as spectroscopy), illustrating some important organic reactions.

The evaluation of this part will be done during the laboratory classes and contributes 40% to the final classification.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Recommended book:

- *Organic Chemistry (5th edition) by Paula Yurkanis Bruice*
- *Organic Chemistry with Biological Applications 2e by John E. McMurry*

Complimentary bibliography:

- *Streitwieser, A.; Heathcock, C.; Kosower, E. "Introduction to Organic Chemistry", MacMillan, 4.ª Ed., 1992*
- *Volhardt, K.; Schore, N.E. "Organic Chemistry", W.H. Freeman & Co., 3.ª Ed., 1999*

Support Materials for classes :

- *Gaspar, E. "Guia de Laboratório de Química Orgânica Geral ", Setembro, 2018*
- *Gaspar, E "Folhas de Problemas e Problemas resolvidos" (available in Clip platform before classes).*

Mapa IV - Introdução à Química-Física

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Química-Física

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Physical Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:14; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Ana Isabel Nobre Martins Aguiar de Oliveira Ricardo – T:28; TP:14***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Ana Rita Cruz Duarte – PL:42***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Aplicar a equação dos gases perfeitos e equações de estado de gases reais, a 1ª e a 2ª leis da termodinâmica e a lei de Hess para calcular calores de reação. Calcular variações de entalpia devido a variações de temperatura (T) e a transições de fase. Descrever um diagrama de fases de um componente. Calcular a pressão de vapor de soluções binárias utilizando a lei de Raoult e as composições em equilíbrio. Prever a elevação do ponto de ebulição e a depressão do ponto de fusão. Relacionar energia de Gibbs da reação com o equilíbrio, calcular as constantes (K) e as concentrações de equilíbrio; prever o sentido de uma reação; prever K a diferentes T. Calcular o pH de soluções de ácidos, bases, eletrólitos e tampão; interpretar curvas de pH de titulações ácido-base. Calcular a solubilidade usando produto de solubilidade e vice-versa. Acertar equações redox, calcular o potencial padrão e usar a equação de Nernst. Formular leis de velocidade de reações químicas e a dependência com T.

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

Write down and use the perfect gas law and real equations of state, the 1st and 2nd laws of thermodynamics, and the Hess's law to calculate heats of reaction. Calculate enthalpy changes due to temperature (T) change and phase transitions. Describe a one-component phase diagram. Calculate the vapor pressure of binary solutions using Raoult's law and the equilibrium compositions. Predict boiling point elevation and freezing point depression. Relate Gibbs free energy of reaction with equilibrium, calculate the constants (K) and the equilibrium concentrations; predict direction of a reaction; predict K at different T. Calculate the pH of solutions of acids, bases, electrolytes and buffer; interpret pH acid-base titration curves. Calculate solubility using the solubility product and vice versa. Balance redox reactions, calculate standard potential and use Nernst equation to predict a cell potential. Formulate rate laws of chemical reactions and evaluate the rate at different T.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Sólidos, líquidos e gases. Gases reais. Equações de estado. 2. Termoquímica. Sistemas, trabalho, energia e calor. Calorimetria. Calor específico. 1.ª lei da Termodinâmica. Trocas de energia em reações. Entalpia. 3. Entropia e energia de Gibbs. Processos espontâneos. 2.ª lei da Termodinâmica. Energia de Gibbs e equilíbrio. 4. Equilíbrio físico. Diagramas de fase. Propriedades coligativas. Misturas líquidas. Lei de Raoult 5. Equilíbrio químico. Princípio de Le Châtelier. 6. Equilíbrio ácido-base. pH de soluções. Soluções tampão. Titulações. 7. Equilíbrio de solubilidade. Produto de solubilidade. Efeito de íon comum. Aplicações. 8. Eletroquímica. Célula galvânica. Representação esquemática de células galvânicas. Potencial padrão de eletrodo. Equação de Nernst. Célula eletrolítica. 9. Cinética Química. Velocidades e leis de velocidade. Método integral e método diferencial. Lei de Arrhenius e energia de ativação. Mecanismo reacional. Reações elementares.

4.4.5. Syllabus:

1. Solids, liquids and gases. Real gases. State equations. 2. Thermochemistry. Systems, work, energy and heat. Calorimetry. Specific heat. 1st Law of Thermodynamics. Energy transfer in chemical reactions. Enthalpy. 3. Entropy, Gibbs energy and equilibrium. Spontaneous processes. Entropy and the 2nd law of Thermodynamics. Gibbs energy and chemical equilibrium. 4. Physical equilibrium. Ideal solutions. Raoult Law. Phase diagrams. Distillation. Non-ideal solutions. Azeotropes. 5. Chemical Equilibrium. The concept of chemical equilibrium. Factors that affect chemical equilibrium. Le Châtelier Principle. 6. Acid-Base Equilibria. The ion product of water. Solutions pH. Buffer solutions. 7. Solubility. Solubility equilibria and solubility product. Common ion effect. 8. Electrochemistry. Galvanic Cells. Standard electrode potentials. Nernst equation. Electrolytic Cell. 9. Chemical kinetics. Rate laws. Arrhenius Law and activation energy. Reaction mechanisms. Elementary steps.

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

O curso começa por reconhecer a natureza dos sólidos, líquidos e gases e as mudanças de fase que podem sofrer. As leis da termodinâmica introduzidas nos capítulos 2 e 3 explicam porque ocorrem transições de fase e reações e permitem prever calores de reação e o trabalho realizado. No capítulo 4 e 5, a energia de Gibbs (ΔG) é relacionada com as condições de equilíbrio, desenvolvendo-se o formalismo matemático necessário para uma descrição quantitativa dos sistemas e a sua compreensão qualitativa. Os capítulos 6 e 7 estendem os princípios da termodinâmica e

equilíbrio químico para sistemas aquosos, fornecendo as ferramentas para analisar e controlar a concentração das espécies em solução. O capítulo 8 aplica o cálculo de ΔG a sistemas eletroquímicos, relacionando-o com o trabalho de não expansão e o quociente de reação. A cinética química (capítulo 9) fornece as ferramentas para estudar as velocidades de reações químicas, cruciais para a indústria química.

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

The course starts by recognizing the nature of solids, liquids and gases and the changes they can undergo. The laws of thermodynamics introduced in chapters 2 and 3 explain why phase transitions and reactions occur, and allow predicting the heat reactions release and the work they can do. On chapter 4 and 5, the Gibbs free energy (ΔG) is related with equilibrium conditions developing the mathematical formalism to reinforce quantitative description of the systems with qualitative understanding. Chapters 6 and 7 extend the principles of thermodynamics and chemical equilibrium to aqueous systems, providing the tools to analyze and control the concentration of species in solution. Chapter 8 builds on the concept of ΔG for electrochemical systems, its relation to nonexpansion work and the dependence of the reaction Gibbs free energy on the reaction quotient. Chemical kinetics (chapter 9) provides the tools to study the rates of chemical reactions, crucial for chemical industry.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas presenciais incluem aulas teóricas (T, 28h), teórico-práticas (TP, 14h) e práticas (P, 14h) que ligam a sala de aula, o laboratório e o mundo real. Os fundamentos são explicadas nas aulas teóricas, utilizando data show e desafiando os alunos a resolver e pensar em novos problemas. Antes de cada TP, os alunos resolvem fichas de problemas, que repetirão em aula explicando aos colegas a resolução. As aulas P seguem o método de estudo dirigido, os alunos trabalham em grupos de três e o trabalho de cada grupo é avaliado no final de cada aula. É disponibilizada numa página moodle, a informação relativa ao funcionamento da UC, e os ficheiros (pdf) das aulas lecionadas, problemas (enunciados e resoluções), exames tipo e exames on-line que constituem elementos de avaliação. A nota final é dada por 0,80 nota teórica + 0,20 nota prática. Nota teórica: 0,7 testes (ou exame final) + 0,3 testes moodle. Nota prática: Relatórios das práticas (os laboratórios são obrigatórios).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is organized into lectures (T 28h), problem-solving sessions (TP, 14h) and lab sessions (P, 14h). Fundamentals are explained during the lectures, using data show and challenging the students to solve and think about new problems. Prior to each TP class, problem-sheets are offered to students to be solved before each TP session and demonstrated in class. The lab classes follow the method of directed study, students are organized in groups of three and the work done is evaluated at the end of each lab session. It is provided access to a page – moodle - containing all course material and related information. Final grade: 0,80 theory grade + 0,20 lab grade. Theory grade: 0,7 tests score (or written exam grade) + 0,3 on-line squeezes score (moodle). Lab grade: Reports mark (laboratory experiments are compulsory).

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

As aulas teóricas decorrem com uma exposição oral da matéria e descrição de exemplos que facilitem a assimilação dos conceitos teóricos. Todas as semanas há aula teórico-prática com resolução em sala de aula de uma seleção dos exercícios propostos para essa semana. As fichas de exercícios de aplicação da matéria dada na teórica são resolvidos pelos alunos antes da aula e novamente em sala de aula com exposição destes aos colegas. Os trabalhos realizados nas aulas práticas são feitos em grupo e seguem a metodologia de estudo dirigido para incentivar a maior autonomia de aprendizagem do aluno e a sua capacidade de trabalho em equipa. O trabalho prático realizado em sala de computador (PL1) ilustra o capítulo de equilíbrio físico. Os trabalhos práticos laboratoriais (PL2, PL3 e PL4) permitem a realização de titulações por método colorimétrico e potenciométrico para estudar equilíbrios de ácido-base e de solubilidade, e a determinação de equações cinéticas de reações químicas a várias temperaturas. Como o aluno tem sempre momentos de avaliação em todas as aulas práticas, consegue-se que tenha uma atitude mais participativa e uma aprendizagem contínua.

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

The lectures take place with a presentation of the subject, followed by examples that allow a better understanding of theoretical concepts. Every week there are problem-solving sessions where students apply the concepts acquired to solve problems. The problem-sheets are provided to students in the beginning of the semester and the solutions of the problems are available one week before each test. The problem-sheets provided are solved by the students before class and again in the classroom with exposure to the class. The work done in practical classes are done in groups and follow the methodology of directed study to encourage greater autonomy of student learning and their ability to work in teams. Practical work carried out in the computer room (PL1) illustrate the chapters on physical equilibrium and allow the in-depth construction of phase diagrams of pure substances and vapor-liquid equilibrium diagrams of binary mixtures. The lab classes (PL3, PL4 and PL5) give the opportunity to perform titrations by potentiometric and colorimetric method to study the acid-base and solubility equilibria (PL4), and to determine kinetic equations of chemical reactions at various temperatures (PL5). As the student always has time points in all classes, it is possible to have a more participatory and a continuous learning.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Chemical Principles. The Quest for Insight, Peter Atkins; Loretta Jones; Leroy Laverman, WH Freeman 6th ed.(2013), ISBN13: 9781429288972.

Chemical Principles Student Solutions Manual, C. Hoeger, L. Lavelle and Y. Ma 6th ed. (2013), ISBN: 978-1-4641-0707-8. Química, R. Chang & K. A. Goldsby, McGraw-Hill 11th ed.

Mapa IV - Teoria da Ligação Química A**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Teoria da Ligação Química A***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Chemical Structure and Bonding A***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***Q***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***84***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:28; PL:18***4.4.1.6. ECTS:***3***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***César António Tonicha Laia - TP:28; PL:24***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Maria Madalena Alves de C.S.D. Andrade - PL:24***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

No final desta unidade curricular os alunos devem ter adquirido conhecimentos e competências que lhe permitam: Aplicar, de modo elementar, os conceitos gerais da mecânica quântica. Prever propriedades atômicas e moleculares. Prever as estruturas de Lewis e as geometrias moleculares mais prováveis para uma determinada fórmula molecular. Prever, com base nas teorias de enlace de valência e de orbitais moleculares, distribuições eletrónicas e geometrias moleculares de moléculas simples (diatómicas a tetra-atômicas), propriedades moleculares (distância e ordem de ligação, diamagnetismo e paramagnetismo, acidez e basicidade, energia de ionização e afinidade eletrónica, etc.). Utilizar a teoria de orbitais moleculares para racionalizar a reatividade de moléculas simples.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end, students should have acquired knowledge and skills which will allow:**To apply general concepts of quantum mechanics**Predict atomic and molecular properties**Predict Lewis Structures.**Predict electronic structure and molecular geometry through Valence Bond Theory and Molecular Orbital Theory**Predict molecular properties (bond order and distance, paramagnetism, acid/base behavior, nucleophilicity and electrophilicity, ionization energy, electron affinity, etc.)**Use Molecular Orbital Theory to rationalize chemical reactivity in simple molecules.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

Introdução à mecânica quântica: comportamento ondulatório; princípio de incerteza de Heisenberg; a equação de Schrödinger. Valores próprios e funções próprias. Normalização da função de onda. Partícula numa caixa unidimensional. Números quânticos e dimensionalidade da caixa. Orbitais atômicas e níveis de energia. Função de distribuição radial. Momentos angulares. Átomos polieletrónicos. Propriedades periódicas. Moléculas. Estruturas de Lewis. Geometria molecular. Estrutura molecular: Ligação iónica e energia da rede cristalina. Ligação covalente. Teoria de enlace de valência. Combinação linear de orbitais atômicas, Teoria das Orbitais Moleculares. Diagramas de energia de orbitais moleculares de moléculas diatómicas e poliatômicas. A reatividade química segundo a teoria de orbitais fronteira. Ácidos e bases de Lewis. Formação de aductos.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to quantum mechanics: wavelike behaviour; Heisenberg's uncertainty principle; Schrödinger's equation. Eigenvalues and eigenfunctions. Wavefunction normalization. Particle in a one-dimensional box. Quantic numbers and the box's dimensionality. Atomic orbitals and energy levels. Radial distribution function. Angular moments. Polyelectronic atoms. Periodic properties. Molecules. Lewis structures. Molecular geometry. Molecular structure: Ionic bonding and crystal lattice energy. Covalent bonding. Valence bond theory. Linear combination of atomic orbitals, Molecular orbital theory. Molecular orbital energy diagrams of diatomic and polyatomic molecules. Chemical reactivity according to the frontier orbital theory. Lewis acids and bases.

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

O conteúdo programático da unidade curricular começa por fornecer ao aluno conhecimentos e conceitos que suportam as modernas teorias quânticas. A partir destas, o aluno aprende a racionalizar as propriedades químicas dos elementos, que são a base para a compreensão do comportamento químico dos sistemas moleculares. A segunda parte da unidade curricular mostra como se pode aplicar a teoria quântica a sistemas moleculares, condicionada pela necessidade de diversas aproximações que originam as teorias de enlace de valência e de orbitais moleculares. Com base nestas teorias, os alunos aprendem a racionalizar a estrutura e propriedades moleculares de moléculas pequenas. A simplificação da teoria de orbitais moleculares origina a teoria de orbitais de fronteira, que será o suporte para a racionalização das propriedades químicas de moléculas poliatômicas.

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

The program starts by giving the student a vision of the knowledge and concepts that support modern quantum theory. From basic quantum concepts the student learns to use them in the rationalization of the chemical properties of the elements, which are the basis of the understanding of the chemical properties of molecules. The second part of the program exemplifies how to apply quantum theory to molecules, and the need to use approximations, which originates the Valence Bond Theory and the Molecular Orbital Theory. Based on these theories the students learn to rationalize molecular properties of diatomic and triatomic molecules. A further simplification of the Molecular Orbital Theory leads to the Frontier Orbital Theory, which is used to rationalize the chemical properties of polyatomic molecules.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa da unidade curricular é apresentado nas aulas teórico-práticas, onde, considerando o carácter abstrato de muitas das matérias, se procura constantemente a comparação com o comportamento de sistemas macroscópicos, de modo a facilitar a compreensão por parte do aluno. Nas aulas práticas faz-se a aplicação dos conceitos lecionados nas aulas teórico-práticas, tanto com recurso a problemas abstratos como com casos práticos e reais. Ao longo do semestre os alunos realizam dois testes de avaliação. Para além disso, em quatro aulas TP os alunos serão avaliados pela realização de trabalhos em grupo, com cerca de 30 minutos de duração. A classificação final da unidade curricular é obtida pela média ponderada das notas dos testes (72%) e dos trabalhos em grupo (28%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit is organized in lectures, where the subjects are developed through the systematic comparison between the quantum world and the macroscopic world, to help the students to integrate many of the abstract concepts being acquired. Also exercise classes are lectured in complement to the theoretical lectures, where the students practice the application of the acquired concepts. In four of this classes the students are submitted to evaluation of assigned group tasks (30 minutes per task). Additionally, the students are submitted to two individual evaluations during the semester. The final score is achieved by the weighted average of individual evaluations (72%) and group task evaluations (28%).

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

A nossa experiência indica que a maioria dos alunos revela dificuldades na compreensão e aplicação de conceitos teóricos. No entanto, apesar de a Química ser uma ciência de natureza experimental, que manipula objetos físicos, a sua racionalização assenta totalmente em conceitos puramente teóricos e abstratos. A abordagem nesta UC pretende orientar a visão do estudante relativamente à teoria quântica não só como um formalismo matemático que permite descrever os sistemas materiais mas, também, como um conjunto de conceitos físicos que nos proporciona as ferramentas para prever aquilo que está para além das nossas capacidades de observação. Munido desta ferramenta teórica, o aluno deverá ter a capacidade de racionalizar observações experimentais concretas, tanto a nível atómico como molecular. É esta capacidade a adquirir pelo aluno que confere a esta UC uma enorme importância no plano global da licenciatura. De facto, as unidades curriculares de Química Orgânica, Química Inorgânica ou Química Física, suportam-se em TLQ como uma UC fundamental. A interligação entre os fundamentos teóricos, apreendidos nas aulas teóricas, e a sua aplicação na resolução de problemas abstratos e reais, que tem lugar nas aulas teórico-práticas, é fundamental para o aluno atingir os objetivos propostos na UC. De facto, podemos resumir todos os objetivos num único: Capacidade para racionalizar e prever as propriedades físico-químicas da matéria. Qualquer aluno que adquira esta capacidade, estará apto para enfrentar a maioria das dificuldades que encontrará nos anos seguintes da licenciatura. Os exercícios de avaliação realizados em grupo durante as aulas TP, visam o fomento do trabalho em equipa, incentivando-se a capacidade de argumentação e o espírito de colaboração, extremamente necessários na vida académica do estudante e, também, na sua futura vida profissional.

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

Previous experience shows that many students have difficulties in handling abstract concepts. Nevertheless, despite Chemistry being essentially a science of experimental basis, which manipulates physical objects, the rationale of Chemistry is founded in purely abstract concepts. It is intended to guide the student's view of quantum theory not only

as a mathematical formalism that allows us to describe material systems, but also as a set of physical concepts that provides us the tools to predict what lies beyond our observation. In this way the student faces quantum chemistry, not only in its mathematical formalism that describes efficiently material systems, but also as a set of physical concepts that allow to imagine what is beyond our observation capability. Through this theoretical tool, the student should be able to rationalize at atomic and molecular level the outcome of experimental observations. This particular competence that should be acquired by the student attending this curricular unit, has extreme importance in the global plan of a degree in chemical sciences. Other curricular units teaching Organic Chemistry, Inorganic Chemistry and Physical Chemistry are supported by the fundamental knowledge acquired in this curricular unit. In this sense, the integration between theoretical knowledge and its application to real problems, which is performed in the exercise classes, is very important in the fulfillment of the objectives of the curricular unit. Any student that acquires the skill to rationalize at atomic and molecular level the outcome of experimental observations is ready to face most of the problems found in the course of the chemistry degree and build knowledge and competences from their resolution. The group task evaluations performed during the semester are aimed at stimulate the use of team work to resolve difficult problems, develop argumentation and cooperation skills, essential in an university but also later in their professional career.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

R. L. Deckock, H. B. Gray, Chemical Structure and Bonding, University Science Books, Sausalito, California, 1989.

Mapa IV - Competências Transversais para a Ciência e Tecnologia

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Competências Transversais para a Ciência e Tecnologia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Soft Skills for Science and Technology

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CC

4.4.1.3. Duração:

Trimestral / Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:10; PL:50

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Ruy Araújo da Costa - TP:10; PL:50

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

<sem resposta>

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

No final desta UC um aluno deve ser capaz de:

- escrever o seu CV e preparar-se para uma entrevista profissional;
- perceber a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do seu CV ao longo do tempo;
- perceber a importância dos Testes Psicotécnicos no acesso ao mercado de trabalho;
- gerir adequadamente o tempo e trabalhar em equipa;
- compreender a importância da liderança;
- utilizar folhas de cálculo Excel produzindo gráficos com facilidade;
- utilizar no Excel o Solver e ser capaz de programar funções e macros em Visual Basic;

- *pesquisar Bibliografia através de bases de dados referenciais ou motores de pesquisa generalistas e analisar Informação, tendo presente exigências de ordem ética e deontológica;*
- *perceber a importância do domínio básico do Inglês na área de Ciências e Tecnologia (CT);*
- *comunicar adequadamente na área de CT.*

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

After this course, any student should be able to:

- write his (her) CV and prepare for a job interview;*
- understand the importance of taking steps to make his (her) CV more appealing;*
- understand how important Psychometric Testing is when accessing the job market;*
- manage time adequately and be able to carry out team work effectively;*
- understand the importance of leadership;*
- use Excel spreadsheets and be able to represent data in graphs;*
- use Excel's Solver and be able to program functions and macros in Visual Basic;*
- carry out bibliographic research using referential databases or generic search engines, and critical analysis of scientific information considering both ethical and deontological issues;*
- understand the importance of English is in the Science and Technology area;*
- communicate adequately in the Science and Technology area.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1 - *Curriculum Vitae, Entrevista e Testes Psicotécnicos.*
- 2 - *Gestão do tempo. Trabalho de equipa. Liderança.*
- 3 - *Utilização avançada de folhas de cálculo Excel.*
- 4 - *Pesquisa bibliográfica e análise de informação. Ética e Deontologia.*
- 5 - *Comunicação em Ciências e Tecnologia.*

4.4.5. Syllabus:

- 1 - *Curriculum Vitae, Job interview and Psychometric testing.*
- 2 - *Time management, team work and leadership.*
- 3 - *Advanced use of Excel spreadsheets.*
- 4 - *Bibliographic research and critical analysis of scientific information.*
- 5 - *Communicating in Science and Technology.*

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

A UC visa dotar os alunos das competências consideradas essenciais para a sua progressão ao longo de um curso na área de Ciências e Tecnologia e sua posterior integração no mercado de trabalho.

Para motivar os alunos, cada um dos 5 temas é abordado numa semana de aulas, visando preparar o aluno para:

- a entrada no mercado de trabalho através da elaboração do seu CV e para as entrevistas e testes psicotécnicos;*
- preparar e efetuar uma apresentação científica, o que lhe será útil quer no seu percurso académico quer na sua vida profissional;*
- utilizar o Excel como ferramenta de cálculo de uso geral em diferentes contextos;*
- pesquisar e selecionar informação científica e técnica de forma a fundamentar corretamente os trabalhos que efetua;*
- gerir adequadamente o seu tempo e trabalhar em grupo, reconhecendo a importância da liderança.*

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

In this curricular unit students are exposed to soft skills deemed important to their progress in a Science and Technology course and in their future jobs.

Each of the five topics in this unit is worked throughout one week, preparing the students to:

- deal with CV writing, job interviews and psychometric testing;*
- write an essay or make an oral presentation in a Science and Technology topic, which will be useful throughout their University curricula as well as in a job;*
- use Excel as a general calculus tool in different contexts;*
- know how to search and select scientific and technical information, thus being able to carry out sound work;*
- adequately manage time, carry out group work and understand the importance of leadership.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- *Em cada semana há 3 aulas práticas que totalizam 10h (2+4+4h);*
 - *Em cada semana há uma aula teórico-prática de 2h onde são apresentados os aspetos fundamentais do tema, destacados os erros a evitar durante a exploração dos conteúdos do tema e realçadas as principais ferramentas que podem ser utilizadas.*
- A avaliação final da UC. será baseada no trabalho desenvolvido individualmente e em grupo durante cada semana e em testes individuais executados na plataforma de e-learning moodle em ambiente controlado.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

- *In each week there are three practical session with a total of 10 hrs (2+4+4 hrs);*
- *In each week there is a 2h theoretical-practical session that is used to present the theme's fundamentals, the most common mistakes to be avoided and the main tools that can be used during the theme's exploration.*

Assessment of this course takes into account both the weekly individual and group work, as well as tests carried out in moodle e-learning platform, in a controlled environment.

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

- 1 - Discute-se a forma e o conteúdo de um CV. Os alunos analisam entrevistas simuladas. Comenta-se os vários aspetos relevantes (p.ex., CV, vestuário, apresentação, dicção). Reflete-se sobre a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do CV ao longo do tempo. Os alunos são ainda testados, via moodle, com Testes Psicotécnicos.*
- 2 - Aborda-se a Gestão do Tempo no contexto universitário e no contexto profissional. Analisa-se as vantagens e desvantagens do Trabalho em Equipa. Analisa-se as características relevantes de um Líder e a sua importância.*
- 3 - Utiliza-se o Excel no contexto da representação gráfica de funções. Apresenta-se a Formatação Condicional. Introduz-se a utilização de Tabelas Dinâmicas. Apresenta-se os Comandos de Contagem e de Estatística Básica no Excel. Aborda-se a Procura Vertical de Informação ("PROCV"). É feita uma aplicação do Solver com a Otimização de uma função. É feita uma introdução ao módulo de Visual Basic do Excel, que inclui a definição de funções e macros em VB.*
- 4 - Dado um tema, solicita-se a realização de pesquisa de Bibliografia. Discute-se os cuidados a ter na pesquisa bibliográfica e na análise da Informação. Destacam-se as exigências de ordem ética e deontológica, apresentando-se exemplos atuais e internacionais de figuras políticas de relevo envolvidas em situações de plágio e suas consequências.*
- 5 – Os alunos são sensibilizados para a importância do domínio básico da Língua Inglesa. Os alunos obtêm formação sobre a comunicação escrita e oral na área de C&T.*

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

- 1 - CV writing and presentation is discussed. Students analyse simulated job interviews and reflect on the relevant aspects of a job interview. Students are made aware of the importance to make their CV more appealing throughout their university years. Students go through a batch of psychometric tests, using moodle e-learning platform.*
- 2 - Time Management is addressed in a university context as well as in a job context. Advantages and disadvantages of group work are analyzed. Leader's characteristics are addressed, as well as the importance of leadership.*
- 3 - Students are requested to draw graphs of functions using Excel. Conditional Formatting is presented. Students use Pivot Tables and learn Counting commands and Basic Statistics commands. Students learn how to "look for" information (Vlookup). Solver is introduced to optimize a function. Visual Basic in Excel is presented and students learn how to define functions and macros.*
- 4 - Given a theme, students are requested to carry out a bibliographic research. Students are instructed to be careful when retrieving and analyzing information. Ethical and deontological demands are presented. Recent international and prominent examples of fraud and their consequences are presented.*
- 5 – The importance of using English in the Science and Technology (ST) area is stressed out. Students acquire skills in written and oral presentations in the ST area.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Costa, R., Kullberg, J., Fonseca, J., Martins, N., "Competências Transversais para Ciências e Tecnologia – FCT/UNL" (2013).*

Mapa IV - Análise Matemática II C

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise Matemática II C

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mathematical Analysis II C

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; PL:14

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Ana Maria de Sousa Alves de Sá - TP:42; PL:14

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

<sem resposta>

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competência que lhe permitam:

- Compreender noções elementares de topologia em R^n .
- Compreender as noções de limite, continuidade e diferenciabilidade de funções escalares e vetoriais, de várias variáveis reais. Saber calcular limites de funções de várias variáveis reais.
- Conhecer os teoremas da função inversa, implícita, desenvolvimento de Taylor. Saber calcular extremos (livres ou condicionados) de funções escalares com duas variáveis.
- Conhecer as noções de integral duplo, triplo, de linha e superfície e suas aplicações. Ser capaz de calcular estes integrais usando as coordenadas mais adequadas.
- Compreender a noção de campo conservativo e suas aplicações.
- Saber aplicar os teoremas de Green, Stokes e de Gauss. Conhecer as suas aplicações.

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

At the end of this unit, the student should be able to:

- Understand elementary topological notions in R^n
- Understand the notions of limit, continuity and differentiability of scalar and vector functions with several variables. Be able to compute limits of functions of several variables.
- Know the inverse and implicit function theorems. Know the Taylor expansion for scalar functions. Be able to compute extrema (free and conditioned) of functions of two variables.
- Know the notions of double, triple, line and surface integrals and applications. Be able to compute these integrals, using appropriate coordinate systems.
- Know the notion of conservative vector fields and applications.
- Know and be able to apply Green's theorem, Stokes and Gauss theorems. Know some of their applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Revisão de alguns conceitos de Geometria Analítica
2. Limites e Continuidade em R^n
3. Cálculo Diferencial em R^n
4. Cálculo Integral em R^n
5. Análise Vetorial

4.4.5. Syllabus:

1. Conic sections and quadric surfaces (revisions)
2. Limits and Continuity in R^n
3. Differential calculus in R^n
4. Integral calculus in R^n
5. Vector Analysis

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

O capítulo 1 é um capítulo de revisões de algumas noções de geometria analítica (úteis por exemplo para o cálculo de integrais com várias variáveis). O capítulo 2 é dedicado às noções topológicas em R^n e ao cálculo de limites de funções de várias variáveis reais. Cobrem-se, o primeiro objetivo e segundo objetivos. O capítulo 3 é dedicado ao cálculo diferencial para funções de várias variáveis reais, cobrindo-se o terceiro objetivo. Os capítulos 4 e 5 são dedicados ao cálculo integral cobrindo os objetivos quatro, cinco e seis.

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

In chapter one we do some revisions concerning conic sections and quadric surfaces (this will be useful for computing integrals). In chapter two we study topological notions in R^n and limits of functions of several variables (this is related

to first and second goals in learning outcomes). Chapter three addresses notions and fundamental results of differential calculus for functions with several variables (fulfilling the third goal). Last two chapters are devoted to integral calculus in R^n (related with goals four, five and six).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas consistem na exposição dos conceitos e resultados. Os resultados em geral são ilustrados com exemplos.

As aulas práticas consistem na discussão e na resolução de exercícios de aplicação dos métodos e resultados apresentados nas aulas teóricas, após estudo autónomo da parte dos alunos.

Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas, nas sessões semanais destinadas ao atendimento dos alunos ou ainda em sessões combinadas diretamente entre aluno e professor.

O estudante não pode faltar a mais de quatro aulas práticas lecionadas sem justificação.

Realizam-se três testes durante o semestre com duração de 1h00m, que dispensam de exame em caso de média positiva. Um aluno não dispensado por testes será admitido a exame de recurso e pode escolher repetir um dos testes ou realizar o exame de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical/practical classes consist in a theoretical exposition illustrated by application examples.

Practical classes consist in the discussion and resolution of application exercises and assigned homework for the methods and results presented in the theoretical classes.

Students can ask questions during the classes, in weekly scheduled sessions or in special sessions accorded directly with the professor.

Students can not miss more than four practical classes.

There are three mid-term tests that can substitute the final exam in case of approval. If the student did not approve then they should write the final exam. Students can choose to repeat one of the mid-term tests in the date of the final exam.

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

Nas aulas teórico-práticas procede-se à exposição da matéria, ilustrada com exemplos. Alguns resultados são explicados e exemplificados, sem demonstração formal. No entanto, são feitas algumas demonstrações, especialmente quando estas são úteis para a melhor compreensão da matéria.

Os alunos têm acesso a uma lista de problemas que podem tentar resolver antes das aulas práticas. A teoria exposta e os exemplos resolvidos nas aulas teóricas preparam o aluno para a resolução desses problemas. Nas aulas práticas os alunos podem ver a resolução de muitos exercícios dessa lista e esclarecer dúvidas sobre os restantes. Também terão apoio para a resolução de exercícios durante os horários de atendimento.

As aulas práticas ajudam a consolidar as matérias, pelo que o aluno não deve faltar a mais de quatro aulas práticas para obter frequência. Esta prática tem-se revelado útil, especialmente para os alunos de primeira inscrição na Universidade.

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

In theoretical/practical classes matters are explained and illustrated with examples. Some results are explained and exemplified, without a formal proof. Nevertheless, some proofs are given, especially when they are useful to understand the theme.

Students can obtain a list of problems which they can try to solve before the practical classes. The theory and examples exposed in the theoretical classes prepare the student for the resolution of these problems. In the practical classes the students can see the resolution of many of these problems and solve the difficulties of the remaining. They can also ask questions in weekly scheduled sessions.

Since practical classes allow students to consolidate the subjects the student can not miss more than four practical classes. Such practice has revealed to be useful, mainly to the first year students.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Cálculo vol. 2, Howard Anton, Irl Bivens, Stephen Davis, 8ª edição, Bookman/Artmed
- Calculus III, Jerrold Marsden and Alan Weinstein, Springer-Verlag, 1985.
- Vector Calculus, Jerrold Marsden and Anthony Tromba, 5ª edição, W.H. Freeman, 2003.

Mapa IV - Bioquímica Geral B

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Bioquímica Geral B

4.4.1.1. Title of curricular unit:

General Biochemistry B

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Bq

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester**4.4.1.4. Horas de trabalho:****168****4.4.1.5. Horas de contacto:****T:28; TP:15; PL:12****4.4.1.6. ECTS:****6****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****José Luís Capelo Martínez – T:28; TP:30; PL:12****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Hugo Miguel Baptista Carreira dos Santos – PL:12****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular os alunos deverão:*

- Conhecer as diferentes classes de macromoléculas: as suas propriedades e funções;
- Compreender os diferentes níveis de organização estrutural das proteínas;
- Conhecer os métodos básicos de purificação e análise de proteínas;
- Compreender a relação estrutura-função, exemplificada pelo transporte de O₂ pela hemoglobina (e mioglobina);
- Determinar os parâmetros cinéticos de enzimas Micaelianas. Estudar o efeito de inibidores, da temperatura e do pH;
- Conhecer as estruturas dos hidratos de carbono simples e complexos;
- Saber a estrutura dos ácidos nucleicos e as suas propriedades físico-químicas;
- Entender o fluxo da informação genética;
- Saber as estruturas dos lípidos e das membranas biológicas; e reconhecer os diferentes tipos de transporte biológico de solutos;
- Dominar o caminho central do metabolismo: a bioenergética e a sua regulação (glicólise e gluconeogénese, o ciclo do ácido cítrico, a cadeia respiratória e a síntese de ATP).

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of the course, students should:*

- Know the different classes of macromolecules: their properties and functions;
- Understand the structure of proteins;
- Know the basics of protein purification methods;
- Understand the structure-function relationship - transport of O₂ by hemoglobin (and myoglobin);
- Understand enzyme kinetics;
- Know the structures and function of carbohydrates (simple and complex);
- Understand the structure of nucleic acids; their physico-chemical properties and the biological information flow (from gene to protein);
- Know the central pathway of metabolism: bioenergetics and regulation (glycolysis and gluconeogenesis, citric acid cycle, respiratory chain and ATP synthesis).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Bioquímica
2. Propriedades dos aminoácidos, péptidos e proteínas
3. Relação estrutura- função: transporte de O₂ e CO₂
4. Enzimas
5. Hidratos de carbono
6. Ácidos nucleicos: estrutura e função
7. Fluxo de informação genética.
8. Bioenergética
9. Metabolismo

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction to Biochemistry
2. Properties of amino acids, peptides and proteins
3. Structure-function relationship in biomolecules: transport of O₂ and CO₂

4. Enzymes
5. Carbohydrates
6. Nucleic acids: structure and function
7. Genetic Information Flow
8. Bioenergetics
9. Metabolism

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

O conteúdo programático está em consonância com os objetivos da unidade curricular, abordando um conjunto de temas da Bioquímica moderna. Pretende-se transmitir os conceitos fundamentais em Bioquímica, destacando o papel biológico das principais macromoléculas, a relação estrutura-função e as vias metabólicas centrais, procurando transmitir ao aluno conhecimentos sólidos e complementares nesta área.

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

The syllabus is in line with the objectives of the course, addressing a set of themes of modern biochemistry. It is intended to convey the fundamental concepts in Biochemistry, addressing the biological role of the main macromolecules, their structure-function relationship and the central metabolic pathways, seeking to endow students with a solid and complementary knowledge in this area.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC engloba aulas teóricas, teórico-práticas e práticas.

As aulas teóricas são lecionadas com recurso a "data-show" e acompanhadas de bibliografia complementar disponibilizada previamente na página da disciplina, no CLIP. Na aula de apresentação é disponibilizada toda a informação sobre o modo de funcionamento, discutidas e estabelecidas as regras de avaliação da UC.

Nas aulas teórico-práticas são resolvidos problemas de aplicação, pondo em prática os conceitos teóricos adquiridos ao longo das diferentes aulas.

Nas aulas práticas os estudantes realizam trabalho experimental seguindo protocolos experimentais previamente disponibilizados. Os estudantes têm que, obrigatoriamente, realizar todas as sessões práticas de laboratório.

A avaliação contínua da UC consiste na execução de três testes teóricos, que incluem questões relativas aos trabalhos práticos efetuados no laboratório.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit encompasses lectures, problem-solving and laboratory classes.

Lectures are taught using a "data-show" and accompanied by supplementary bibliography previously available on the page of the UC, via CLIP. In the presentation lecture, all the information about the course will be available and the evaluation scheme will be presented and discussed.

In problem-solving classes problems are solved, demonstrating theoretical concepts acquired throughout the different classes.

In laboratory classes, students will perform experimental work using protocols previously distributed. Laboratory classes are compulsory.

Continuous assessment of the course consists on the execution of three theoretical tests, including questions related to experimental work carried out in laboratory classes.

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

A metodologia de ensino é coerente com os objetivos da unidade curricular:

- *Nas aulas teóricas são lecionados os princípios teóricos de cada matéria;*
- *Nas aulas teórico-práticas são resolvidos problemas que integram a análise e interpretação de resultados experimentais;*
- *Nas aulas práticas os alunos aplicam técnicas bioquímicas para: i) determinar as propriedades ácido-base dos aminoácidos; ii) purificar proteínas; iii) observar as diferentes formas da hemoglobina; iv) quantificar proteínas; e v) estudar o comportamento cinético de uma enzima na presença e ausência de inibidor. Pretende-se assim que os alunos melhorem a vertente experimental, em particular na análise e interpretação de resultados.*

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

The teaching methodology is consistent with the objectives of the course:

- *In lectures the theoretical, principles of each subject is taught;*
- *In problem-solving classes, problems that integrate the analysis/mathematical modeling and interpretation of experimental results are solved;*
- *In laboratory classes students apply biochemical techniques to: i) determine the acid-base properties of amino acids; ii) purify proteins; iii) observe the different forms of hemoglobin; iv) quantify proteins; and v) study the kinetic behavior of an enzyme in the presence and absence of inhibitor. The aim is to improve the experimental skills of students, in particular the analysis and interpretation of results.*

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *Color Atlas of Biochemistry* J. Koolman. Second edition. Ed. Thieme Stuttgart. 2005.
2. *Medical biochemistry*. John Baynes. 5th edition. Ed. Elsevier. 2018.

Mapa IV - Física I Q**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Física I Q***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Physics I Q***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***F***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:36; TP:18; PL:18***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo - T:36; TP:18; PL:18***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final da unidade é suposto que os estudantes consigam:*

- Relacionar os conhecimentos aprendidos com o meio que os rodeia.*
- Identificar as características físicas de um problema .*
- Formular o conjunto de equações necessárias à resolução de um problema com base na identificação do ponto anterior.*
- Perante um problema ter capacidade crítica para avaliar o resultado obtido bem como as suas unidades.*
- Ter adquirido capacidade e autonomia na interpretação e resolução de um problema.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*At the end of the lecture course, students are expected to:*

- relate the fundamental and applied concepts in physics to daily life problems involving classical mechanics.*
- identify the physical formulation of a given problem.*
- write down the set of equations needed to obtain a final value, according to the formulation above.*
- face a problem with capability of assessing the final result and units.*
- have gained capability to deal on their own with the interpretation and solving of a problem.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Movimento de uma partícula.**Leis de Newton**Energia cinética, energia potencial, trabalho e energia**Vibrações e Ondas**Lei de Hook.**Energia potencial.**Movimento harmónico simples.**Período e frequência.**Ondas.**Ondas estacionárias.*

Instrumentos Musicais

*Som; audiograma
Ressonância.*

*Eletricidade
Propriedades das cargas elétricas.
Lei de Coulomb. Campo elétrico.
Condutores.
Lei de Gauss.
Potencial elétrico.
Capacidade elétrica.
Associação de condensadores.*

*Energia num condensador.
Corrente elétrica. Lei de Ohm.
Resistividade.
Potência dissipada num circuito.
Circuitos DC. Leis de Kirchhoff.
Carga e descarga de um condensador.*

Ótica

Reflexão; Dispersão; Refração; Difração

Instrumentos de ótica

Lentes; a lupa, o microscópio

4.4.5. Syllabus:

*Movement of a particle.
Newton's laws; Kinetic energy, potential energy, work and energy*

*Vibrations and Waves
Hook's Law.
Simple harmonic motion.
Waves in one dimension.
Standing waves; Musical Instruments
Sound; audiogram
Forced regime and resonance.*

*Electricity
Properties of electric charges.
Coulomb's law. Electric field.
Conductors
Electrical flow and Gauss Law.
Capacitance. The capacitor
Association capacitors. Dielectrics
Electricity. Ohm's law.
Resistivity and its variation with temperature.
Power dissipated in a circuit.
DC circuits. Kirchhoff laws.
Charge and discharge of a capacitor.*

Optics

Reflection and Refraction of Light

Mirrors and Lenses**Optical Instruments****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Capítulo I: Movimento de uma partícula. Dinâmica de uma partícula, trabalho e energia. Revisão geral
Capítulo II: Vibrações e Ondas com o movimento oscilatório harmónico e ondulatório: ondas mecânicas. Ressonância.
O som
Capítulo III: Eletricidade, leis de Coulomb, Corrente elétrica, resistências e condensadores. Circuitos elétricos.
Capítulo IV: Noções de óptica geométrica. Instrumentos de óptica*

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

*Chapter I: Movement of a particle. Dinamic of a particle. Work and energy. General review
Chapter II: Vibrations and Waves with harmonic movement and wave motion: mechanical waves. Resonance. The*

sound

Chapter III: Electricity, Coulomb's law, electric current, resistors and capacitors. Electrical circuits.

Chapter IV: Geometric optics and Instruments of optics.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

1. Ensino centrado na atividade contínua do aluno

2. Para a compreensão dos conceitos e leis da Física, dá-se um a visão mista, englobando teoria e experiência.

Nas aulas laboratoriais, para além da ilustração das leis da Física, é dada ênfase à metrologia.

3. Envolvimento contínuo dos alunos (para além das aulas teóricas e laboratoriais) através de:

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

1. The teaching method is based on a continuous student activity during the semester.

2. For the understanding of concepts and laws of Physics, a mixed approach, with both theory and experiment is followed.

In laboratory sessions, besides the demonstration and verification of Physics laws, emphasis is given to metrology.

3. Continuous involvement of the students (beyond lectures and laboratory sessions) through:

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, com o apoio adicional dos docentes nas aulas práticas e horários de atendimento de alunos, caso se justifique. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contato: nas aulas teóricas através da análise e discussão de problemas-tipo; nas aulas de laboratórios através da observação e análise de alguns dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática das provas escritas e nos trabalhos de laboratório. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanhem a matéria e a interliguem com as noções aprendidas na componente teórica.

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

The theoretical deliverables are provided in the lectures with extra support from the demonstration labs and proper time allocated for tutorial training. Students are evaluated on these performances through written tests/exams. Students skills are acquired in lectures and demonstration labs. In the former the contents are analysed and discussed with problem's solving, whereas in the latter through contact with particular experimental devices allowing to touch and get to know physical phenomena. The evaluation process in both components is achieved through written examination and laboratory demonstration evaluation process. The lab component allows to guarantee a special additional training so that students performance can be enhanced through multiple interlink between theory and practice.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Portuguese edition - Halliday, D., & Resnick, R. (1991). Fundamentos de Física (Vol. 1 & 2). Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos.

or Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2005). Fundamentals of physics (7th ed.). New York: Wiley. (Chapters 1 to 15) or Any other text book on General Physics which includes the programme contents at the undergraduate level.

Mapa IV - Informática para Ciências e Engenharias

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Informática para Ciências e Engenharias

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Informatics for Science and Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

I

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:*<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Pedro Abílio Duarte de Medeiros - T:28; PL:28***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:**Saber**Os componentes fundamentais de um computador e as ferramentas de um ambiente de desenvolvimento de software. As construções essenciais de uma linguagem de programação imperativa (Python).**Noções fundamentais de bases de dados relacionais e conceitos básicos relacionados com a World Wide Web.**Saber Fazer**Decompor um problema em problemas mais simples.**Conceber um algoritmo para resolver um problema simples.**Escrever um programa, utilizando corretamente as construções básicas de uma linguagem de programação imperativa.**Testar um programa num determinado ambiente de programação.**Formular uma interrogação muito simples em SQL e aceder a recursos disponíveis na rede dentro de um programa.**Soft-Skills**Capacidade de concretização, capacidade de gestão do tempo e cumprimento dos prazos.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Knowledge**The fundamental components of a computer and the tools of a software development system.**The essential constructions of an imperative programming language (Python)**Fundamental notions of relational databases.**Some basic concepts involved in the World Wide Web.**Application**Decompose a problem into simpler problems.**Design an algorithm for solving a simple problem.**Write a program, making a correct use of the basic constructions of an imperative programming language.**Test a program in a modern programming environment.**State a very simple SQL query.**Access resources available in the network inside a program.**Soft-Skills**Ability to do a programming project, skills in time management.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução: Problemas, algoritmos, programas e computadores. Objetivos e componentes de um sistema computacional. Execução de programas. O interpretador.**Conceitos Fundamentais da Programação: Constantes, variáveis e expressões. Números e cadeias de caracteres (strings). Funções pré-definidas. Atribuição e sequência de instruções.**Níveis de abstração na resolução de um problema. Funções. Ficheiros com código fonte. Ciclo de vida de um programa. Tipos de erros. Testes unitários.**Ciclos FOR. Vetores. Instrução IF. Operadores relacionais e lógicos. Matrizes. Gráficos. Ciclos WHILE. Sistema de ficheiros. Ficheiros em binário e em ASCII. Estruturas. Vetores de estruturas.**Redes e protocolos de comunicação. A WWW.**Introdução às bases de dados: modelo relacional, relações, algumas instruções básicas de SQL.**Simulação de modelos contínuos.***4.4.5. Syllabus:***Introduction: Problems, algorithms, programs, and computers. Goals and components of computer systems. Program execution. The interpreter.**Fundamental Concepts of Programming: Constants, variables and expressions. Numbers and strings. Predefined functions. Assignment statement and sequence of statements.**Levels of abstraction in problem-solving. Functions. Source code files. Program life cycle. Kinds of error. Unit testing. FOR loops. Vectors. The IF statement. Relational and logical operators. Matrices. Graphics. WHILE loops. File systems.**Binary and ASCII files. Structures. Vectors of structures.**Networks and communication protocols. The World Wide Web.*

*Introduction to databases: the relational model, relations, some basic SQL queries.
Simulation of continuous models.*

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

Existe uma correspondência estreita entre os conteúdos programáticos e os objetivos. Os estudantes aprendem a resolver um problema simples (decompondo-o, concebendo algoritmos simples, e implementando e testando funções) em todos os pontos dos conteúdos programáticos (e, em particular, nos dois primeiros). Os componentes fundamentais de um computador e alguns conceitos básicos relacionados com a WWW são cobertos nos três primeiros pontos.

As noções básicas de bases de dados relacionais e as interrogações simples em SQL são cobertas no penúltimo ponto.

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

There is an evident correspondence between the syllabus and the curricular unit objectives.

Students learn how to solve a simple problem (decomposing it, designing simple algorithms, and implementing and testing functions) from all syllabus topics (and, in particular, from the first two).

The fundamental components of a computer and some basic concepts involved in the WWW are covered in the first three topics.

The basic notions of relational databases and the simple SQL queries are covered in the penultimate topic.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Há duas horas de aulas teórico-práticas e duas horas de aulas práticas por semana.

As aulas teórico-práticas são orientadas para a resolução de problemas. Começa-se com o enunciado de um problema muito concreto, que motiva a apresentação de um tópico dos sistemas de computadores, de um tipo de dados ou de uma construção da linguagem de programação, e termina-se com o código fonte completo de um programa que o resolve. Ainda nestas, os alunos, partindo dos conceitos expostos, concebem programas que resolvem problemas simples das áreas das Ciências e Engenharias.

Nas aulas práticas, os alunos completam a conceção, implementam e testam esses programas

A avaliação é composta por duas componentes: dois trabalhos de programação de grupo; e dois testes ou um exame final. Os testes e o exame são sem consulta.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

There are two hours of lectures and a lab session of two hours each week.

Lectures are problem driven. They start with a concrete problem, which motivates the presentation of some computer systems topic, some data type or some programming language construct, and end with the complete source code of a program that solves it.

In the problem-solving classes, students design, design programs that solve simple problems in Science and Engineering fields.

In the lab classes, students complete the design, implement and test the above programs.

Assessment comprises two components: two team programming projects; and two tests or a final exam. The tests and the exam are closed book.

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

A resolução de problemas nas aulas teórico-práticas tem duas vantagens. Primeiro, aumenta a motivação dos alunos para a aprendizagem dos tópicos que não fazem parte da linguagem de programação. Convém referir que a principal área de interesse dos alunos não é a Informática. Depois, permite-lhes acompanhar o desenvolvimento de programas completos, cuja dificuldade vai crescendo ao longo do semestre.

Nas aulas práticas e nos trabalhos práticos, os alunos resolvem problemas, consolidando os conceitos aprendidos nas aulas teóricas. Para aumentar a motivação, os temas dos problemas são (quase todos) da área do curso dos estudantes.

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

Solving problems in lectures has two advantages. First, students are much more motivated to learn topics outside the programming language. It is important to mention that students main subject is not Computer Science. Then, students can follow the development of complete programs, whose difficulty increases throughout the semester.

In lab sessions and in the midterm programming projects, students solve programming problems, consolidating the concepts learned in lectures. To improve motivation, problems are (almost) all from the main student's main area of study.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro (principal) aconselhado

• Allen B. Downey. *Think Python: How to Think Like a Computer Scientist* (version 2.0.17). Versão PDF disponível em <http://greenteapress.com/wp/think-python-2e/>

Livros alternativos

• John V. Guttag. *Introduction to Computation and Programming Using Python*, MIT PRESS, 2016.

<https://mitpress.mit.edu/books/introduction-computation-and-programming-using-python-second-edition>

• Ernesto Costa. *Programação em Python - Fundamentos e Resolução de Problemas*, FCA, 2015

Main reference

• Allen B. Downey. *Think Python: How to Think Like a Computer Scientist (version 2.0.17)*. Versão PDF disponível em <http://greenteapress.com/wp/think-python-2e/>

Alternative references

• John V. Guttag. *Introduction to Computation and Programming Using Python*, MIT PRESS, 2016.

<https://mitpress.mit.edu/books/introduction-computation-and-programming-using-python-second-edition>

• Ernesto Costa. *Programação em Python - Fundamentos e Resolução de Problemas*, FCA, 2015.

Mapa IV - Introdução à Engenharia Química e Biológica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Introdução à Engenharia Química e Biológica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Chemical and Biological Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQB

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

161

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Pedro Miguel Calado Simões (Regente) – TP:56

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

José Paulo Barbosa Mota – TP:56

Teresa Maria Alves Casimiro Ribeiro – TP:56

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

Pretende-se introduzir os estudantes à temática da Engenharia Química e Biológica e da sua relação com a sociedade no geral, oportunidades e responsabilidades de uma carreira em Engenharia Química e Biológica.

Os estudantes devem adquirir competências e capacidades que lhes permitam efectuar balanços de massa e de energia em processos químicos e biológicos.

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

To introduce first year students to the thematic of Chemical and Biological Engineering, their relationship with the society in general, opportunities and responsibilities of a Chemical and Biological Engineer.

The students should acquire competences on establishing and solving mass and energy balances in chemical and biological processes.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução aos cálculos em Engenharia

2. Variáveis de um processo

3. Balanços Materiais a processos não reativos e reativos

4. Balanços de Energia a processos não reativos e reativos

4.4.5. Syllabus:

1. *Introducing to engineering calculations*
2. *Processes and process variables*
3. *Material balances to nonreactive and reactive processes*
4. *Energy balances on nonreactive and reactive processes*

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

Pretende-se que os estudantes assimilem os princípios básicos da Engenharia Química e Engenharia Biológica. Deverão aprender a fazer cálculos com as principais variáveis de processo usando diferentes sistemas de unidades; resolver balanços materiais em sistemas envolvendo várias etapas unitárias com ou sem reação química/biológica; e resolver balanços energéticos para sistemas abertos e fechados, com ou sem reação química/biológica; sendo capazes de resolver problemas de Engenharia Química e Biológica em situações novas.

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

It is intended that the students shall assimilate within this course the basic principles of Chemical and Biological Engineering. Thus, they will learn how to make calculations with the main process variables of chemical processes by using different systems of units; to solve material balances of systems involving several unit operations with or without chemical / biological reaction; to solve energetic balances for open and closed systems, with or without chemical / biological reaction; and being able to solve problems of Chemical and Biological Engineering in new situations.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino baseia-se em aulas teórico-práticas (TP) onde são lecionadas as matérias da UC de acordo com o seu programa e resolvidos exercícios de aplicação dos conceitos introduzidos. Os alunos resolvem os problemas em grupo. Após a resolução do problema, é efetuada uma discussão conjunta na turma dos resultados obtidos e dos métodos de cálculo usados.

Avaliação:

1. *Realização de 2 testes, cada um valendo 40% da nota final.*
2. *Resolução em grupo (no máximo 3 alunos) de um exercício envolvendo balanços materiais e energéticos, fornecido aos alunos na última aula TP do semestre. Valorização para a nota final = 20%.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching comprises lectures with problem-solving classes. The lectures cover all the content indicated in the syllabus with problem-solving cases where the students should solve a series of exercises of application of the concepts introduced before, in group. After solving the problem, the students shall make a joint discussion in the class on the obtained results and the methods used.

Assessment:

1. *Two tests (closed-booked), each one worth 40% of the final grade.*
2. *Group resolution (of maximum 3 students) of an exercise involving material and energy balances, provided to students at the last lecture class of the semester. It accounts for 20% of the final grade.*

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

A aquisição de conhecimentos nas aulas TP é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos alunos. No início do semestre é fornecido uma lista de enunciados de problemas exemplificativos da matéria a ministrar na UC. Cerca de dois terços dos problemas serão resolvidos ao longo do semestre nas aulas. Após uma breve análise dos objetivos de cada problema, os alunos tentam resolver os problemas em grupo. Após a resolução do problema, é efetuada uma discussão conjunta dos resultados obtidos e dos métodos de cálculo usados, sendo os alunos incentivados a pronunciar-se sobre novas situações relacionadas com o problema em causa. Pretende-se que o raciocínio e o sentido crítico dos alunos sejam estimulados com esta abordagem.

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

The knowledge to be acquired by the students in the TP classes is complemented by solving numerical problems which allows testing the students' ability to analyze and solve numerical problems. At the beginning of the course a list of several problems is given to the students. Around two-thirds of the problems will be solved by the students in the classes during the semester. After a brief analysis of the objectives of each problem, the students shall try to solve the problem in a group. After solving the problem, a discussion shall be made on the results obtained and the methods of calculation being used, with the students encouraged to comment on new developments related to the problem in question. It is intended that the reasoning and critical sense of the students are stimulated with this approach.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *R.M. Felder & R.W. Rousseau, "Elementary Principles of Chemical Processes", 2ª ed., New York: John Wiley & Sons, 1986, ISBN 0-471-83797-0*
2. *David M. Himmelblau, "Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering", 3ª ed., Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1974, ISBN 0-13-066472-3 (encadernado)*
3. *Olaf A. Hougen, Kenneth M. Watson, Roland A. Ragatz; F. Magalhães Ilharco, trad., "Princípios dos processos químicos: parte 1: balanços materiais e energéticos", Porto: Livraria Lopes da Silva, 1972, ISBN: (Encadernado)*

Mapa IV - Análise Matemática III C**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Análise Matemática III C***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Mathematical Analysis III C***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***M***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:42; PL:14***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Ana Maria de Sousa Alves de Sá (Regente) - TP:42; PL:14***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Definimos três objetivos principais:*

- 1) Aprendizagem de técnicas fundamentais de resolução de certas equações de primeira ordem (equação linear, equação de variáveis separáveis, equação diferencial exata) assim como de resultados teóricos relevantes (Teorema de Existência e Unicidade de Picard). Conhecimento de algumas aplicações clássicas das equações diferenciais e aptidão a modelar certos problemas através de uma equação diferencial.*
- 2) Aprendizagem de técnicas fundamentais de resolução de certas equações diferenciais de ordem superior à primeira (Método da variação das constantes, Método dos coeficientes indeterminados, Transformada de Laplace, desenvolvimento de soluções em série de potências). Conhecimento de aplicações clássicas das equações diferenciais de segunda ordem.*
- 3) Aprendizagem de noções fundamentais da Análise de Fourier e das suas aplicações à resolução de equações com derivadas parciais.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*We define as main objectives:*

- 1) Learning of basic tools for solving first order differential equations (linear equation, separable equation, exact differential equation) as well as of fundamental theoretical results (Picard's Existence and Uniqueness Theorem). Knowledge of classical applications and acquisition of modelling skills of certain problems using differential equations.*
- 2) Learning of basic tools for solving higher order differential equations (Variation of constants method, Judicious Guessing Method, Laplace Transform, the Power Series methods). Knowledge of classical applications of second order differential equations.*
- 3) Learning of basic Fourier Analysis and its applications to Partial Differential Equations.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Séries numéricas*
- 2. Séries de Potências*
- 3. Equação linear de primeira ordem. Equação de variáveis separáveis. Métodos de substituição. A Equação Diferencial Exata e a técnica do Fator Integrante. Teorema de Existência e Unicidade de Picard.*
- 4. Generalidades sobre equações diferenciais lineares de ordem superior à primeira. A equação homogénea linear de*

segunda ordem com coeficientes constantes. Método da variação das constantes e método dos coeficientes indeterminados para equações lineares de segunda ordem completas. Aplicações.

5. A Transformada de Laplace. Definição. Propriedades. Aplicação à resolução de equações de segunda ordem com coeficientes constantes.

6. Métodos de resolução de equações diferenciais de segunda ordem através de desenvolvimento em série.

7. Noções fundamentais de Análise de Fourier. Aplicação à resolução de equações com derivadas parciais.

4.4.5. Syllabus:

1. Numerical Series.

2. Power Series

3. First-order linear first differential equations. Separable equations. Substitution Methods. Exact differential equations and integrating factors. Picard's Existence and Uniqueness Theorem.

4. General facts about higher order linear differential equations. The second order linear equation with constant coefficients. The method of variation of parameters and the method of judicious guessing applied to non-homogeneous second order linear equations. Applications.

5. The Laplace Transform. Definition. Properties. Using Laplace Transforms to solve second order differential equations with constant coefficients.

6. Series solutions methods for solving second order differential equations.

7. Basic Fourier Analysis and its applications on solving Partial Differential Equations.

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

Escolheram-se alguns métodos clássicos de resolução para alguns tipos de equações diferenciais: equações de 1.^a ordem, de variáveis separáveis, exatas, fator integrante, equações lineares de ordem superior, solução por desenvolvimento em série, sistemas de equações lineares com coeficientes constantes.

São ensinados alguns conceitos básicos da análise qualitativa das EDOs e dos sistemas de EDOs.

Estuda-se o método das transformadas de Laplace na resolução de EDOs.

Escolheram-se alguns exemplos clássicos de equações com derivadas parciais para que o estudante entenda o potencial destas equações na engenharia: equações de Laplace, do calor e das ondas.

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

Some classical methods of resolution were chosen for some classes of differential equations: 1st order ODEs, separable and exact equations, the integrating factor method, higher order linear equations, use of power series to obtain solutions of ODEs, and systems of linear equations with constant coefficients.

Some basic concepts of qualitative analysis of ODE and system of ODEs are taught.

It is intended that the student understand the existence and uniqueness problem.,.

Several exercises are presented in order to show the difference between a linear and a non-linear problem.

The classical method of Laplace Transforms is presented.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas consistem na exposição dos conceitos e resultados. Os resultados são ilustrados com exemplos.

As aulas práticas consistem na discussão e na resolução de exercícios de aplicação dos métodos e resultados apresentados nas aulas teórico-práticas, após estudo autónomo da parte dos alunos.

Os dois métodos de avaliação seguidos são:

Avaliação Contínua: realização de três testes de uma hora e trinta minutos igualmente espaçados no semestre e cuja média aritmética fornece a nota final do aluno. Na data de exame, os alunos que o pretendam podem efetuar a melhoria de um dos testes.

Avaliação por Exame: Realização de um exame de 3 horas composto por três grupos relativos às matérias avaliadas nos três testes da avaliação contínua.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Theoretical-practical classes consist in a theoretical exposition illustrated by application examples.

Practical classes consist in the discussion and resolution of application selected exercises for the methods and results presented in the theoretical-practical classes.

We provide two evaluation methods:

Continuous evaluation: Three tests of one and half hour during the semester whose average provides the final grade.

Evaluation by exam: An exam of three hours composed of three major parts coinciding with the subjects of the three tests.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos são transmitidas nas aulas teórico-práticas, e consolidadas através da explicitação de exemplos e aplicações. Durante as aulas práticas são realizados ocasionalmente exercícios de natureza mais teórica com vista a um aprofundamento da matéria.

As componentes práticas para atingir os objetivos resultam do trabalho desenvolvido nos turnos práticos, fortemente baseado na interação docente/aluno. As fichas de exercícios são feitas ad-hoc para cada sessão prática e definem o nível de dificuldade de testes e exames.

Existem horários de atendimento ao longo da semana e eventualmente horários extraordinários em período de testes para que os alunos possam beneficiar de um apoio particular dos docentes da UC.

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

The theoretical basis required to attain the objectives are transmitted during the theoretical-practical classes. Discussions, examples and counter examples are recurrently used to settle the knowledge. During the problem solving sessions some problems are oriented to a deeper understanding of the theory.

The practical skills are developed during the problem solving sessions, strongly based on the interaction of the students with the teacher. Each problem solving sessions is organized by a sheet of exercises designed for it. They also set the expected level of exercises in tests and exams.

During the week, there is an attending schedule provided by the teachers where students may obtain an individual help.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

ALVES DE SÁ, A.; LOURO, B. - *Sucessões e Séries*, Escolar Editora, 2ª Edição, 2014.

BOYCE, W. E., DIPRIMA, R., - *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems*, 11ª edição, John Wiley and Sons, Inc., 2017.

PENNEY, D., EDWARDS, C. H., - *Elementary Differential Equations with Boundary Value Problems*, 5ª edição, Pearson Education, Inc., 2015.

BRAUN, M. - *Differential Equations and their Applications*, Springer-Verlag.

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

Fenómenos de Transferência I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Transfer Phenomena I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQB

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<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 Margarida Canas Mendes de Almeida Cardoso (Regente) – TP:112

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

<sem resposta>

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- *Compreender os princípios físicos básicos envolvidos no transporte de momento por mecanismo molecular e turbulento em fluidos e no transporte de calor e a sua expressão matemática.*
- *Ser capaz de escrever a equação de balanço de energia e de conservação de massa em sistemas com fluidos em movimento. Ser capaz de determinar variações de energia potencial, cinética, de pressão e perdas de carga por atrito em fluidos. Calcular potências de bombas e escolher o tipo de bomba mais adequado a um determinado transporte de fluido. Utilizar equações empíricas para calcular os coeficientes de transporte de calor. Ser capaz de dimensionar equipamentos de transferência de calor utilizados na indústria química e biológica.*

- Conhecer os principais mecanismos de transporte de momento e calor envolvidos nos vários processos químicos/bioquímicos.

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

At the end of this course, students will have acquired knowledge and skills that allow to:

- Understand the physic principles behind momentum transport by molecular and turbulent mechanisms in flowing fluids and heat transport and its mathematical expression.
- Be able to write the energy balance and the species continuity equations for specific transport problems; to determine changes in potential and kinetic energy, pressure and friction pressure losses in fluids; to choose the most suitable pump type for a particular fluid transport and determine the required pump power; to determine coefficients of heat transport through empirical equations; select and design the most appropriate heat transfer equipment to be used in chemical/biochemical industries
- Know the main moment and heat transport mechanisms involved in chemical and biochemical processes.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Importância dos processos de transporte em sistemas químicos e biológicos. Conceitos básicos de transporte: equilíbrio, forças propulsoras, velocidade de transferência.
2. Transferência molecular de massa, momento e calor: equação geral de transporte, difusividades; fluidos newtonianos e não newtonianos, dependentes e independentes do tempo.
3. Transporte turbulento: experiência de Reynolds. Equação geral, difusividade turbilhonar, análise de razão de mecanismos, números adimensionais, coeficiente de fricção; camadas limite laminar e turbulenta; coeficientes globais de transferência.
4. Transporte de momento em fluidos incompressíveis: equação de Bernoulli, perdas de carga; medição de fluxo e pressão; bombas; bombagem de líquidos; aplicações a fluidos biológicos, pump cavitation.
5. Transporte de calor: condução, convecção, radiação, condensadores, permutadores de calor.

4.4.5. Syllabus:

1. Transport basic concepts: equilibrium and driving forces; Operations in equilibrium stages and rate of transfer
2. Mass, heat, and momentum transport by molecular mechanism: The general molecular transport equation and diffusivities; newtonian fluids, non-newtonian fluids, with time dependent and time independent viscosities
3. Turbulent transport: the Reynolds experiment; the general transport equation and eddy diffusivity; mechanism ratio analysis; dimensionless groups; boundary layers: laminar and turbulent; friction coefficient; global transfer coefficients
4. Momentum transport in incompressible fluids; the Bernoulli equation; pressure drops; fluid and pressure meters; pumps; pumping liquids; pump cavitation
6. Heat transport: conduction; convection; radiation; condensers; heat exchangers; use of insulating materials.

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

A disciplina de Fenómenos de Transferência I é indispensável a qualquer Engenheiro Químico e Biológico. Envolve conhecimentos fundamentais de matemática, ciências e engenharia necessários à prática da engenharia química e biológica e a capacidade de aplicar esse conhecimento para identificar, formular e resolver problemas de engenharia. A primeira parte do programa da disciplina foca-se no transporte de momento e no movimento de fluidos enquanto a segunda parte se foca no transporte de calor. Ao longo do programa serão abordados exemplos que ajudam a ilustrar os princípios chave dos fenómenos de transferência de momento e calor em aplicações da engenharia química e da bioengenharia. Também se espera que esta disciplina contribua para uma educação mais vasta, necessária à compreensão do impacto das soluções de engenharia ao nível global e da sociedade, para uma compreensão da responsabilidade ética e profissional e para a capacidade de aprendizagem ao longo da vida.

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

The Transport Phenomena I course contributes to meet an indispensable professional component of Chemical and Biological Engineers. It involves fundamental knowledge of mathematics, science and engineering needed to practice chemical and biological engineering and the ability to apply this knowledge to identify, formulate and solve engineering problems. The first part of the course will focus on momentum transport and fluid motion. The second part of the course will focus on thermal energy. Throughout both parts of the course, example problems are used extensively to help illustrate key transport principles using chemical engineering and bioengineering applications. It is also expected that the course contributes to a broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global/societal context; an understanding of professional and ethical responsibility and the ability to engage in lifelong learning.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teórico-práticas combinam a apresentação dos conceitos teóricos com recurso à projeção de slides contendo ilustrações esquemáticas dos aspetos importantes relacionados com a matéria com a resolução de exercícios pelos alunos. É incentivada a resolução em grupo. No final de cada aula é demonstrada a resolução de cada problema. Uma aula TP é realizada na instalação piloto.

A avaliação contínua da disciplina é constituída por três testes, individuais e sem consulta, cujas notas contam 25%, 40% e 35% para a nota final, respetivamente. Cada teste é avaliado de 0 a 20 valores. A nota mínima no 2.º teste é de 9 valores. A nota final deverá ser superior ou igual a 9.5 valores para aprovação na disciplina.

Caso o aluno não tenha aprovação na 1.ª componente de avaliação contínua ou optar por não fazer a avaliação contínua terá direito a ir a exame de recurso. É exigida uma classificação mínima de 10 (9.5) valores, na escala de 0 a 20, na nota do exame.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures combine the presentation of the theoretical concepts with the use of slide projection containing schematic illustrations with important aspects related to the subject and the resolution of exercises by the students. Group resolution is encouraged. At the end of each class the problem is solved. One of the lectures takes place at the pilot plant.

The continuous evaluation of the discipline consists of three individual tests without consultation, The tests classification worth 25%, 40% and 35% of the final grade. A minimum score of 9 is required in the second test and of 9.5 in the final grade.

In case the student does not have approval in the first component of continuous evaluation will have right to go to a final examination. A minimum grade of 10 (9.5) values on the scale of 0 to 20 is required in the exam grade.

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

As aulas estão organizadas no formato teórico-prático para permitir aos alunos uma aplicação prática (exercícios sobre a matéria) imediatamente a seguir à exposição da matéria. Pretende-se, assim, tornar mais acessível a compreensão dos vários fenómenos físicos e químicos envolvidos e a sua expressão matemática que se reveste de alguma complexidade. Após a exposição da matéria, os alunos têm a oportunidade de consolidar os conhecimentos e competências adquiridos através da resolução na aula de um conjunto de exercícios selecionados, sendo estimulado o trabalho em grupo. Uma aula é realizada na instalação piloto para que os alunos possam observar e familiarizar-se com vários equipamentos usados na indústria química e biológica.

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

Lectures are organized in theoretical-practical format to allow students a practical application (exercises on the subject) immediately following the exposition of the fundamental concepts. The aim is to make easier the understanding of the various physical and chemical phenomena involved and their complex mathematical expression. After the exposition of the relevant concepts, the students can consolidate the knowledge and skills acquired through the resolution of a set of selected exercises in class. Team work is stimulated. A lesson is held at the pilot facility so that students can observe and become familiar with the equipment used in the chemical and biochemical industry.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- S. Foust, L. A Wenzel, C. W. Clump, L. Maus, L. B. Andersen, "Principles of Unit Operations", John Wiley & Sons, Inc.
- J. M Coulson & J. F. Richardson, "Tecnologia Química", Volume I, Fundação Calouste Gulbenkian .
- R. S. Brodkey and H. C. Hershey, "Transport Phenomena – A Unified Approach", 2nd Ed. McGraw Hill, 1989.
- matéria teórica e enunciados dos exercícios fornecidos pelo docente/ theoretical contents and set of exercises provided by teaching staff.

Mapa IV - Termodinâmica para Engenharia Química e Biológica**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Termodinâmica para Engenharia Química e Biológica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical and Biological Engineering Thermodynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQB

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Susana Filipe Barreiros - TP:56***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***José António da Silva Lopes – TP:56***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Saber:**1 Aplicar a 1.ª e 2.ª leis da termodinâmica;**2 Escala de entropia e o papel da 3.ª lei;**3 Calcular efeito da temperatura (T) e pressão (P) nas funções termodinâmicas e mudanças de fase;**4 Como o potencial químico regula o fluxo de matéria entre fases;**5 Aplicar a regra das fases e a equação de Clapeyron;**6 Saber calcular coeficientes de fugacidade e coeficientes de atividade;**7 Calcular grandezas parciais molares e grandezas de mistura;**8 Aplicar as leis de Raoult e de Henry ao equilíbrio líquido-vapor, e calcular propriedades coligativas;**9 Calcular o impacto de T e P na constante de equilíbrio;**10 Calcular a atividade de eletrólitos e não eletrólitos;**11. Aplicar os princípios da Termodinâmica aos sistemas biológicos, e.g. requisitos energéticos das reações biológicas, desnaturação de proteínas, constantes de equilíbrio de reações enzimáticas, ligação de ligandos e inibidores a proteínas, potencial químico da água em sistemas biológicos.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Know/know how:**1 To calculate 1st and 2nd law quantities;**2 The entropy scale and the role of the 3rd law;**3 To calculate the impact of temperature (T) and pressure (P) on thermodynamic functions and phase changes;**4 The chemical potential governs the flow of matter between phases;**5 To apply the phase rule and the Clapeyron equation;**6 To calculate fugacity coefficients and activity coefficients;**7 To calculate partial molar quantities and mixing quantities;**8 To apply Raoult's and Henry's laws to vapor-liquid equilibrium, and to calculate colligative properties;**9 To calculate the impact of T and P on the equilibrium constant;**10 To calculate the activity of electrolytes and nonelectrolytes;**11 To apply thermodynamic principles to the biochemical sciences, e.g. energy requirements of biological reactions, protein denaturation, equilibrium constants for enzyme catalyzed reactions, binding of inhibitors and ligands to macromolecules, water potential in biological systems.***4.4.5. Conteúdos programáticos:**

Energia interna. Trabalho e calor. 1.ª lei da termodinâmica. Trabalho de expansão. Capacidade calorífica. Termodinâmica do gás perfeito. 2.ª lei da termodinâmica. Ciclo de Carnot. Entropia. Escalas de temperatura. Energias de Helmholtz e de Gibbs. Termoquímica. Escalas de entalpia e de entropia. 3.ª lei da termodinâmica. Equações fundamentais para sistemas fechados. Relações de Maxwell. Equação de Gibbs-Helmholtz. Extensão das equações fundamentais para sistemas abertos ou sistemas fechados com variações de composição. Potencial químico. Equilíbrio de fases. Regra das fases. Equação de Clapeyron. Potencial químico de um gás perfeito e de um gás real. Fugacidade. Soluções. Grandezas parciais molares. Equação de Gibbs-Duhem. Modelo de solução líquida ideal. Propriedades coligativas. Modelo de solução líquida diluída ideal. Soluções não ideais. Atividade e coeficiente de atividade. Funções de excesso. Equilíbrios líquido-líquido e sólido-líquido. Equilíbrio reacional. Teoria de Debye-Hückel para eletrólitos.

4.4.5. Syllabus:

Internal energy. Work and heat. The first law of thermodynamics. P-V work. Heat capacity. Perfect gases and the first law. The second law of thermodynamics. The Carnot cycle. Entropy. Temperature scales. Helmholtz and Gibbs energies. Thermochemistry. Standard enthalpy and entropy. The third law of thermodynamics. Fundamental equations for a closed system in equilibrium. The Maxwell relations. The Gibbs-Helmholtz equation. Extension of the Gibbs equations to processes involving exchange of matter with the surroundings or irreversible composition changes. The chemical potential. One component phase equilibrium. The phase rule. The Clapeyron equation. Chemical potential of ideal and real gases. Fugacity. Solutions. Partial molar quantities. The Gibbs-Duhem equation. Ideal solutions. Colligative properties. Ideally dilute solutions. Nonideal solutions. Activity and activity coefficient. Excess functions. Liquid-liquid and solid-liquid equilibrium. Reaction equilibrium. Debye-Hückel theory of electrolyte solutions.

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*Objectivo (#) e tópicos requeridos para o atingir:**1 - Energia interna até Entropia;**2 - Escalas de temperatura até 3.ª lei da termodinâmica;**3 - Equações fundamentais para sistemas fechados até Equação de Gibbs-Helmholtz;**4 - Extensão das equações fundamentais para sistemas abertos ou sistemas fechados com variações de composição, Potencial químico;**5 - Equilíbrio de fases até Equação de Clapeyron;*

- 6 (coeficientes de fugacidade) - Potencial químico de um gás perfeito e de um gás real, Fugacidade;
- 7 – Soluções até Equação de Gibbs-Duhem;
- 8 - Modelo de solução líquida ideal até Modelo de solução líquida diluída ideal;
- 6 (coeficientes de fugacidade) Soluções não ideais até Funções de excesso;
- 9 - Equilíbrio reacional;
- 10 - Teoria de Debye-Hückel para eletrólitos.
- 11 – Aplicações acompanhando os capítulos relevantes.

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

Objective (#) and topics required to reach that objective:

- 1 – Internal energy through to Entropy;
- 2 – Temperature scales through to The third law of thermodynamics;
- 3 – Fundamental equations for a closed system in equilibrium through to The Gibbs-Helmholtz equation;
- 4 – Extension of the Gibbs equations to processes involving exchange of matter with the surroundings or irreversible composition changes, The chemical potential;
- 5 – One-component phase equilibrium through to The Clapeyron equation;
- 6 (fugacity coefficients) – Chemical potential of ideal and real gases, Fugacity;
- 7 – Solutions through to The Gibbs-Duhem equation;
- 8 – Ideal solutions through to Ideally dilute solutions;
- 6 (activity coefficients) – Nonideal solutions through to Excess functions;
- 9 – Reaction equilibrium;
- 10 – Debye-Hückel theory of electrolyte solutions.
- 11 – Applications exploited as relevant topics are covered.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Totalidade das aulas combinando apresentação dos conceitos teóricos com resolução de problemas. O trabalho em grupo é estimulado na resolução de problemas. Avaliação: 5 testes ao longo do semestre, de 1.5 h cada. Destes, só 4 são obrigatórios, cada um valendo 25 % da classificação final. Para passarem, os alunos têm que ter uma classificação ≥ 9.5 valores. Nenhum aluno é impedido de realizar exame final. Os alunos que já frequentaram a unidade curricular podem realizar apenas exame final. O site Moodle da unidade curricular inclui problemas resolvidos cobrindo toda a matéria, enunciados de testes e exames de anos anteriores e ano corrente e respetivas resoluções.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

All sessions combine the presentation of fundamental concepts with problem solving. Teamwork is encouraged in problem solving. Evaluation: 5 one-and-a-half hour tests throughout the semester. Only 4 of these 5 tests are mandatory, each one accounting for 25 % of the final grade. All students are allowed to take the final exam. Students who have attended a previous edition of the course may choose to take the final exam only. The site of the course in Moodle includes problems solved covering all the course topics, as well as tests and exams of previous and current course editions with detailed solutions.

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

O formato de aulas teórico-práticas pretende ajudar a ultrapassar a dificuldade levantada pelo formalismo matemático da matéria (mantido o mais simples possível). A unidade curricular só tem este tipo de aulas, pelo que os 5 testes, distribuídos pelas 14 semanas de aulas, representam uma solicitação forte aos alunos que se julga contribuir para que acompanhem a matéria de forma mais regular. O facto de os alunos poderem realizar 5 testes mas só 4 deles contarem para avaliação permite aos alunos gerirem o seu percurso e fazerem-no com uma margem de segurança, o que remove alguma tensão. São resolvidos nas aulas cerca de 60 problemas, com assistência do docente, sendo estimulado o trabalho em grupo.

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

The format of the course is meant to help students overcome difficulties arising from the load of mathematics (kept as simple as possible). The course has only this type of classes and thus the 5 tests, distributed over the 14 weeks of the semester, are believed to make students pay attention to the course on a regular basis and follow the course more closely. The fact that students can take 5 tests but only 4 of these are considered for evaluation allows students to manage how they meet the course requirements and do it with a safety margin that alleviates tension. About 60 problems are solved in class, with the help of the instructor. Team work is stimulated.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1. *Physical Chemistry*, I. Levine, 6.^a ed., McGraw-Hill, 2009.
- 2. *Termodinâmica Aplicada*, E. Gomes de Azevedo, 4.^a ed., Escolar Editora, 2018.
- 3. *Physical Chemistry for the Biological Sciences*, 2.^a ed., G.G. Hammes, S. Hammes-Schiffer, Wiley, 2015.
- 4. *Principles and Problems in Physical Chemistry for Biochemists*, 3.^a ed., N.C. Price, R. A. Dwek, M. Wormald, R.G. Ratcliffe, Oxford University Press, 2001.
- 5. *Physical Chemistry for the Life Sciences*, 2.^a ed., P. Atkins, J. de Paula, WH Freeman and Company, 2011.

Mapa IV - Biologia Molecular e Celular

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biologia Molecular e Celular**4.4.1.1. Title of curricular unit:***Molecular and Cellular Biology***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***B***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:21; TP:28; O:4,5***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Luís Jaime Gomes Ferreira da Silva Mota - T:21; TP:28; O:4,5***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 central desta unidade curricular é proporcionar os conceitos fundamentais necessários para uma compreensão do funcionamento das células vivas. Espera-se que após a sua conclusão os alunos sejam capazes de: identificar semelhanças e diferenças entre os diferentes tipos de células; saber como ocorre a replicação, a reparação e a recombinação do DNA; descrever como o RNA e as proteínas são sintetizados(as) e de como estes processos podem ser regulados; identificar os diferentes organelos de células eucarióticas e descrever as suas funções; perceber a função das membranas celulares; entender como as proteínas e os lípidos são direcionadas para os diversos compartimentos de células eucarióticas; comparar a estrutura e a função dos constituintes do citoesqueleto das células eucarióticas; saber conceitos fundamentais subjacentes ao ciclo celular em células eucarióticas; analisar resultados experimentais relacionados com os temas da unidade curricular.

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

The main objective of this curricular unit is to provide the fundamental concepts required for an understanding of the functioning of living cells. It is expected that upon its completion, the students will be able to: identify similarities and differences between the different types of cells; understand how DNA replication, repair and recombination occurs; describe how RNA and proteins are synthesized and how the underlying processes can be controlled; identify the different organelles in eukaryotic cells and describe their functions; understand the function of cellular membranes; know how proteins and lipids are sorted into the different compartments of eukaryotic cells; compare the structure and function of the components of the eukaryotic cytoskeleton; know the main concepts underlying the cell division cycle in eukaryotic cells; analyze results of experiments related with the themes of this curricular unit.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Organização e função das células vivas. Células eucariontes e procariontes. Replicação, reparação e recombinação do DNA. Transcrição e tradução: síntese de RNA e de proteínas. Regulação da expressão genética. Composição e função de membranas celulares. Função de organelos e descrição de processos celulares em eucariontes: núcleo; mitocôndrias e cloroplastos; peroxissomas; retículo endoplasmático; Golgi; endossomas e lisossomas. O transporte intracelular de proteínas e de lípidos: transporte nucleocitoplasmático, transmembranar e vesicular. Citoesqueleto e motores moleculares. Ciclo de divisão celular em células eucarióticas. Mitose e meiose.

4.4.5. Syllabus:

Organization and function of living cells. Eukaryotic and prokaryotic cells. DNA replication, repair, and recombination. Transcription and translation: RNA and protein synthesis. Control of gene expression. Composition and function of

cellular membranes. Function of cell organelles and essential cell processes in eukaryotes: nucleus; mitochondria and chloroplasts; peroxisomes; endoplasmic reticulum; Golgi; lysosomes and endosomes. Intracellular transport of proteins and lipids: nuclear, transmembrane and vesicular transport. Cytoskeleton and molecular motors. Eukaryotic cell division cycle. Mitosis and meiosis.

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

Inicialmente, apresentam-se as diferenças e semelhanças entre células eucariontes e procariontes e a grande diversidade de células. De seguida, apresentam-se as moléculas, processos e estruturas celulares, que estão subjacentes à função de todas as células, tais como a replicação, reparação e recombinação do DNA, a transcrição e a tradução, e a estrutura e função das membranas. Este conhecimento base vai permitir a assimilação da apresentação sistemática de diferentes organelos e respetivos processos celulares. As apresentações serão baseadas em experiências fundamentais que levaram ao atual estado do conhecimento. Desta forma, cobrem-se os objetivos específicos apresentados e também o objetivo geral de proporcionar uma visão global do funcionamento das células vivas.

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

Firstly, the similarities and differences between eukaryotic and prokaryotic cells and the wide diversity of cells will be presented. Next, the molecules, the processes and the structures that are involved in the functioning of every cell will be presented, such as DNA replication, repair, and recombination, transcription and translation, and function of membranes. This will serve as the basis to allow the complete understanding of the presentation of the different organelles and corresponding cellular processes. All presentations will be based in key experiments that led to our current knowledge. Therefore, this will cover the indicated specific and general objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular está organizada em aulas teóricas e aulas teórico-práticas. As aulas teóricas terão como base livros de texto gerais de Biologia Molecular e Celular e serão lecionadas por "data-show". Nas aulas teórico-práticas os alunos serão ajudados na resolução de problemas criados com base em dados experimentais. A avaliação dos objetivos de aprendizagem será feita continuamente através de 3 testes ao longo do semestre e de avaliação sumativa nas aulas teórico-práticas. Também haverá avaliação de Frequência às aulas teórico-práticas. Os alunos que não obtenham aprovação na avaliação por testes, mas que tenham tido Frequência, serão admitidos a Exame de recurso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit is organized in lectures and problem-solving sessions. The theoretical part (the lectures) will be based on general Molecular Cell Biology textbooks and will be presented as data-show. In the problem-solving sessions the students will be helped in analyzing and solving problems, which will be created largely based on experimental data sets. The evaluation of the learning outcomes will be continuous, by 3 tests throughout the semester and by evaluation of the performance in the problem-solving sessions. Presence in the problem-solving sessions is mandatory for the students to be accepted at the final Exam. Students who did not obtain approval through the evaluation by written tests will be accepted at the final Exam provided they attended a minimal number of problem-solving sessions.

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

Nas aulas teóricas (expositivas) os alunos receberão a informação essencial para desenvolverem um conhecimento global de diferentes conceitos fundamentais do funcionamento de células eucariontes e procariontes. Nestas aulas, será fomentada a interação o que ajudará à aquisição das matérias lecionadas. Nas aulas teórico-práticas serão apresentados problemas sobre questões experimentais específicas, o que também estimulará a discussão com os alunos. Isto ajudará na capacidade de interpretar resultados experimentais relacionados com Biologia Molecular e Celular. A avaliação dos conhecimentos, aptidões e competências adquiridos nas aulas teóricas e teórico-práticas será feita em provas escritas (testes ou Exame). A Frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

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

During the lectures, the students will receive all the information to acquire a general knowledge of various fundamental concepts to understand the functioning of living cells. In these theoretical classes, the interactivity and discussion will be promoted and encouraged, which will help the assimilation of the new concepts. In the problem-solving sessions, problems about experimental issues will be presented and solved, and overall discussion will be achieved naturally. This will help the students to analyze experimental data sets related with Molecular Cell Biology. The evaluation of the knowledge, skills and competences acquired in the lectures and in the problem-solving sessions will be through written tests (or by a final Exam). The need to attend a minimal number of problem-solving sessions to be accepted at the final Exam intends to ensure that the students follow the different subjects.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Molecular Biology of the Cell; Bruce Alberts, Alexander Johnson, Alexander Johnson, David Morgan, Martin Raff, Keith Roberts, Peter Walter; 6th edition (2015). Garland Science, Taylor & Francis Group, New York.
Essential Cell Biology, Bruce Alberts, Karen Hopkin, Alexander Johnson, David Morgan, Martin Raff, Keith Roberts, Peter Walter, 5th Edition, 2019, W. W. Norton & Company, New York and London.
Biologia Celular e Molecular; C. Azevedo, C. E.; 5th Edition (2012). Lidel, Porto.
Slides from the lectures and list of problems from the problem-solving sessions (provided by the lecturer).*

Mapa IV - Métodos Analíticos**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Métodos Analíticos***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Analytical Methods***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***Q***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; TP:17; PL:21***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Maria Madalena Alves Campos de Sousa Dionísio Andrade - T:12; TP:32; PL:48***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***César António Tonicha Laia - T:8; TP:24; PL:12**Marco Diogo Richter Gomes da Silva - T:8; TP:12; PL:24***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

- 1 – adquirir conhecimento no tratamento de dados e análise de erros;*
- 2 – desenvolver competências de cálculo de concentrações complexos;*
- 3 – compreender os princípios de funcionamento da instrumentação em espectroscopia, eletroquímica e cromatografia (conhecimento a adquirir);*
- 4 - decidir sobre adequabilidade do método analítico em resposta a um problema (conhecimento a adquirir/competência de decisão a ser desenvolvida);*
- 5 - operar autonomamente com a instrumentação (aptidão técnica em instrumentação científica a adquirir);*
- 6 –trabalhar em equipa e apresentar um resultado científico (competências a desenvolver);*
- 7 - identificar um problema analítico, desenhar o procedimento experimental para o resolver, conduzir o ensaio experimental, tratar e analisar resultados, interpretar e reportar o resultado (competências a desenvolver de planeamento, organização, tomada de decisão, redação, sistematização, e conhecimentos a adquirir de tratamento de dados com utilização de folhas de cálculo).*

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

- 1 –Understanding the fundamentals and working principles of the analytical instrumentation in the areas of spectroscopy, electrochemistry and separation science (knowledge to be acquired);*
- 2 – to decide the suitability of a specific analytical method to answer to a specific problem (knowledge to be acquired and decision competences to be developed);*
- 3 - at a laboratorial level the student should be able to operate in an autonomous manner the different instrumentation; so the course will provide practical and technical skills in scientific instrumentation;*
- 4 – be able to work as a team and to present a scientific result (competences to be developed);*
- 5 –identify the analytical problem, design the experimental procedure, to conduct the experiment, to analyze with criteria the experimental data, to interpret and build report (competences to be developed in planning, organizing, decision making, reporting, systematization, and knowledge to be acquired in data treatment with worksheets).*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Introdução aos métodos instrumentais de análise-Classificação dos métodos de análise e características de desempenho.*

Tratamento estatístico de resultados incluindo Propagação de erros.

Métodos de amostragem, padronização e calibração.

Equilíbrio Químico em sistemas complexos: aplicação em análises quantitativas de complexometria e precipitação; (multi)equilíbrio em sistemas complexos.

Introdução aos métodos espectroscópicos: Absorção e emissão atômica. Espectroscopia Molecular UV-Vis. Aspectos quantitativos. Fluorescência. Espectroscopia vibracional: Infravermelho e Raman.

Introdução aos métodos eletroanalíticos: a célula eletroquímica; equação de Nernst; força iónica e atividade.

Potenciometria. Eletrogravimetria e coulometria. Voltametria. Corrosão e controlo de corrosão.

Introdução aos métodos cromatográficos. Cromatografia gasosa (GC) e Líquida (LC) . (HPLC) e hifenação com espectrometria de massa de GC (GC/MS) e (LC/MS). Caso de estudo: controlo de qualidade de um produto.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to the instrumental methods of analysis—Classification of Methods of Analysis. Performance characteristics.

Statistical treatment of data including Uncertainty Propagation rules.

Chemical equilibrium in complex systems: application in quantitative analysis of complexometry and precipitation; (multi) equilibrium problems in complex systems.

Introduction to spectroscopic techniques. Atomic and Molecular Absorption. Uv-Vis. Quantitative aspects of the molecular absorption UV-Vis. Emission spectroscopy: Fluorescence and Phosphorescence. Vibrational Spectroscopy: Infrared and Raman.

Introduction to electroanalytical methods: the electrochemical cell; Nernst equation, ionic strength and activity.

Potentiometry. Voltammetry. Corrosion and corrosion control.

Introduction to Chromatography. Gas (GC) and Liquid (LC) Chromatography. High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Hyphenated techniques and mass spectroscopy (MS): GC-MS, LC-MS .

Case study: Quality control of a product.

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

Métodos de cálculo de química das soluções de complexidade crescente (2 aulas T e 1TP). Familiarização com instrumentação de análise, fundamentos nas T e aplicação nas PL. Análise de amostras complexas por espectroscopia (1 sessãoPL), eletroquímica (1 sessãoPL), cromatografia (1 sessãoPL); caso de estudo com recurso 1 ou + técnica (2 sessõesPL). Tratamento de dados nas TP, com recurso a excel, aplicando teste de rejeição, propagação de erros para estimar incerteza, apresentação de resultado com n.º de algarismos significativos correto, simulação de erro num espectrofotómetro de rotina, desvio à lei de Beer (indicador e agregação em solução). Tratamento estatístico em espectroscopia e cromatografia com construção de curva de calibração (regressão linear); regressão não linear na relação entre potencial e atividade. Caso de estudo proporcionará visão transversal; relatório com apresentação e discussão desenvolverá planeamento, organização, tratamento dados, redação, trabalho em equipa e oralidade.

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

To revisit concepts of chemistry of solutions and methods of calculating concentration of increasing complexity (2 classes T and 1TP). Familiarization with instrumentation of analysis, fundamentals and applications in PL. Analysis of complex samples by spectroscopy (1 sessionPL), electrochemistry (1 sessionPL), chromatography (1 sessionPL); case study with resource 1 or + technique (2 sessionsPL).

Data processing in TP, using excel, rejection test, propagation of errors to estimate uncertainty, presentation of results with number of corrected figures, error test in the routine spectrophotometer, Beer law's shift (indicator and aggregation in solution). Statistical treatment in spectroscopy and chromatography with the construction of a calibration curve (linear reg); reg. non-linear relationship between potential and activity.

Case study will provide a transversal view; report with presentation and discussion: planning, organization, data processing, writing, teamwork and orality.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Por semana existe uma sessão de 2 horas de aulas teóricas estimulando a pesquisa e o desenvolvimento posterior pelo estudante individualmente ou em grupo. As aulas teórico-práticas e laboratoriais, de 3h cada, alternam, de forma que o estudante terá ~4h de contato presencial semanal com a UC ao longo do semestre (em 14 semanas terá 10 sessões prática/teórico-prática sendo as restantes para trabalho individual e em equipa). Nas aulas laboratoriais, de natureza hands-on será fomentada a aprendizagem baseada em projeto (ver ponto seguinte) A avaliação é composta por três componentes: parte teórica avaliada em dois testes (50%), média de questionários de 4 sessões de laboratório (15%) e classificação no caso de estudo após apresentação e discussão oral (35%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

There is a 2-hour session of theoretical lessons per week stimulating further research and development by the student individually or in a group. The theoretical-practical classes and laboratories, of 3h each, alternate, so that the student will have ~4h of face-to-face contact weekly with the UC during the semester (in 14 weeks will have 10 sessions practice / theoretical-practical being the rest for work individual and team). In laboratory classes, hands-on nature, will be fostered a project-based learning (see next point). The evaluation consists of three components: theoretical part evaluated in two tests (50%), average of questionnaires of 4 laboratory sessions (15%) and classification in the case study after oral presentation and discussion (35%).

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

Pretende-se que o estudante ganhe familiaridade com as diferentes técnicas e instrumentação, pelo que, por exemplo em eletroquímica, toda a montagem de elétrodos, ligações elétricas, é feita pelo próprio estudante; desenvolvendo ainda competências na preparação de amostras. Para além deste tipo de método “hands-on”, pretende-se uma aquisição de conhecimentos baseada em projeto. Assim é dado peso adicional na avaliação ao caso de estudo que integra várias técnicas, sendo realizado ao longo de 2 sessões (6h), proporcionando o desenvolvimento de competências em trabalho de equipa, planeamento, organização, utilização autónoma de instrumentação, seleção criteriosa de dados e respetivo tratamento, elaboração de relatório, oralidade e argumentação. Os restantes trabalhos práticos, cobrindo as técnicas experimentais abordadas na UC, são avaliados por questionários. As aulas teórico-práticas decorrem em salas equipadas com computadores com recurso à ferramenta excel, realizando tratamento linear e não-linear de dados, e utilizando os suplementos “análise de dados” para cálculo de incerteza e “solucionador” para otimização dos parâmetros a estimar (p.ex em potenciometria), proporcionando as aptidões desejadas em tratamento de dados no geral e em problemas de química analítica em particular.

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

It is intended that the student get familiar with the different techniques and instrumentation, so that, for example in electrochemistry, the whole assembly of electrodes, electrical connections, is made by the student himself; also sample preparation skills are developed. In addition to this type of hands-on method, it is intended a project-based learning. Thus, to the case study, which integrates several techniques, is given an additional weight in the evaluation, being carried out over 2 sessions (6h), providing the development of skills in teamwork, planning, organization, autonomous use of instrumentation, selection of data and its treatment, reporting, orality and argumentation. The remaining practical works, covering the experimental techniques addressed in the course, are evaluated by questionnaires. Theoretical-practical classes take place in computer equipped classrooms using the Excel tool with linear and non-linear data processing; the supplements of “data analysis” to calculate uncertainty and “solver” to optimize the parameters to be estimated (e.g. in potentiometry) are also used, providing the desirable skills in data treatment in general and in analytical chemistry in particular.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livro (principal) aconselhado:

D. Harris, Quantitative Chemical Analysis, 7nd ed. W. H. Freeman and Company, New York, ISBN: 0-7167-7041-5, Disponível em http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ_experimentos/analitica_qualitativa/material%203.pdf

Livro alternative: D.A. Skoog, D. West, F.J. Holler, S.R. Crouch (2000). Analytical Chemistry. An Introduction, 7th edition, Thomson Learning.

Slides da UC

Main reference

D. Harris, Quantitative Chemical Analysis, 7nd ed. W. H. Freeman and Company, New York, ISBN: 0-7167-7041-5, Available in: http://www2.fc.unesp.br/lvq/LVQ_experimentos/analitica_qualitativa/material%203.pdf

Alternative references: D.A. Skoog, D. West, F.J. Holler, S.R. Crouch (2000). Analytical Chemistry. An Introduction, 7th edition, Thomson Learning.

Slides of the course

Mapa IV - Química Física A

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Física A

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physical Chemistry A

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; PL:16

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Ana Isabel Nobre Martins Aguiar de Oliveira Ricardo – TP:42; PL:16***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

1. Conhecer a teoria Cinética dos Gases e a relação entre temperatura e energia cinética molecular.
2. Identificar elementos e operações de simetria em moléculas.
3. Aplicar a simetria molecular à hibridação de orbitais e ao estudo das vibrações numa molécula.
4. Interpretar e prever um espetro rotacional, vibracional, vibracional-rotacional, de Raman, eletrónico.
5. Calcular tensão superficial e excesso superficial num líquido.
6. Saber aplicar isotérmicas de adsorção de Langmuir, BET e outras, e calcular áreas específicas de sólidos.
7. Determinar leis de velocidade, constantes de velocidade e sua dependência da temperatura.
8. Listar métodos para obter um mecanismo plausível e/ou lei de velocidade com base em informação cinética.
9. Aplicar a hipótese de estado estacionário para obter equações cinéticas.
10. Compreender os princípios da dinâmica molecular. Relacionar dinâmica molecular e teoria do estado de transição. Interpretar qualitativamente superfícies de energia potencial.

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

1. Identify the Gas Kinetic theory and the relationship between temperature and molecular kinetic energy.
2. Identify elements and symmetry operations in molecules.
3. Apply molecular symmetry to orbital hybridization and study of vibrations in a molecule.
4. Interpret and predict a rotational spectrum, a vibrational spectrum, a vibrational-rotational spectrum, a Raman spectrum and an electronic spectrum.
5. Calculate surface tension and surface excess in a liquid.
6. To know how to apply Langmuir, BET and other adsorption isotherms, and calculate specific areas of solids.
7. Determine velocity laws, velocity constants and their temperature dependence.
8. List methods for obtaining a plausible mechanism and / or law of velocity based on kinetic information.
9. Apply the steady state hypothesis to obtain kinetic equations.
10. Understand the principles of molecular dynamics. Relate molecular dynamics and transition state theory. Qualitatively interpret surfaces of potential energy.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1) Espectroscopia Molecular
Equação de valores próprios. Aproximação de Huckel do Método de CLOA. Determinante Secular.
Aplicação da simetria molecular à hibridação de orbitais, ao estudo das vibrações moleculares, às transições eletrónicas.
- 2) Aplicações de Espectroscopia Molecular: Rotacional, Vibracional, Raman, Eletrónica.
- 3) Química Física de Superfícies
Tensão superficial. Excesso superficial. Isotérmicas de adsorção. Adsorção física e química.
- 4) Cinética química
Leis de velocidade de reação. Dependência com a temperatura. Aproximação de estado estacionário. Reações em cadeia. Reações de polimerização.
- 5) Dinâmica molecular e catálise
Teoria das colisões. Teoria do complexo ativado. Dinâmica das colisões moleculares. Catálise.

4.4.5. Syllabus:

- 1) Molecular Spectroscopy
Equation of eigenvalues. Huckel approximation of the CLOA method. Secular determinant.
Application of molecular symmetry to orbital hybridization, the study of molecular vibrations, electronic transitions.
- 2) Molecular Spectroscopy Applications: Rotational, Vibrational, Raman, Electronics.
- 3) Physical Surface Chemistry
Superficial tension. Superficial excess. Adsorption isotherms. Physical and chemical adsorption.
- 4) Chemical kinetics
Laws of reaction speed. Dependence on temperature. Steady state approximation. Chain reactions. Polymerization reactions.
- 5) Molecular dynamics and catalysis
Collision theory. Activated complex theory. Dynamics of molecular collisions. Catalysis.

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

O programa está em coerência com os objetivos da unidade curricular, abordando os seguintes temas de Química Física: Espectroscopia Molecular e aplicação da Simetria Molecular à Espectroscopia, Química Física de Superfícies nas interfaces sólido-gás e líquido-gás, Cinética Química em reações simples e mecanismos reacionais complexos e Dinâmica Reacional, mostrando algumas teorias mais importantes.

Nas aulas teórico-práticas são resolvidos exercícios de aplicação que demonstram os conceitos lecionados. Nas aulas práticas estudam-se experimentalmente os conceitos desenvolvidos no programa. Nestas aulas, os alunos podem optar por desenvolver um mini projeto de investigação, em substituição de alguns trabalhos laboratoriais pré-definidos. A realização de um relatório, sua apresentação e discussão, preparam o aluno para as técnicas de comunicação.

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

The syllabus is consistent with the objectives of the course unit, addressing the following subjects of Physical Chemistry: Molecular Spectroscopy and application of Molecular Symmetry to Spectroscopy, Surface Physical Chemistry at solid-gas and liquid-gas interfaces, Chemical Kinetics in simple reactions and complex reaction mechanisms and Reaction Dynamics, showing some more important theories.

In problem-solving classes, exercises that demonstrate the concepts taught are applied.

In practical classes the concepts developed in the program are studied experimentally. In these classes, students may choose to develop a mini research project, replacing some pre-defined laboratory work. Making a report, presenting it, and discussing it prepares the student for communication skills.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas presenciais incluem aulas teórico-práticas (TP, 42h) e práticas (PL, 16h laboratoriais) que ligam a sala de aula, o laboratório e o mundo real. Os fundamentos são explicados nas aulas TP e desenvolvidos nas aulas PL. Os laboratórios podem seguir duas metodologias: (I) 4 trabalhos entregando mini-relatório com os cálculos e um relatório completo à escolha; (II) o aluno realiza 2 sessões labs e realizará um mini-projecto de investigação sobre o qual fará um relatório completo. É disponibilizada numa página Moodle, a informação relativa ao funcionamento da UC (ficheiros (pdf) das aulas lecionadas, problemas, exames tipo. A nota teórica é dada pela média dos 2 testes ou nota do exame final. A nota teórica mínima é de 9,5. A nota final é dada por: (I) - 0,70 nota teórica + 0,30 nota prática (nota do Relatório completo e discussão); ou (II) - 0,50 nota teórica + 0,50 nota prática (dada pela nota do Relatório completo do trabalho de mini-projeto e discussão).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course is organized into lectures including problem-solving sessions (TP, 42h) and lab sessions (P, 16h).

Fundamentals are explained during the lectures, using data show and challenging the students to solve and think about new problems. The Lab sessions, can be achieved by following one of two methods: (I) 4 Lab sessions delivering mini-report with calculations and a full report to the choice, (II) the student carries 2 Lab sessions and will conduct a mini-research project and make a full report. It is provided access to a page – Moodle - containing all course material and related information. Theory mark: average of 2 mid-term tests or final exam. Minimum theory mark: 9,5 val. Final mark: (I) 0,70 theory mark + 0,30 lab mark (Grade of report and discussion); (II) 0,50 theory mark + 0,50 lab mark (Grade of report and discussion). (All the lab sessions are compulsive).

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

O desenvolvimento dos tópicos incluídos são feitos nas aulas TP com exercícios que permitem a consolidação da aprendizagem, fornecendo fundamentos matemáticos e físicos para estes assuntos e preparação para a resolução de estudos de caso aplicados. Os trabalhos laboratoriais permitem o contato direto com as técnicas laboratoriais utilizadas para a medição das isotérmicas de adsorção de zeólitos, de medida de ângulos de contato e tensão superficial, a investigação de leis de velocidade, incluindo catálise homogénea ou heterogénea. Os alunos aplicam os conhecimentos adquiridos para a solução de problemas em situações novas, desenvolvem a capacidade de realizar trabalho experimental, de tomar decisões e interpretar os dados. O estímulo dado para desenvolver mini-projetos de investigação permite ao aluno adquirir um conhecimento profundo sobre um tema que é relevante para a unidade curricular com interesse científico e/ou industrial e desenvolve competências de auto-aprendizagem.

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

The presentation and development of topics included are made in TP classes with exercises that allow the consolidation of what is learnt, concurrently providing mathematical and physical foundations for these subjects and preparation for solving applied case studies. The practical lab demonstrations allow direct contact with laboratory techniques used for the measurement of adsorption isotherms of zeolites, of contact angles and surface tension, the investigation of rate laws including homogeneous or heterogeneous catalyzed reactions. The students apply knowledge acquired to the solution of problems in new situations, develop the capacity to undertake experimental work and learn how to make decisions and interpret data. The opportunity given to develop research projects incentives the student to acquire a deep knowledge on a topic that is relevant to the course unit of current and future scientific and/or industrial interest and develops self-learning competences.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*"Physical Chemistry", Peter Atkins, Julio de Paula, and James Keeler, 11th edition, 2018, Oxford University Press.
"Chemical Kinetics and Dynamics", J.I. Steinfeld, J.S. Francisco, W.L. Hase, 1999, Prentice Hall*

Mapa IV - Introdução às Probabilidades Estatística e Investigação Operacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução às Probabilidades Estatística e Investigação Operacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:*Introduction to Probability, Statistics and Operations Research***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***M***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:42; PL:28***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Filipe José Gonçalves Pereira Marques - TP:42; PL:28***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Probabilidades e Estatística*

- (i) Compreender conceitos fundamentais da Teoria das Probabilidades e da Inferência Estatística Paramétrica;*
- (ii) Apreender técnicas de descrição e interpretação de fenómenos aleatórios e de estimação paramétrica;*
- (iii) Aperfeiçoar capacidade de interpretação de modelos estocásticos e estatísticos;*
- (iv) Desenvolver a capacidade de formular modelos estatísticos paramétricos;*
- (v) Saber aplicar os diferentes conceitos e técnicas estudadas usando um software (por exemplo o Software R)*

Investigação Operacional

- (i) Compreender os conceitos fundamentais de Programação Linear, Programação Linear Inteira, Gestão de Projetos e Teoria da Decisão;*
- (ii) Aprender técnicas de resolução de problemas de otimização;*
- (iii) Aperfeiçoar a capacidade de elaboração de algoritmos;*
- (iv) Desenvolver a capacidade de formular problemas.*

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

- (i) Comprehension of the main concepts from Probability Theory and Parametric Statistical Inference; (ii) Development of skills for technical description of random events and parametric estimation;*
- (iii) Improvement of skills to analyse stochastic and statistical models;*
- (iv) Development of skills for statistical model formulation;*
- (v) Know how to apply the different concepts and techniques studied using a software (e.g. R software)*

Operations Research

- (i) Comprehension of the main concepts from Linear Programming, Integer Linear Programming, Project Management and Decision Theory;*
- (ii) Development of skills for technical resolution of optimization problems;*
- (iii) Improving algorithm designing skills;*
- (iv) Improving modelling skills.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Probabilidades e Estatística*

- 1. Conceitos básicos da teoria das probabilidades*
- 2. Variáveis aleatórias discretas e contínuas*
- 3. Distribuições amostrais e Teorema do Limite Central*

4. *Estimação pontual e intervalar*
5. *Testes de hipóteses*
6. *Regressão linear simples*

Investigação Operacional

1. *Programação Linear (formulação de problemas; métodos de resolução)*
2. *Programação Linear Inteira (formulação de problemas; métodos de resolução)*
3. *Gestão de Projetos (método do caminho crítico; técnica PERT; gestão de recursos; redução da duração de um projeto)*
4. *Teoria da Decisão (tomada de decisão em situação de incerteza e risco; decisões sequenciais).*

4.4.5. Syllabus:

Probability and Statistics

1. *Basic concepts of probability theory*
2. *Discrete and continuous random variables*
3. *Sample Distributions and Central Limit Theorem*
4. *Point and interval estimation*
5. *Hypothesis tests*
6. *Simple linear regression*

Operations Research

1. *Linear Programming (formulation of problems; solution techniques)*
2. *Integer Linear Programming (formulation of problems; solution techniques)*
3. *Project Management (critical path method, PERT, resource levelling; reduction of the project duration)*
4. *Decision Theory (decisions under risk and under uncertainty; decision trees).*

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

Probabilidades e Estatística

Nos capítulos 1-3, apresentam-se novos conceitos motivados através de exemplos e possíveis aplicações.

Nos capítulos 4-6, são exploradas diferentes técnicas de inferência estatísticas.

Investigação Operacional

Nos capítulos 1-2 apresentam-se os conceitos necessários para que o aluno aprenda a formular problemas de Programação Linear e Programação Linear Inteira e a resolver esses problemas de otimização através de algoritmos.

No capítulo 3 apresentam-se os conceitos fundamentais na área de Gestão de Projetos. Apresentam-se formulações para alguns destes problemas assim como algoritmos clássicos para a sua resolução.

No capítulo 4 apresentam-se os conceitos básicos de Teoria da Decisão. São estudados critérios para a tomada de decisão em situação de incerteza e risco.

Em ambos os módulos, os novos conceitos serão motivados através de exemplos, aplicações e problemas, resolvidos, se possível, recorrendo a software (por ex, o Microsoft Excel ou software R).

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

Probability and Statistics

In Chapters 1-3, new concepts are presented and motivated through examples and possible applications.

In chapters 4-6, different statistical inferential techniques are explored.

Operations Research

In Chapters 1-2, new concepts of Linear Programming and Integer Linear Programming are presented in order to teach to the student how to formulate and how to solve this kind of problems using algorithms.

In Chapter 3 the most important concepts of Project Management are presented. The students will learn formulations and classical algorithms for this type of problems.

Chapter 4 is devoted to decision theory where the basic concepts and criteria for making decision under risk and under uncertainty are studied.

In both modules, the new concepts are motivated through examples, applications and problems, solved, if possible, with a software (e.g. Microsoft Excel or software R).

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas funcionam num regime teórico e prático (TP) ou apenas prático (P)

Nas aulas TP, expõem-se os conceitos teóricos e efetuam-se algumas demonstrações, ilustrando em simultâneo a sua aplicação por meio de exemplos e exercícios.

Nas aulas P, os diferentes conceitos serão explorados essencialmente com o auxílio de um software (por exemplo, o software R e o Microsoft Excel)

Os alunos dispõem de textos de apoio sobre toda a matéria incluindo exercícios e problemas de aplicação.

Parte substancial do estudo é feito em autonomia do aluno, com auxílio dos apontamentos e de outros suportes bibliográficos, e com o apoio dos docentes para esclarecimento de dúvidas em horários pré-estabelecidos.

Avaliação Global

A avaliação consiste na realização de dois testes, um em cada módulo de ensino. O aluno obtém aprovação se a média dos dois testes for superior ou igual a 9.5.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Classes operate in a theoretical and practical (TP) regime or in a practical (P) regime.

In TP classes, the theoretical concepts are exposed, and some demonstrations are made, while illustrating their application through examples and exercises.

In classes P, the different concepts are explored essentially with the use of a software (e.g. R and Microsoft Excel) Students have supporting texts on all topics including exercises and applied problems.

A substantial part of the study is done on student autonomy, with the help of notes and other bibliographic supports, and with the support of academic staff to clarify doubts at pre-established schedules.

Final evaluation

The evaluation is made through two tests, one in each teaching module. The student is approved if the average of both tests is greater than or equal to 9.5.

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

O regime de aulas teórico e práticas (TP) permite a exposição simultânea dos conceitos teóricos e de problemas e aplicações.

O regime de aulas práticas (PL) suporta a exploração dos conceitos através do uso de um software (por exemplo, o software R, no módulo de Probabilidades e Estatística e o Microsoft Excel no módulo de Investigação Operacional).

Os conteúdos têm apoio consistente com os textos de apoio e exercícios disponibilizados.

As sessões de esclarecimentos de dúvidas suportam o trabalho individual do aluno.

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

The theoretical and practical class regime (TP) allows the simultaneous exposition of theoretical concepts and of problems and applications.

The practical classes (PL) scheme supports the exploration of concepts through the use of a software (e.g. R software in the module of Statistics and Probability and the Microsoft Excel in the module of Operations Research).

The contents have consistent support with the available support texts and exercises.

The clarification sessions support the student's individual work.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Mood, A. M., Graybill, F. A. e Boes, D. C. (1974). *Introduction to the Theory of Statistics*, 3.^a ed. McGraw-Hill, New York
2. Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2007). *Applied statistics and probability for engineers*. Hoboken, NJ: Wiley.
3. Murteira, B., Ribeiro, C. S., Silva, J. A. e Pimenta, C., (2002). *Introdução à Estatística*, McGraw Hill
4. Pedrosa, A. (2004). *Introdução Computacional à Probabilidade e Estatística*. Porto Editora
5. Robalo, A. (1994). *Estatística Exercícios*. Vol I e II. Edições Sílabo
6. Winston, W. (2003) *Operations Research: Applications and Algorithms*, Duxbury Press; 4th Edition
7. Cerdeira, J.O. (2013) *Texto de Apoio à unidade curricular: Introdução às Probabilidades e Estatística e Investigação Operacional*.

Mapa IV - Fenómenos de Transferência II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Fenómenos de Transferência II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Transfer Phenomena II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQB

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:56

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<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):

Isabel Maria Rôla Coelho - TP:56

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

João Paulo Serejo Goulão Crespo - TP:56

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

Compreensão dos fundamentos de transferência de massa por difusão e por convecção.

Formulação matemática de problemas de transferência de massa para diferentes geometrias em regime estacionário e em regime transiente. Determinação de coeficientes de difusão e de coeficientes de transferência de massa. Noção de resistência à transferência de massa entre fases com e sem reação química homogénea. São adquiridas competências para a resolução de problemas de transferência de massa, desenvolvimento de capacidades de integração de conhecimentos e é estimulado o trabalho em grupo.

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

Understanding of mass transfer fundamentals by diffusion and convection. Mathematical formulation of mass transfer problems for different geometries at steady-state and transient regime. Evaluation of diffusion coefficients and mass transfer coefficients. Mass transfer resistance between phases with and without homogeneous chemical reaction. Competencies for solving problems with mass transfer and knowledge integration are acquired. Team work is stimulated.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Definições de concentrações, velocidades e fluxos. Lei de Fick. Coeficiente de difusão. Estimativa de coeficientes de difusão.*
- 2. Equações diferenciais de transferência de massa. Difusão molecular unidirecional. Estado estacionário: difusão através de um filme estagnado, Contradifusão equimolecular.*
- 3. Difusão com reação química heterogénea. Estado quasi-estacionário*
- 4. Estado transiente. Soluções analíticas da 2.ª Lei de Fick.*
- 5. Transferência de massa por convecção. Coeficientes de transferência de massa.*
- 6. Transferência de massa entre fases. Equilíbrio gás-líquido. Modelo de resistências em série. Coeficientes globais e individuais.*
- 7. Transferência de massa com reação homogénea de 1.ª e de 2.ª ordem.*

4.4.5. Syllabus:

- 1. Definitions of concentrations, velocity and flux; Fick's first law. Diffusion coefficients; Methods for estimating diffusion coefficients. Diffusion of ionic species. Multicomponent diffusion.*
- 2. Differential equations of mass transfer. Steady state molecular diffusion; Diffusion through a stagnant film; Equimolar counterdiffusion;*
- 3. Diffusion with heterogeneous chemical reaction. Pseudo steady state diffusion.*
- 4. Unsteady state molecular diffusion. Analytical solutions of Fick's second law.*
- 5. Convective mass transfer; Dimensional Analysis; Concentration boundary layer; Models and analogies of Reynolds and Chilton-Colburn; Empirical correlations.*
- 6. Interphase mass transfer; Equilibrium gas-liquid and liquid-liquid; Two-resistance theory; Overall and individual mass transfer coefficients.*
- 7. Diffusion with homogeneous chemical reaction; Hatta number; First and second order reactions.*

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

O programa lecionado permite que os estudantes consigam identificar e descrever matematicamente os mecanismos de transferência de massa; estabelecer balanços mássicos em regime estacionário e transiente em diversas geometrias; conhecer a metodologia de cálculo dos coeficientes de transferência de massa. Os problemas propostos visam a aplicação dos conhecimentos à transferência de massa em processos químicos e processos biológicos.

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

The syllabus proposed will allow the students to identify and mathematically describe the mechanisms of mass transfer; establish mass balances in steady state and in transient conditions with different geometries; know the methodology for calculating the mass transfer coefficients. The problems proposed will allow to apply the knowledge to mass transfer in chemical and biological processes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino baseia-se em aulas teórico-práticas onde são lecionadas as matérias da UC de acordo com o seu programa e, resolvidos exercícios de aplicação dos conceitos introduzidos.

A avaliação contínua da disciplina é realizada através de 2 testes, valendo cada um 40% da nota final. Haverá ainda a resolução de 2 problemas na aula em grupo que contam 20% para a nota final (10% cada). Caso o aluno não tenha aprovação na avaliação contínua ou opte por não a fazer, terá direito a um exame de recurso. Nesse caso, a nota do teste será substituída pela parte correspondente do exame. É exigida uma classificação mínima de 10 (9,5) valores, na escala de 0 a 20 para aprovação na disciplina.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*The teaching comprises lectures and solving problems sessions which cover all the contents according to the syllabus. Example problems are solved to illustrate the given concept
Each student is evaluated individually, through two mini tests or a final exam plus the resolution of 2 problems in group, 80% and 20% of the final grade. Tests and exam are written and individual. They are evaluated in a scale of 0 to 20 values with a minimum of 10 (9.5) for approval.*

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

A aquisição de conhecimentos é feita através da lecionação de aulas teóricas e complementada pela resolução de problemas exemplificativos da matéria dada na própria aula. Pretende-se igualmente testar a capacidade de análise e de resolução dos alunos pelo que são também incentivados a resolver os problemas por si, seguindo estratégias de resolução que envolvem a definição do problema, planificação da resolução e análise crítica dos resultados.

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

The knowledge acquired in the theoretical classes is supplemented by solving illustrative problems. It is also encouraged the students' ability to analyze and solve problems individually following strategies which involve the problem definition, planning and resolution and critical analysis of the results.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Cussler, E.L., " Diffusion: mass transfer in fluid systems", 3rd ed., Cambridge University Press, UK, 2009.

Bird, R.B.; Stewart, W.E.; Lightfoot, E. N. Transport Phenomena. 2nd ed. J Wiley & Sons, 2007.

Welty, J.R.; Wicks, C.E.; Wilson, R.E.; Rorrer G.L. Fundamentals of momentum, heat and mass transfer. 5th ed. John Wiley & Sons, Inc, N.Y., 2010.

Mapa IV - Física II Q

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física II Q

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physics II Q

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; PL:28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva - T:28; PL:28

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

<sem resposta>

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

No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências em:

processos físicos que ocorrem em sistemas eletromagnéticos estáticos;

*processos físicos que ocorrem em sistemas eletromagnéticos variáveis no tempo;
circuitos elétricos compostos por fontes de alimentação, resistências elétricas e condensadores.*

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

At the end of this course the student should have acquired knowledge, skills and competencies in:

*physical processes that occur in static electromagnetic systems;
physical processes that occur in time varying electromagnetic systems;
circuits composed by power supplies, electrical resistors and capacitors.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

*Carga Elétrica
Campos elétricos
Potencial elétrico
Lei de Gauss
Capacitância
Corrente e resistência
Circuitos
A eletroestática na água*

*Campos magnéticos
Campos magnéticos devidos a correntes*

4.4.5. Syllabus:

*Electric charge
Electric field
Gauss law
Electric potential
Capacitance
Current and resistance
Circuits
Electrostatics in water*

*Magnetic fields
Magnetic fields due to currents*

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

Na primeira parte do semestre são apresentados os conceitos fundamentais necessários para descrever sistemas físicos em que existem cargas elétricas, dando ênfase aos conceitos de campo e potencial elétricos. São também introduzidas as definições e convenções necessárias ao estudo dos sistemas elétricos. Seguidamente, os conceitos introduzidos são utilizados no estudo de circuitos elétricos simples constituídos por fontes de alimentação, resistências e condensadores.

Na segunda parte do semestre é discutido o fenómeno do magnetismo, e são apresentados os conceitos fundamentais necessários para o estudo de campos magnéticos estáticos.

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

In the first part of the semester the fundamental concepts necessary to describe physical systems in which electric charges exist are presented, emphasizing the concepts of electric field and electrostatic potential. The definitions and conventions necessary for the study of electrical systems are also introduced. Next, the concepts introduced are used in the study of simple electrical circuits consisting of power supplies, resistors and capacitors.

In the second part of the semester the phenomenon of magnetism is discussed, and the fundamental concepts necessary for the study of static magnetic fields are presented.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular está dividida numa componente teórica (T) e numa parte prática (Laboratório). As aulas T são dedicadas à apresentação dos conceitos, à análise teórica dos sistemas electromagnéticos estudados e à resolução de problemas e são ministradas em sessões de 1h. As aulas laboratoriais consistem em 5 sessões de duas horas nas quais são realizados trabalhos práticos dedicados a verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas T. Servem também para introduzir os estudantes ao manuseamento de aparelhos de medida comuns (osciloscópio e multímetro).

A avaliação tem 3 componentes:

- laboratório (25% da nota final) é avaliado a partir do desempenho do aluno e dos relatórios sucintos entregues no fim da aula

- componente de avaliação contínua (25% da nota final) consiste em 4 mini-testes realizados ao longo do semestre

- componente teórica é avaliada com um teste ou com exame final.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course unit is divided into a theoretical component (T) and a practical part (Laboratory). T classes are dedicated to the presentation of concepts, to the theoretical analysis of the electromagnetic systems studied and to problem solving and are taught in 1 hour sessions. Laboratory classes consist of 5 two-hour sessions in which practical work is carried out dedicated to verifying phenomena and physical processes described in T classes. They also serve to introduce students to the handling of common measuring devices (oscilloscope and multimeter).

The evaluation has 3 components:

- laboratory (25% of the final grade) is evaluated based on the student's performance and the brief reports delivered at the end of the class

- continuous evaluation component (25% of the final grade) consists of 4 mini-tests carried out throughout the semester

- theoretical component is assessed with a test or a final exam.

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

Os conceitos teóricos necessários para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidos nas aulas T. A aquisição destes conhecimentos é sedimentada graças à análise de experiências e demonstrações realizadas nas aulas T e à resolução de exercícios.

O acompanhamento dos alunos nesta parte é verificado por meio dos 4 mini-testes realizados ao longo do semestre. O horário de atendimento permite aos alunos esclarecer individualmente dúvidas que podem aparecer.

As componentes práticas seguem, na medida do possível, a parte teórica dando assim uma visão prática dos conceitos e dos exercícios resolvidos.

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

The theoretical concepts necessary to achieve the learning objectives are developed in classes. The acquisition of this knowledge is consolidated thanks to the analysis of experiences and demonstrations carried out in T classes and the resolution of exercises.

The monitoring of students in this part is accomplished through the 4 mini-tests carried out throughout the semester. The office hours allow students to individually clarify doubts that may arise.

The practical components follow, as far as possible, the theoretical part thus giving a practical view of the concepts and exercises solved.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Apontamentos fornecidos pelo professor

Livro "Física, um curso universitário", vol. III - Electromagnetismo, Hugh Young e Roger Freedman, Pearson Ed.

Handouts supplied by the instructor.

University Physics, by Hugh Young and Roger Freedman, Pearson Ed.

Mapa IV - Introdução à Genética Molecular

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Genética Molecular

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Molecular Genetics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

B

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:*T:21; TP:16; PL:12; OT:4.5***4.4.1.6. ECTS:**

6

4.4.1.7. Observações:**4.4.1.7. Observations:**

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista - T:21; TP:16; PL:12; OT:4.5***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*Os estudantes deverão compreender os fundamentos dos mecanismos principais de organização de genomas e da expressão génica. Integrar os conhecimentos na compreensão da regulação da expressão. Análise crítica de processos de regulação.**Conhecimento de técnicas de manipulação e estudo de DNA e RNA. Prática e compreensão dos passos fundamentais da manipulação de ácidos nucleicos.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Students should understand the basis of the main mechanisms involved in genome organization and in gene expression. Integrate the acquired knowledge toward understanding of gene expression regulation. Critical analysis of the processes of regulation.**Knowledge of techniques for manipulation and characterization of DNA/RNA. Practical experience and understanding of the main steps of nucleic acid manipulation and characterization.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***TEÓRICAS**Cromossomas e organização genética. Organização e evolução dos genomas (Organização de Genes – eucarionte vs. procarionte)**Princípios da regulação da expressão de genes de acordo com organismo: RNA, síntese e processamento do mRNA (splicing e edição); Bases de epigenética. Regulação pós-transcricional e tradução.**Genome editing – fundamentos e tecnologias.**PRÁTICAS E TEÓRICO-PRÁTICAS: Purificação de DNA & RNA total; PCR.***4.4.5. Syllabus:***Chromosomes and genetic organization. Genome organization and evolution (Genes - eukaryotes vs. prokaryotes)**Principles of regulation of gene expression according to organism: RNA, mRNA synthesis and processing (splicing and editing); Bases of epigenetics. Post-transcriptional regulation and translation.**Genome editing - fundamentals and tools.**P & TP: DNA & RNA purification; PCR.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Cada ponto dos objetivos e dos resultados de aprendizagem são endereçados por um ou mais pontos do programa de forma integrada. Programa e conteúdos elencados de acordo com os programas de UC afins (integração de conhecimentos e competências) e fortemente apoiados na estrutura da bibliografia.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Each objective and learning outcome addressed by one or more of the program in an integrated way. The program and content are organized taking into account the remaining UC within the study cycle (knowledge and skill integration), which are supported by the bibliography structure.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

Aulas Teóricas expositivas recorrendo a ppt

Trabalho laboratorial

TP para exercícios e apresentações

Avaliação teórica por teste, avaliação TP por discussão, avaliação prática por relatórios/dicussão.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures using ppt

Laboratory work

TP for exercises and presentations

Theoretical evaluation by test, TP evaluation by discussion, practical evaluation by reports / dicussion.

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

Objetivos atingidos pela exposição TP e pela incorporação dos conteúdos nas aulas práticas laboratoriais.

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

Objectives and learning outcomes targeted by lectures and via incorporation into skills in lab sessions.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. DARNELL, J.E: et al – Molecular Cell Biology, Fifth Edition, Sci. Amer. Books, W.H. Freeman and Co., N.Y., 2003

2. DARNELL, J.E: et al – Molecular Cell Biology, Fourth Edition, Sci. Amer. Books, W.H. Freeman and Co., N.Y., 1999

3. VIDEIRA, A. - Engenharia Genética, Princípios e Aplicações, Lidel, 2001

4. LEWIN, B. – GENES VII, Oxford Uni. Press, USA, 2000 (ou edições posteriores - VIII, IX);

5- Arraiano, CM; et al - O Mundo do RNA, Lidel, Lisboa, Portugal, 2007

Mapa IV - Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Sociedade, Sustentabilidade e Transformação Digital

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Society, Sustainability and Digital Transformation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CHS

4.4.1.3. Duração:

Trimestral / Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

José Luís Câmara Leme - TP:42

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

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

Objetivos: levar os alunos a questionarem-se sobre as relações entre ciência, tecnologia, em particular tecnologia digital, ambiente e sociedade e suas implicações para um futuro sustentável e crescentemente informatizado.

Aquisição de conhecimentos: compreender a estrutura da tecnociência e sua relação com os contextos económico,

político, social e cultural; compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade; compreender a natureza sistémica, holística e transdisciplinar das questões de sustentabilidade; compreender os princípios e resultados do processo de transformação digital.

Aquisição de competências: perspetivar o relacionamento entre ciência, tecnologia e sociedade e suas interações com o ambiente e sustentabilidade; desenvolver o sentido de ética e responsabilidade social e ambiental; relacionar a prática profissional com uma cidadania crítica e consciente; compreender o processo de transformação digital e as suas implicações.

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

Objectives: to lead students to ask themselves about the relationship between science, technology, in particular digital technology, environment and society, and its implications for a sustainable and increasingly computerized future.

Specific capabilities:

(i) knowledge acquisition: understanding the structure of technoscience and its relationship with the economic, political, social and cultural contexts; master the interrelationships between science, technology and society; understand the principles and results of the digital transformation process.

(ii) acquisition of skills: to envision the relationship between science, technology and society and their interactions with the environment and sustainability; develop the sense of ethics and social and environmental responsibility; relate professional practice to the practice of critical and conscious citizenship; understand the digital transformation process and its social and individual implications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Módulo Sociedade:

1. Globalização e Desafios Climáticos
2. Mobilidade e Justiça
3. Cibersegurança
4. Melhoramento Humano/ Human Enhancement

Módulo Sustentabilidade:

Visões de futuro e caminhos de sustentabilidade - limites do crescimento e implicações dos padrões de produção e consumo; crescimento verde e decrescimento sustentável. Pensamento sistémico para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) partindo das forças motrizes e analisando as implicações ambientais, sociais e económicas.

Módulo Transformação Digital:

Abordar a forma como as tecnologias digitais transformam o mundo atual e investigar sobre o futuro digital, incluindo aspetos sociais. Serão considerados exemplos no trabalho, aprendizagem, lazer e organização social.

4.4.5. Syllabus:

Society Module

1. Globalization and Climate Challenges
2. Mobility and Justice
3. Cybersecurity
4. Human Enhancement

Sustainability:

Sustainability visions and pathways Limits to growth limits and Spaceship Earth; implications of production and consumption patterns, green growth and sustainable degrowth proposals.

Systems Thinking for the SDGs, starting from the driving forces and analyzing its environmental, social and economic implications.

Digital Transformation Module

Address how digital technologies transform the current world and research the digital future, including social aspects. Examples of work, learning, leisure and social organization will be considered.

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

Tendo em conta que os objetivos da disciplina são levar os alunos a interrogarem-se sobre a natureza e a extensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade no mundo atual, estimulando a sua reflexão crítica no contexto da sua futura experiência profissional e de cidadania, escolheu-se um conjunto de tópicos considerados críticos para esta reflexão. Estes tópicos são abordados a partir da contemporaneidade, mas densificados com uma perspetiva histórica que dê aos alunos uma visão diacrónica e dinâmica das relações entre ciência tecnologia e sociedade. Os tópicos foram escolhidos tendo em conta a sua pertinência atual e a vontade de cobrir um leque de áreas diversificado, mas passível de serem estabelecidas pontes e diálogos entre os vários temas. As experiências individuais dos alunos são valorizadas e o debate é encorajado.

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

Given that this course aims at unveiling the nature and extent of the relationship between science, technology and society, thus stimulating students to engage in a critical reflection about their future professional practice and citizenship, we chose a set of topics we deem critical to this discussion. These topics are approached from a

contemporary perspective but include a historical perspective that allows students a diachronic and dynamic perspective of the relations between science, technology and society. The topics are chosen taking into account their relevance, the need for covering a diversified range of areas, and the possibility to establish bridges and dialogues between the various themes. The individual experience of the students is valued and the debate is encouraged.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC está organizada em três Módulos. Para toda a UC os grupos são constituídos por 5 ou 6 alunos.

Sociedade

Este módulo é constituído por 4 temas. Os alunos fazem apenas um tema. A pesquisa realizada pelo grupo será apresentada sob a forma de um Pecha Kucha. Horas de contacto: 21h.

Sustentabilidade

Exercício de modelação participada sobre os ODS em que os alunos desenvolvem um diagrama causal recolhendo informação em estudo autónomo para substanciar o modelo e discutir medidas. Avaliação: apresentação dos trabalhos utilizando o diagrama causal como suporte da narrativa. Horas de contacto: 12h.

Transformação Digital

A avaliação deste módulo será feita através da apresentação de um poster por grupo, em sessão pública. Cada poster deve incluir um exercício de sistematização de uma tecnologia digital, da transformação que provoca e do impacto futuro, de acordo com os temas indicados. Horas de contacto: 12h.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The curricular unit is organized into three Modules. For the whole curricular unit the groups consist of 5 or 6 students.

Society

This module consists of four themes. Students assist only one themes. The research conducted by the group is presented in the form of a Pecha Kucha. Contact hours: 21h

Sustainability

Building a vision of a sustainable future. Participatory modeling exercise on SDGs in which students develop a causal loop diagram and collect information in autonomous study to substantiate the model and discuss measures. Evaluation: presentation of the works using the causal loop diagram to support the narrative. Contact hours: 12h

Digital transformation

The evaluation of this module will be done through the presentation of one poster per group, in a public session. Each poster must include an exercise in systematizing digital technology, the transformation it causes and the future impact, according to the suggested themes. Contact hours: 12h.

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

As metodologias de ensino visam sensibilizar os alunos para os tópicos da disciplina através de uma estratégia de envolvimento dos alunos na compreensão ativa dos vários temas, usando elementos que lhes sejam familiares, nomeadamente filmes, documentários e peças de literatura. Uma vez estabilizados estes elementos, que permitem aos alunos o manuseamento de um conjunto de conceitos básicos, introduzem-se elementos novos que, assim, são acomodados no quadro já sedimentado. Finalmente, toda a estratégia de ensino visa estimular a análise crítica das relações contemporâneas entre ciência, tecnologia, sociedade, transformação digital e sustentabilidade no sentido de estimular a responsabilidade social e ética dos futuros cientistas e engenheiros.

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

The teaching method aims at involving students in the topics of the course promoting an active understanding of the various topics, by using familiar knowledge to them in particular movies, documentaries and books. Once these elements are stabilized, thus allowing students to handle a set of basic concepts, we introduce new elements that should be accommodated in the framework already settled. Finally, the whole teaching strategy aims to stimulate critical analysis of the relationship between science, technology, society, digital transformation, and sustainability and the development of a social and ethical consciousness among these scientists and engineers to be.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Peter Singer, One world - the ethics of globalization; New Haven & London: Yale University Press, 2002.
Manjikian, Mary. Cybersecurity Ethics: an Introduction, Routledge, 2016
Julian Savulescu e Nick Bostrom, Human Enhancement, Oxford University Press, 2009
Mimi Sheller, Mobility Justice. The Politics of Movement in an Age of Extremes. London; Brooklyn, NY: Verso, 2018
Meadows, D. H., Thinking in systems: A Primer. Earthscan. 2008.
Robert, Costanza, and Kubiszewski Ida, eds. Creating a sustainable and desirable future: Insights from 45 global thought leaders. World Scientific, 2014.
Aligning the Organization for Its Digital Future, Gerald C. Kane, Doug Palmer, Anh Nguyen Phillips, David Kiron, and Natasha Buckley, MIT Sloan Management Review, July 26, 2016
Achieving Digital Maturity, Gerald C. Kane, Doug Palmer, Anh Nguyen Phillips, David Kiron, Natasha Buckley, October 01, 2017, MIT Sloan Management Review
Artigos/Research Papers (ACM DL and other sources).*

Mapa IV - Ciência dos Materiais A**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Ciência dos Materiais A***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Materials Science A***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CMT***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:56; OT:6***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***João Pedro Botelho Veiga – TP:56; OT:6***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 pretende proporcionar os conhecimentos básicos de ciência e engenharia dos materiais, no que se refere à sua estrutura, propriedades, processos de obtenção, ensaio, aplicação e comportamento.**Pretende alcançar a compreensão do processamento, natureza e propriedades das diversas classes de materiais, despertando nos alunos o pensamento crítico sobre como os materiais podem ser selecionados e projetados para aplicações finais, levando em consideração os principais desafios e questões de sustentabilidade.**Nesta Unidade Curricular pretende-se ainda que o aluno adquira um conhecimento horizontal sobre materiais poliméricos, envolvendo a aprendizagem nas seguintes áreas: i) Aquisição de conhecimentos sobre aspetos fundamentais do comportamento químico e físico de polímeros; ii) Caracterização dos materiais poliméricos e a sua relação com a estrutura e morfologia; iii) Breve introdução a mecanismos de polimerização.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The Curricular unit intends to provide the basic knowledge of materials science and engineering, regarding its structure, properties, processes of obtention, testing, application and behavior.**It intends to achieve the understanding of the processing, nature and properties of the various classes of materials, stimulating in the students critical thinking about how the materials can be selected and designed for applications, taking into consideration the main challenges and sustainability issues.**In this UC, students will acquire a horizontal knowledge on polymeric materials, particularly in the following areas: i) Knowledge about fundamental aspects of chemical and physical behavior of polymers; ii) Characterization of the polymeric materials and their relationship to the structure and morphology; iii) Brief introduction to polymerization mechanisms.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Estrutura cristalina. Defeitos estruturais. Ensaio mecânicos de materiais: ensaio de tração, de dureza e de resistência ao impacto. Caracterização estrutural de materiais. Difusão. Diagramas de equilíbrio. Materiais metálicos. Tratamentos térmicos. Endurecimento por precipitação. Ligas com memória de forma. Materiais Cerâmicos: estrutura, propriedades térmicas, mecânicas e elétricas. Supercondutores. Materiais semicondutores. Vidros. Materiais compósitos. Seleção de materiais (programa CES, Ashby).*

Materiais poliméricos: termoplásticos, termoendurecíveis e elastômeros; características e aplicações; estudo do comportamento de polímeros em solução: análise termodinâmica e fatores que afetam a solubilidade; determinação de massas moleculares e da sua distribuição; comportamento térmico: Temperaturas características e relação com a morfologia; comportamento mecânico e reológico de materiais poliméricos.

4.4.5. Syllabus:

Crystalline structure. Structural defects. Mechanical testing of Materials: tensile, hardness and impact strength testing. Structural characterization of materials. Diffusion. Phase diagrams. Metallic materials. Thermal treatments.

Precipitation hardening. Memory shape alloys. Ceramic materials: structure, thermal, mechanical and electrical properties. Superconductors. Semiconductor materials. Glasses. Composite materials. Selection of materials (program CES, Ashby).

Polymeric materials: thermoplastics, thermosets and elastomers; characteristics and applications; Study of polymers' behaviour in solution; definition of average molar masses and their distributions; thermal behaviour of polymeric materials: specific transition temperatures and correlation with morphology; mechanical and rheological behaviour of polymeric materials.

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

Os materiais são omnipresentes e são um pilar para o desenvolvimento de novas tecnologias. Hoje em dia surgem novos desafios ao explorar as suas propriedades para as mais diversas aplicações sendo necessária a compreensão das diferentes classes de materiais em engenharia, propriedades-chave e suas principais áreas de aplicação.

A sequência de tópicos na disciplina está prevista para pôr em evidência:

- 1.º) a importância em geral da estrutura sobre as propriedades dos materiais,*
- 2.º) o papel das singularidades estruturais das diferentes classes de materiais sobre as suas propriedades,*
- 3.º) uma análise de problemas de seleção de materiais e de funcionamento em serviço através de casos-estudo.*

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

Materials are omnipresent and are a pillar for the development of new technologies. Nowadays new challenges emerge when exploring their properties for the most diverse applications, and it is necessary to understand the different classes of materials in engineering, key properties and their main areas of application.

The sequence of the lectured topics is intended to put in evidence:

- 1st) the relevance of the structure on understanding the properties of materials,*
- 2nd) the role of the structural singularities of the different classes of materials on their properties,*
- 3rd) problems related to materials selection and in service behavior of materials through the analysis of case-studies.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os conceitos base sobre estrutura e propriedades das diferentes classes de materiais são apresentados nas aulas teórico-práticas de modo a poderem ir sendo tratados através de exemplos. Estes conceitos são depois consolidados através de trabalhos práticos laboratoriais onde o aluno complementa com exercícios adicionais e realiza trabalhos versando a caracterização estrutural de materiais e a determinação de propriedades mecânicas.

Avaliação:

- 1. Realização de 2 testes ou exame final valendo 60% da nota final.*
 - 2. Realização de trabalhos práticos, incluindo a elaboração do respetivo relatório. Avaliação em grupo de 4 alunos. Valorização para a nota final da parte prática = 50%*
 - 3. Resolução e análise de problemas e casos práticos em aula TP. Valorização para a nota final da parte prática = 50%*
- A parte prática tem um peso de 40% na nota final da UC.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

he base concepts on the structure and properties of the different classes of materials are presented in the theoretical-practical classes so that they can be treated through examples. These concepts are then consolidated through practical and laboratory works where the students complement with additional exercises and perform practical sessions on the structural characterization of materials and determination of mechanical properties.

Assessment:

- 1. Two (closed-booked) or final exam, accounting for 60% of the final grade.*
 - 2. Laboratory team work (groups of 4 students), including respective reports. It accounts for 50% of the practical part's grade.*
 - 3. Resolution and analysis of exercises and case-studies in class. It accounts for 50% of the practical part's grade.*
- The practical part contributes with 40% to the overall grade.*

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

A aquisição de conhecimentos por via da lecionação teórica-prática é avaliada em contexto de grupo e a título individual (nos testes/exame) e a classificação final atribuída individualmente. De modo a privilegiar a atitude de estudante ativo os estudantes serão expostos inicialmente aos tópicos através de apresentações PowerPoint seguindo-se a resolução de problemas. Avalia-se também a capacidade de o aluno se exprimir oralmente e por escrito. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da UC. Os alunos realizam dois tipos de trabalho em grupo: i) trabalhos práticos laboratoriais relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo a elaboração de um relatório com uma análise crítica dos resultados obtidos; ii) resolução de problemas e/ou análise de casos de estudo, permitindo testar a autonomia e capacidade comunicativa dos estudantes.

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

The knowledge to be acquired in the theoretical classes is completely assessed individually (through tests/exam) and in group work. The student's final grade is given individually. In order to focus on the active student attitude, students will initially be exposed to topics through PowerPoint presentations following the resolution of problems and the realization of practical work in group. The ability of the students to express themselves orally or in writing will be also evaluated.

The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform two types of team work: i) they have to carry out in lab sessions a series of practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with discussion of results ii) resolution of exercises and/or case study analysis, will allow to test the autonomy and communication skills of the students.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais. W. F. Smith (tradução de M. Emília Rosa, M. A. Fortes, L. Guerra-Rosa, M. Fátia Vaz). McGraw-Hill de Portugal, Lisboa.

Ciência e Engenharia de Materiais - Uma Introdução. W.D. Callister, D.G. Rethwisch, 8.ª Edição (tradução de S.M.S. Soares), Rio de Janeiro, 2013.

Fundamentals of Materials Science and Engineering. An Integrated Approach, de William Callister Jr, John Wiley & Sons, New York, 2005.

J.M.G. Cowie, V. Arrighi, Polymers: Chemistry & Physics of Modern Materials, CRC Press, 3rd Ed., 2007

F. Rodriguez, Principles of Polymer Systems, McGraw-Hill, 3.ª Ed., 1983

P. C. Painter & M. M. Coleman. Essentials of Polymer Science and Engineering, DEStech Publications, Inc. 2009.

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

Engenharia da Bioreação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Bioreaction Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQB

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:24; PL:4

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria Ascensão Carvalho Fernandes de Miranda Reis – T:28

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

Maria Filomena Andrade de Freitas - TP:24

Joana Costa Fradinho - PL:2

Cristiana Andreia Vieira Torres - PL:2

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

Esta UC proporciona uma formação de base na disciplina de Engenharia Biológica. Pretende em particular proporcionar conhecimentos e competências na análise da operação e projeto de Biorreatores. Assim, os alunos adquirem conhecimentos e competências num conjunto de tópicos que são centrais em Engenharia Biológica:

- Estequiometria, Energia e Cinética de reações biológicas
- Transferência de massa e energia e respetivos balanços materiais
- Análise da operação e projeto

Esta UC pretende promover competências de autonomia e desenvolvimento de novos métodos e paradigmas que potenciem a inovação.

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

This curricular unit provides basic training in the discipline of Biochemical Engineering. It provides knowledge, competencies and skills in the analysis and design of Bioreactors. As such, the students are trained in a number of topics that are central to Biochemical Engineering:

- Stoichiometry, energy and kinetics of biochemical reactions:
- Mass and energy transfer and conservation laws
- Operation analysis and design

This curricular unit promotes self-learning and entrepreneurship inducing competencies to make novel discoveries, develop new methods, and establish new paradigms.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I- Análise e Operação de Biorreatores

- * Cálculo de parâmetros cinéticos e estequiométricos
- * Reator descontinuo, contínuo com agitação, semicontínuo, e de fluxo pistão

II- Transferência de Massa

- * Princípios de transferência de massa gás-líquido
- * Balanços de massa
- * Tipos de biorreatores arejados
- * "hold up" e área interfacial
- * Coeficiente de transferência de massa gás-líquido

III- Transferência de Calor

- * Esterilização de meios de crescimento
- * Balanços de energia e determinação de coeficientes de transferência de calor
- * Esterilizadores contínuos e descontínuos

IV- Aplicações Industriais de Bioprocessos

- * Produção de antibióticos, fermentação alcoólica e produção de metano

4.4.5. Syllabus:

I- Bioreactor analysis and operation

- * Determination of stoichiometric and kinetic parameters.
- * Batch reactor, stirred tank reactor (CSTR), fed-batch and plug flow

II- Mass transfer

- * Principles of gas-liquid mass transfer
- * Material balances in aerated bioreactors
- * Type of aerated bioreactors;
- * Determination of hold up and interfacial area;
- * Experimental determination of gas-liquid transfer coefficient; use of correlations.

III- Heat transfer

- * Heat balances and determination of heat transfer coefficient;
- * Media sterilization. Batch and continuous sterilization.

IV- Examples of Industrial bioprocesses

- * Production of antibiotics, alcoholic fermentation and production of methane.

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

Esta UC está orientada para proporcionar um treino de base em matérias centrais da análise de operação e projeto de Biorreatores. No tópico I são revistos e aprofundados os aspetos básicos da estequiometria, energia e cinética de transformações biológicas. Estas matérias estão na base do dimensionamento dos Biorreatores ideais (ainda tópico I). Nos tópicos II e III são estudados fenómenos de transferência de massa e de energia essenciais ao projeto de Biorreatores. No tópico IV estudam-se alguns exemplos clássicos de bioprocessos.

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

The subjects taught in this curricular unit are oriented to providing basic training in the analysis and design of bioreactors. In topic I the subjects of stoichiometry, energy and kinetics of biochemical transformations are revised, which lie at the base of bioreactor design. The ideal bioreactors are studied (Topic I). In topics II and III, transport phenomena, namely mass and energy, are applied for bioreactor design. In topic IV some classical examples of bioprocesses are studied.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As matérias são lecionadas em aulas teóricas em formato standard (28 horas) onde são expostas as matérias relevantes.

Nas sessões de resolução de problemas (33 horas) são abordados os tópicos lecionados nas aulas teóricas numa perspetiva prática. Os alunos resolvem problemas de forma autónoma. Os alunos executam um trabalho laboratorial (4 horas) em grupos de 4 alunos onde é efetuada uma experiência de crescimento celular em biorreator agitado e elaboram um relatório sobre o mesmo. A avaliação inclui dois componentes: 2 testes individuais ou 1 exame; - Avaliação do trabalho laboratorial e respetivo relatório e discussão.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Subjects are covered in theoretical lectures in standard format (28 hours) where the theoretical topics are covered. In the problem-solving sessions (33 hours) the topics of theoretical lectures are covered in a practical perspective. Students solve problems in autonomy, which most of the times involve the design of unit operations. The students execute a laboratorial work where they perform a cell culture experiment in an aerated stirred bioreactor. Grading comprises two components: two midterm examinations or final exam, lab work report and discussion.

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

Nas aulas teóricas são expostas as matérias em formato standard, no entanto a consolidação de conhecimentos e competências neste tipo de matérias só é possível através da prática sistemática na resolução dum conjunto coerente de problemas. Para promover a autonomia na aprendizagem, é definido um roadmap com uma sequência de problemas para orientar os alunos nos trabalhos de casa. Nas sessões de resolução de problemas, são proporcionados os conhecimentos básicos para que os alunos continuem a desenvolver as matérias de forma autónoma fora da sala de aula.

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

Theoretical lectures will expose the relevant subjects, but consolidation of competencies and skills in such subjects is only possible through intensive practicing with a coherent set of problems. To promote self-learning and autonomy skills, a roadmap with a sequence of problems and milestones is provided to students to orient their homework. In the problem-solving sessions teaching activities are oriented to provide the basic knowledge for students to continue developing the subjects at home.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1 - Bailey, J.E. and Ollis, D.F. (1986). *Biochemical Engineering Fundamentals*. McGraw-Hill, New York, USA.
- 2 - Blanch, H.W. and Clarck, D.S. (1996). *Biochemical Engineering*. Marcel Dekker, Inc. New York, USA.
- 3 - Nielsen, J. and Villadsen, J. (1994). *Bioreaction Engineering Principles*. Plenum Press. New York, USA.
- 4 - Doran, P.M. (1995) *Bioprocess Engineering Principles*, Academic press, London.

Mapa IV - Cálculo Numérico A

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo Numérico A

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Numerical Analysis A

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*Maria Cecília Marques Rodrigues - TP:42***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***<sem resposta>***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Proporcionar ao aluno o conhecimento na área da análise numérica que lhe permite compreender, aplicar e implementar computacionalmente alguns métodos numéricos usados na resolução de problemas matemáticos tais como a resolução de equações não lineares, de sistemas de equações lineares, a aproximação de funções e de integrais, e a resolução de equações diferenciais ordinárias.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***To provide the student with an introduction to numerical analysis that allow him to understand, apply and implement numerical methods to solve nonlinear equations, linear systems, ordinary differential equations and to approximate functions and integrals.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Introdução: Erros, casas decimais significativas e Algarismos significativos. Condicionamento de um problema e estabilidade de um método. Introdução a um programa computacional para a Análise Numérica. Interpolação e Aproximação Polinomial: Polinómios de Lagrange e de Newton. Interpolação por splines cúbicos. Método dos Mínimos Quadrados. Integração Numérica: Fórmulas de Newton-Cotes. Integração de Gauss. Outros métodos de integração. Resolução de equações não lineares: Método da bissecção. Métodos do ponto fixo, Newton e da secante. Resolução de sistemas de equações lineares: Normas vectoriais e matriciais. Condicionamento de um sistema. Valores e vectores próprios. Teorema de Gershgorin. Métodos iterativos: caso geral. Métodos de Jacobi, Gauss-Seidel e de Relaxação. Resolução numérica de EDO: Métodos de Euler, de Taylor e de Runge-Kutta.***4.4.5. Syllabus:***Introduction: Errors, significant digits. Conditioning of a problem and stability of a method. Introduction to a computational program for Numerical Analysis. Polynomial approximation and interpolation: Lagrange and Newton polynomials. Cubic Spline interpolation. Least squares approximation. Numerical integration: Newton-Cotes integration formulas. Gaussian integration. Other integration methods. Root finding for nonlinear equations: Bisection method. Fixed-point iteration method. Newton and secant methods. Iterative methods for solving linear systems of equations: Norms of vectors and matrices. Conditioning of a system. Eigenvalues and eigenvectors. Gershgorin theorem. Iterative methods: general procedure. Jacobi, Gauss-Seidel and relaxation methods. Numerical solution of ODE: Euler, Taylor and Runge-Kutta methods.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Os conteúdos programáticos percorrem todos os itens referidos nos objetivos da UC e são, na nossa opinião, suficientes para um aluno médio ficar com os conhecimentos de base.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***The standard material we are offering is enough to accomplish the objectives of the course and enable an average student to acquire basic knowledge***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***A UC funciona com aulas Teórico-Práticas (TP), nas quais serão explicados e discutidos os sucessivos tópicos do programa da UC. Por forma a consolidar a matéria dada serão resolvidos exercícios relativos a cada um dos tópicos abordados e implementados alguns algoritmos relativos aos métodos abordados. Os alunos de modo a serem avaliados terão que assistir a pelo menos 2/3 das aulas TP ou terem obtido frequência no ano anterior. A avaliação da UC consiste na realização de dois testes que versam os conhecimentos adquiridos nas aulas TP da UC e/ou um trabalho computacional a ser elaborado em grupo.***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***The course works with theoretical-practical classes (TP), in which the successive topics of the chair program will be explained and discussed. In order to consolidate a given subject, exercises related to each of the topics covered will be solved and implemented some of the methods covered. Students must attend, at least 2/3 of TP classes or attend the previous year.**The evaluation of the course consists of two tests that address the knowledge acquired in TP classes and / or a computational work to be prepared in group.***4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

As componentes teóricas e práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas Teórico-práticas, com o apoio adicional dos docentes em horários de atendimento. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas nas aulas através da resolução de problemas com o apoio do docente. A aquisição dos conhecimentos é avaliado nas provas escritas (testes/exames), no trabalho computacional e na prova oral (notas superiores a 17.5 valores). A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.

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

The theoretical and practical components necessary to achieve the learning objectives are taught in theoretical-practical classes, with the additional support of the teachers in an additional schedule. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in class through problem solving with the support of the teacher. The acquisition of knowledge is assessed in the written tests (tests / exams), in the computational work and in the oral test (grades above 17.5 points). Attendance is intended to ensure that students follow the subject.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Quarteroni A., Saleri F., *Scientific Computing with MATLAB and Octave, Series: Texts in Computational Science and Engineering*, Vol. 2 Springer, 2006
- Quarteroni A., Sacco R., Saleri F., *Numerical Mathematics*, Springer, 2000
- Burden R. e Faires J. , *Numerical Analysis*, Brooks-Cole Publishing Company, 9th Edition, 2011.
- Pina H., *Métodos Numéricos*, Mc Graw Hill, 1995

Mapa IV - Operações Sólido Fluido

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Operações Sólido Fluido

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Solid-Fluid Operations

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQB

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:24; TP:20; PL:8; O:4

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Rui Manuel Freitas Oliveira (Regente) – T:24; TP:20; PL:8; O:4;

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

Rafael Sousa Costa – TP:20; PL:8

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

Esta UC proporciona uma formação de base nas operações unitárias da indústria química/biológica envolvendo sólidos divididos e fluidos. No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

- *Compreender a diferença entre uma suspensão grosseira, fina e coloidal*
- *Ser capaz de caracterizar e classificar suspensões de sólidos*
- *Ser capaz de determinar distribuições de tamanhos*

- Compreender os princípios básicos de colunas de enchimento, sedimentação, fluidização, filtração, centrifugação, limpeza de gases
- Compreender os Primeiros Princípios e/ou Fenomenológicos associados a estas operações unitárias.
- Ser capaz de dimensionar e/ou otimizar estas operações unitárias
- Enquadrar estas operações no contexto da indústria química e biológica.

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

This curricular unit provides a basic training in several unit operations in the chemical/biological industries involving fluids and solids. In the end of this curricular unit the student will have acquired knowledge, skills and competencies that will enable:

- Understanding the difference between fine, gross solids suspensions and colloids
- To be able to characterize and classify solids suspensions
- To determine particle size distributions
- Understanding the First Principles and/or phenomenological principles involved in packed columns, settling, sedimentation, fluidization, filtration, centrifugation, gas cleaning
- To be able to design and/or optimize these unit operations
- To frame these unit operations in the context of chemical and biological industries.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução: tipos de suspensões; caracterização de partículas sólidas; métodos analíticos e distribuição de tamanhos;
2. Redução do tamanho de sólidos: moagem fina, grosseira, intermédia; energia;
3. Movimento de partículas num fluido: velocidade terminal de queda;
4. Sedimentação: velocidade de sedimentação; dimensionamento;
5. Colunas de enchimento: caracterização; dimensionamento;
6. Fluidização: tipos de leitos fluidizados; velocidade mínima; velocidade de transporte;
7. Centrifugação: tipos; otimização; dimensionamento;
8. Filtração: tipos; otimização; dimensionamento;
9. Limpeza de gases: ciclones; otimização; dimensionamento.

4.4.5. Syllabus:

1. Introduction: types of suspensions; particle characterization; analytical methods; size distribution
2. Size reduction of solids: fine, intermediate, gross; energy
3. Motion of particles in a fluid: terminal fall velocity
4. Settling: settling velocity; design of a settler
5. Packed columns: characterization; design
6. Fluidization: types of fluidized beds; minimal velocity; transport velocity
7. Centrifugation: types; optimization; design
8. Filtration: types; optimization; design
9. Gas cleaning: cyclones; optimization; design.

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

Esta UC está orientada para proporcionar um treino de base em tecnologia de sólidos divididos. Nos tópicos 1 e 2 são estudados mecanismos de redução de tamanhos e distribuição de tamanhos e equipamento. No tópico 3 é estudado a mecânica do movimento de uma partícula no seio dum fluido. No tópico 4 estuda-se o processo de espessamento e o dimensionamento em sedimentadores. No tópico 5 caracteriza-se o escoamento em colunas de enchimento e o projeto económico de colunas de enchimento. No tópico 6 estuda-se fluidização em líquidos e gases. No tópico 7 estuda-se o projeto mecânico de centrífugas e o dimensionamento das mesmas. No tópico 8 estuda-se a operação de filtração com bolos incompressíveis e compressíveis. No tópico 9 estuda-se o projeto de ciclones.

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

The subjects taught in this curricular unit are oriented to providing basic training in solid-fluids operations. In topics 1 and 2 the mechanisms of solid reduction are studied, particle size distributions and size reduction equipment are studied. In topic 4 the settling operation and settlers design are studied. In topic 5, flow through granular beds and respective economic design are studied. In topic 6, gas and liquid fluidization systems are studied. In topic 7, the (mechanical) design of centrifuges is studied. In topic 8 filtration with incompressible and compressible cakes is studied. In topic 9 the design of gas cleaning devices is studied.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As matérias são lecionadas em aulas teóricas em formato standard (24 horas) onde são expostas as matérias relevantes. É efetuada uma visita de estudo (4 horas) a unidade fabril. Nas sessões de resolução de problemas (20 horas) são abordados os tópicos lecionados nas aulas teóricas numa perspetiva prática. Os alunos resolvem problemas de forma autónoma que na maior parte dos casos envolvem o dimensionamento de operações unitárias. É proporcionado uma lista de problemas para resolver em casa de forma autónoma cobrindo os vários tópicos. As aulas práticas decorrem em ambiente laboratorial (8 horas).

A avaliação tem 3 componentes:

A – Lista de trabalhos

B – Teste teórico

C – Trabalho prático de operações sólido fluido

*NOTA FINAL = 0,2 * A + 0,6 * B + 0,2 * C*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Subjects are covered in theoretical lectures in standard format (24 hours) where the theoretical topics are covered. These are complemented with a field session (4 hours) in a local industrial unit. In the problem-solving sessions (20 hours) the topics of theoretical lectures are covered in a practical perspective. The problem-solving lessons aim at knowledge and skills consolidation through the in-class problem solving with interaction with the tutor. A list of assignments is provided to be solved in autonomy outside the classroom covering all topics. The practical lessons are developed in the lab (8 horas).

Grading has 3 components:

A – Assignments

B – Theoretical assessment

C – Lab work of solids fluids operations

*FINAL MARK = 0,2 * A + 0,6 * B + 0,2 * C*

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

Nas aulas teóricas são expostas as matérias em formato standard onde o docente expõe as matérias teóricas em interação com os alunos. No entanto, a consolidação de conhecimentos e competências neste tipo de matérias só é possível através da resolução dum conjunto vasto de problemas nos vários tópicos lecionados nas aulas teóricas. Nas sessões de resolução de problemas, são proporcionados os conhecimentos básicos para que os alunos continuem a desenvolver as matérias de forma autónoma fora da sala de aula.

Os trabalhos são um aspeto essencial desta unidade curricular. Assim, a execução dos trabalhos têm uma ponderação muito significativa na nota final. No sentido de promover um espírito de iniciativa, interação e criatividade, é dado a possibilidade de execução de trabalho de escolha livre com base em artigos científicos. A execução do trabalho livre é discutida com o docente e entra para a avaliação.

Para reforçar as competências práticas, os alunos desenvolvem um trabalho prático que envolve uma experiência de laboratório e simulação em computador. Este trabalho é desenvolvido em grupo.

No fim desta unidade curricular os estudantes terão adquirido as competências necessárias para a análise, otimização e/ou projeto das diversas operações unitárias envolvendo sólidos divididos e fluidos. Serão capazes de enquadrar estas operações unitárias na indústria química e biológica.

Cada aluno é avaliado em contexto de grupo e individualmente (nos testes) sendo a classificação final do aluno dada individualmente. Avalia-se a capacidade de o aluno se exprimir quer oralmente (trabalho pratico de operações sólido fluido), quer por escrito.

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

Theoretical lectures expose the relevant subjects in a standard format where the tutor exposes the topics in interaction with students. However, the consolidation of competencies and skills in such subjects is only possible through intensive practicing with a wide range of practical problems covering all the relevant topics lectured in the theory sessions.

To promote self-learning and autonomy skills, a list of assignments with a sequence of problems and milestones covering all relevant topics is provided to students to orient their homework. In the problem-solving sessions, the teaching activities are oriented to provide the basic knowledge/skills for students to continue developing the subjects at home. Homework is absolutely necessary in this curricular unit. This component has a significative weight for the final mark in this curricular unit. Further, to promote initiative and creativity skills, students are encouraged to develop a free assignment based on scientific literature. This free assignment is discussed with the tutor and is also part of the assessment.

To strengthen the practical competencies, students develop a lab work that involves a lab experiment and computer simulation. This work is developed in groups of students.

In the end of this curricular unit it is expected that students have the required skills for analysing, optimizing and/or designing the different unit operations involving solids and fluids. They will be able to optimize a microbial strain to improve its' productivity and/or yield using methods of metabolic engineering. They will be able to frame these unit operations in the context of chemical and biological processes.

Each student is assessed in the context of a workgroup (lab work) and individually (exam) with the final mark given individually. I is also assessed communication and reporting skills (lab work).

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

J.M. Coulson and J.F. Richardson, Chemical Engineering, II Vol., 2ª Ed., 1965, Pergamon Press, London

J. P. K. Seville, U. Tüzün and R. Clift, Processing particulate solids, 1ª Ed., 1997, Blackie Academic & Professional, London, UK, ISBN: 0751403768

Philip A Schweitzer, Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers, 3ª Ed, 1996, McGraw-Hill, New York, NY, ISBN: 0070570612

Albert Rushton, Anthony S. Ward, Richard G. Holdich, Solid-Liquid Filtration and Separation Technology (Hardcover), 2ª Ed, 2000, Wiley-VCH, Germany.

Mapa IV - Engenharia da Reação Química I**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Engenharia da Reação Química I***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Chemical Reaction Engineering I***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EQB***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; TP:18; PL:10***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Isabel Maria de Figueiredo Ligeiro da Fonseca (Regente) – T:28;TP:36; PL:12***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Maria Madalena Alves Campos de Sousa Dionísio Andrade - TP:18; PL:18***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se que os alunos adquiram os conceitos básicos da Engenharia da Reação Química e Catálise Heterogénea, de tal modo que no fim deste curso sejam capazes de:**-Determinar a lei cinética correspondente a uma dada reação química, calculando os respetivos parâmetros cinéticos e deduzir a lei cinética a partir de um mecanismo reacional proposto;**-Dimensionar reatores químicos ideais, funcionando em fase homogénea e em condições isotérmicas e não isotérmicas, ou em regime transiente, tendo em consideração os objetivos da produção.**Pretende-se que adquiram conhecimentos de catálise heterogénea e aprendam a selecionar, preparar e a caracterizar catalisadores sólidos.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***The main goal of this course is to provide the students with the basic concepts of Chemical Reaction Engineering and Heterogeneous Catalysis, in such a way that on the end of the course the students will be able to:**-To determine a kinetic law corresponding to a given chemical reaction, calculating the kinetic parameters. To derive a kinetic law from a mechanistic proposal. To design ideal chemical reactors working under isothermal or non-isothermal or transient conditions according to the production goals.**-To select, prepare, and characterize solid catalysts.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Reatores ideais: descontínuos (Batch), tanque agitado (CSTR), tubulares (PFR).**2. Velocidade de reação. Equação geral de balanço molar e equações de dimensionamento. Conversão.**3. Dimensionamento gráfico de reatores contínuos.**4. Estequiometria e leis cinéticas.**5. Dimensionamento de Batch isotérmicos a volume constante e variável; conversão e tempo de operação ótimos.**6. Dimensionamento de CSTR e PFR isotérmicos a caudal volumétrico constante e variável; associação em série de CSTR;**PFR com queda de pressão. Reações reversíveis.**7. Operação em estado transiente.**8. Determinação de parâmetros cinéticos.**9. Reações homogéneas não elementares. Mecanismos complexos e lei cinética.*

10. CSTR e PFR não isotérmicos; reatores adiabáticos.
11. Reações reversíveis: conversão e temperatura de equilíbrio adiabáticas.
12. Batch não isotérmico.
13. Multiplicidade de estados estacionários.
14. Reações múltiplas. Seletividade e rendimento.
- 15 Catálise Heterogénea

4.4.5. Syllabus:

1. Ideal chemical reactors: batch reactor, continuous stirred tank reactor (CSTR), plug flow reactor (PFR).
2. Reaction rate and conversion. The general mole balance equation and design equations.
3. Graphical methods.
4. Stoichiometry and rate law.
5. Batch reactors: constant and variable volume. Optimizing the operation time and conversion.
6. Association of CSTRs; constant and variable volumetric flow rate; pressure drop in the PFR. Reversible reactions.
7. Unsteady state operation.
8. Determination of kinetic parameters.
9. Homogeneous non-elementary reactions.
10. Non-isothermal reactors: the energy balance equation; continuous-flow reactors at steady state.
11. Adiabatic operation; reversible reactions; PFR under non-isothermal, non-adiabatic operation.
12. Non-isothermal batch reactor.
13. Multiple steady states in a CSTR: a brief looking on the steady states stability.
14. Multiple reactions: selectivity and yield.
15. Heterogeneous catalysis.

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

Pretende-se que os estudantes adquiram os conhecimentos básicos de engenharia da reação química e catálise heterogénea, através do dimensionamento de reatores ideais em condições isotérmicas e não isotérmicas e preparação e caracterização de catalisadores.

São adquiridos conhecimentos que permitem o dimensionamento dos reatores isotérmicos descontínuos e contínuos de volume e caudal volumétrico, respetivamente, constante e variável. Estudam-se os métodos de determinação de parâmetros cinéticos e as reações não elementares. É estabelecido o balanço geral de energia e realizado o dimensionamento de reatores não isotérmicos. Refere-se a multiplicidade de estados estacionários e é feita a análise da sua estabilidade. Introduzem-se os conceitos de seletividade e rendimento para reações múltiplas. Introduzem-se os conceitos de catálise heterogénea e abordam-se os vários processos de seleção, preparação e caracterização físico-química de catalisadores sólidos e processos de desativação.

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

This curricular unit aims to provide to the students the background of chemical reaction engineering by the non-catalytic ideal reactor design and also learn how to prepare, select and characterize solid catalyst. The students will acquire tools to design stationary isothermal reactors, at constant and variable volume. The situations of transient state reactors are presented and designed. The determination of kinetic parameters, so as the establishment of kinetic laws of non-elemental reactions are studied. Following is introduced the energy balance and the design of non-isothermal reactors. Multiplicity of stationary states and assessment of their stability is also addressed. The concept of selectivity and yield is introduced to multiple reactions. Finally the students will be introduced to the concepts of heterogeneous catalysis addressing the selection, preparation, and physic-chemical characterization of solid catalysts and their deactivation processes.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino baseia-se em aulas: teóricas, práticas de laboratório e de tratamento dos resultados obtidos e em aulas de resolução de exercícios de aplicação (TP). Nas teóricas são lecionadas as matérias da UC de acordo com o programa e resolvidos alguns exercícios de aplicação dos conceitos introduzidos (TP). Nas aulas laboratoriais são realizados cinco trabalhos práticos relacionados com uma parte do programa. Os alunos apresentam oralmente os relatórios dos trabalhos, realizados com recurso a ferramentas informáticas de cálculo (solver) e previamente entregues, na forma de seminário, sendo realizada a sua discussão.

Avaliação:

1. Realização de 2 testes, correspondente a 70% da nota final.
 2. Realização de cinco trabalhos práticos de cinética, dimensionamento de reatores e caracterização de catalisadores, incluindo a elaboração e discussão do respetivo relatório, apresentado na forma de seminário.
- Avaliação em grupo de 3 alunos. Valorização para a nota final em 30%.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching comprises lectures, practical/laboratorial classes and modeling of the obtained results with informatics tools (solver) and problem solving sessions (TP). Lectures cover all the content according with the syllabus. Wherever necessary example problems will be solved to illustrate the given concepts (TP). Laboratorial classes are programmed to carry out five practical works about subjects not directly evaluated by tests/exam due to the extension of calculations. The students will prepare a report of the practical part concerning the kinetics studies, reactor design performed in batch reactor and also textural characterization of solid catalysts, to be presented as a seminar and discussed.

Assessment:

1. 2 tests (closed-booked), 70% of the final grade.

2. Reporting of the practical part, presentation and oral discussion (to be performed by a group of 3 students). It accounts for 30% of the final grade.

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

A aquisição de conhecimentos através da lecionação de aulas teóricas é complementada pela exemplificação da resolução de problemas numéricos na própria aula (TP), para um melhor entendimento da matéria.

As 8 aulas teórico-práticas (TP) de resolução de problemas permitem testar a capacidade de análise e de resolução dos alunos.

O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os alunos realizam dois tipos de trabalho em grupo: i) realização de cinco trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, o tratamento dos resultados obtidos com recurso ferramentas informáticas, em aula (TP), e a elaboração de um relatório, na forma de folhas de cálculo com notas explicativas detalhadas usando o solver ii) apresentação dos trabalhos aos docentes na forma de seminário seguida de discussão dos resultados, permitindo testar os conhecimentos adquiridos e também a criatividade, autonomia e capacidade de comunicação dos alunos.

Cada aluno é avaliado em contexto de grupo e individualmente (nos testes) sendo a classificação final do aluno dada individualmente.

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

The knowledge to be acquired in the theoretical classes is supplemented by solving illustrative numerical problems

The eight problem solving sessions will allow to assess the students' ability to analyze and solve the numerical problems (TP). The ability to work as a team is an important aspect. Students must perform two types of team work: i) they have to carry out in lab sessions five practical works related with the course's syllabus, modeling of the obtained results using informatics tools (solver) in practical sessions (TP), including the elaboration of a report, with detailed analysis of the work done; ii) they have to present a seminar showing their experimental results concerning the kinetic studies performed in different types of reactors using the solver, followed by a discussion of the report. The objective is to test their skills as well as creativity, autonomy and communication.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1-H. Scott Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, 4rd edition, Prentice-Hall, 2006.

2-José Luís Figueiredo e Fernando Ramoa Ribeiro, Catálise Heterogénea, 2ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, 2007.

3-Octave Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, 4th edition, John Wiley & Sons, 1998.

4-J. M. Smith, Chemical Engineering Kinetics, 3rd edition, McGraw-Hill, 1981.

5-Jacques Villermaux, Génie de la Réaction Chimique. Conception et fonctionnement des réacteurs., 2eme tirage, Lavoisier-Technique et Documentation, 1985.

Mapa IV - Projeto Integrador de Engenharia Química e Biológica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Projeto Integrador de Engenharia Química e Biológica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Practical Chemical and Biological Engineering Integration Project

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQB

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

252

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:56; TP:28

4.4.1.6. ECTS:

9

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):

João Alexandre de Miranda da Silva Reis – T:28; TP:32

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

Mário Fernando José Eusébio – T:12; TP:64

Pedro Miguel Calado Simões – T:16; TP:16

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

Aplicação dos conhecimentos anteriormente adquiridos ao projeto de uma secção de uma fábrica de um produto químico ou bioproduto, ou de um conjunto coerente de equipamentos dentro dessa secção.

Caracterização genérica do mercado de um produto químico/bioproduto e da respetiva tecnologia de fabrico.

Os alunos com aproveitamento serão capazes de:

- *Caracterizar resumidamente o mercado de um produto/bioproduto*
- *Selecionar uma tecnologia de fabrico, incluindo fatores de sustentabilidade ambiental e energética na decisão*
- *Recolher informação técnica e tecnológica sobre o processo*
- *Otimizar a operação, efetuar balanços mássicos e de energia e dimensionar os equipamentos*
- *Preparar folhas de especificação dos equipamentos*
- *Estimar o investimento fixo necessário e o custo de operação*
- *Efetuar uma análise crítica num contexto de informação limitada, identificar métricas adequadas à tomada de decisão, avaliar criticamente o seu impacto e sintetizar os resultados*
- *Integrar equipas de projeto.*

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

Application of previously acquired knowledge to the design of a section of a chemical product / bioproduct plant, or of a coherent set of equipment within that section.

Generic characterization of the market for a chemical product / bioproduct and the corresponding manufacturing technology.

Successful students will be able to:

- *Briefly characterize the market for a product / bioproduct*
- *Select a manufacturing technology, including environmental and energy sustainability factors in the decision*
- *Collect technical and technological information about a manufacturing process*
- *Optimize the operation, carry out mass and energy balances and size the equipment*
- *Prepare equipment specification sheets*
- *Estimate the fixed investment and the cost of operation*
- *Carry out a critical analysis in a context of limited information, identify appropriate metrics for decision making, critically assess its impact and summarize the results*
- *Prepare a technical report on the work*
- *Integrate project teams*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Caracterização genérica do mercado do produto*
- *Análise sumária das tecnologias de fabrico usadas industrialmente no fabrico do produto e seleção da mais interessante*
- *Balanços mássicos e energéticos à secção ou conjunto de equipamentos selecionados*
- *Otimização do processo para minimização de consumos e do impacto ambiental*
- *Dimensionamento dos equipamentos*
- *Folhas de especificação dos equipamentos*
- *Estimativa do investimento fixo e do custo de operação da secção/ equipamentos*
- *Análise crítica do impacto das limitações de informação sobre os resultados do trabalho*

4.4.5. Syllabus:

- *Generic characterization of the product market*
- *Summary analysis of the manufacturing technologies industrially used in the product manufacturing and selection of the most interesting*
- *Mass and energy balances for the selected section or set of equipment*
- *Optimization of the process to minimize consumptions and environmental impact*
- *Equipment sizing*
- *Equipment specification sheets*
- *Estimate of fixed investment and operating cost of the section / equipment*
- *Critical analysis of the impact of information limitation on the project results*

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

A aplicação dos conceitos fundamentais de engenharia química a um caso de estudo real permite um melhor entendimento de como estes conhecimentos convergem na resolução de problemas concretos de engenharia. O caso terá uma complexidade semelhante à de casos de reais, incluindo matrizes de decisão baseadas em análise de riscos e no uso de métricas adequadas relacionadas com mercado, tecnologia, ambiente, segurança e produtividade.

Este tipo de abordagem permite ao aluno uma visão global do problema e verificar a importância de respeitar os

princípios fundamentais de engenharia química nos cálculos necessários à elaboração dos balanços de massa e de energia e ao dimensionamento dos equipamentos. A estimativa do investimento e do custo de operação familiariza os alunos com a dimensão económica associada a qualquer projeto.

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

The application of the fundamental concepts of chemical engineering to a real case study allows a better understanding of how this knowledge converges in solving concrete engineering problems. The case will have a complexity similar to that of real cases, including decision matrices based on risk analysis and the use of appropriate metrics related to market, technology, environment, safety and productivity.

This type of approach allows the student to have a global view of the problem and to verify the importance of respecting the fundamental principles of chemical engineering in the calculations necessary for the preparation of mass and energy balances and the sizing of the equipment. The estimate of fixed investment and operating cost familiarizes students with the economic dimension associated with any project.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O trabalho é realizado em grupos de 4 alunos e segue uma metodologia de Project Based Learning, estimulando o trabalho autónomo e em equipa e a capacidade de resolução de problemas.

São lecionadas aulas teóricas e teórico-práticas sobre matérias novas da UC. Há ainda aulas tutoriais para acompanhamento do trabalho de cada grupo e esclarecimento das questões que surjam no seu desenvolvimento. O acompanhamento tutorial visa ajudar os alunos a entenderem a interligação dos processos fundamentais de engenharia química e biológica na resolução de um caso de estudo com operações unitárias típicas de engenharia química (reação, troca de calor, separação, outras).

A avaliação tem uma componente Sumativa, que integra o Relatório do grupo e uma discussão individual, e uma componente Contínua do aproveitamento de cada aluno, efetuada ao longo da UC pelo docente que orienta o trabalho de cada grupo.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The work is carried out in groups of 4 students and follows a Project Based Learning methodology, encouraging autonomous and teamwork and the student's problem-solving capability.

Theoretical and theoretical-practical classes are taught on new UC subjects. There are also tutorial classes to monitor the work of each group and clarify issues that arise in their development.

The tutorial sessions will help students understand the interconnection of fundamental chemical and biochemical engineering processes in solving a case study with typical unit operations of chemical engineering (reaction, heat exchange, separation, others).

The assessment has a Summative component, which includes the Group Report and an individual discussion, and a Continuous component of the performance of each student, carried out throughout the UC by the teacher who oversees the work of each group.

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

Para que a integração de conhecimentos de UC, com objetivos muito específicos, seja bem-sucedida, é necessário complementar aqueles conhecimentos com novos conceitos sobre tópicos específicos em aulas teóricas e teórico-práticas.

O projeto terá características de um problema real e exigirá dos alunos decisões ao nível da análise de mercado e das tecnologias de fabrico, que apresentam várias opções com diferentes graus de risco, nem sempre fácil de medir. As consequências das decisões tomadas serão avaliadas através da realização de uma análise simples de investimento e custo de operação.

O acompanhamento tutorial do trabalho em equipa potencia a melhoria da capacidade dos alunos de resolução de problemas, o espírito crítico, a cooperação entre os elementos da equipa, a definição de metas, cumprimento de prazos e monitorização do progresso.

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

For the integration of previous UC knowledge, with very specific objectives, to be successful, it is necessary to complement that knowledge with new concepts on specific topics, addressed in theoretical and theoretical-practical classes.

The project will have characteristics similar to those of a real problem and will require students to make decisions regarding market analysis and manufacturing technologies, which present several options with different degrees of risk, not always easy to measure. The consequences of the decisions taken will be assessed by conducting a simple investment and operating cost analysis. The tutorial follow-up of the teamwork improves the student's problem solving capacity, its critical spirit, the cooperation between the team members and their capability to set goals, meet deadlines and monitor progress.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Coulson and Richardson's Chemical Engineering, Vol. 6: Chemical Engineering Design. By R.K. Sinnott, Butterworth-Heinemann, Oxford, 4th ed., 2005.
- Richard Turton, Richard Bailie, Wallace Whiting, and Joseph Shaeiwitz, Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, 4th or 3rd Edition, Prentice Hall International Series.
- Perry, R. H., D. W. Green, and J. O. Maloney, eds., Chemical Engineers Handbook, 7th ed. (New York: McGraw-Hill, 1997)
- Brannan, C., Rules of Thumb for Chemical Engineers, 4th Ed., Gulf Professional Publishing, Burlington, MA, 2005

- *Peters, M.S., Timmerhaus, K.D. & West, R.E., 5th Ed., 2003, Plant design and economics for chemical engineers, McGraw-Hill, New York.*
- *American Institute of Chemical Engineers. Center for Chemical Process Safety 2000, Guidelines for chemical process quantitative risk analysis, The Center, New York.*

Mapa IV - Engenharia da Reação Química II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia da Reação Química II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical Reaction Engineering II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQB

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168

4.4.1.5. Horas de contacto:

T:24; TP:10; PL:24,5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Teresa Maria Alves Casimiro Ribeiro - T:24; TP:30; PL:73,5

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):

Este curso é constituído por duas partes: ANÁLISE DE REATORES NÃO IDEAIS e REATORES CATALÍTICOS HETEROGÉNEOS. Com a primeira parte pretende-se dotar os alunos das ferramentas necessárias à avaliação do afastamento da idealidade, quer através do diagnóstico das causas quer através de modelos matemáticos que permitam prever o comportamento do reator real. Com a segunda parte pretende-se que, no final do curso os alunos sejam capazes de determinar, a quantidade de catalisador e o volume de reator necessários para uma dada conversão. Em particular, serão tratados os reatores de leito fixo, leito móvel e monolítico, funcionando sob controlo cinético ou difusional, quer externo quer interno. Especial atenção é dada à dedução da lei cinética a partir de mecanismos do tipo Langmuir-Hinshelwood, ao cálculo do coeficiente de transferência de massa, para o caso do regime difusional externo, e à determinação do módulo de Thiele e do fator de efetividade, no caso do regime difusional interno.

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

This course consists of two parts: ANALYSIS OF NON-IDEAL REACTORS and HETEROGENEOUS CATALYTIC REACTORS. With the first part is intended to provide students with the tools needed to evaluate the deviation from ideality, either through the diagnosis of the causes either through mathematical models predicting the behavior of the real reactor. In the second part it is intended that on the end of the course students are able to determine the amount of catalyst and the reactor volume necessary for a given conversion. In particular it will be dealt with fixed-bed, moving bed and monolithic reactors operating under kinetic or diffusion control, either externally or internally. Special attention is given to the deduction of rate law from the mechanisms of Langmuir-Hinshelwood and Eley-Rideal, the calculation of the mass transfer coefficient, for the case of external diffusion regime, and the determination of Thiele modulus and effectiveness factor, in the case of internal diffusion regime.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

TEÓRICAS

A distribuição de tempos de residência (DTR). Modelação de reatores reais por associação de reatores ideais. Isotérmicas de adsorção. Mecanismos de Langmuir-Hinshellwood e Eley-Rideal. Desativação de catalisadores. Reatores de leito fixo e de leito móvel sob controlo cinético. Reação e difusão externa. O coeficiente de transferência de massa. Regeneração de catalisadores: o modelo "Shrinking Core". Reação e difusão interna. Balanço molar a uma pellet de catalisador. O módulo de Thiele e o fator de efetividade.

PRÁTICAS

Determinação da DTR num CSTR de bancada. Modelação. Reação do Violeta de cristal com o Hidróxido de Sódio. Cálculo da conversão para um reator CSTR real, pelos modelos propostos. Transesterificação de acetato de etilo com metanol. Efeito das dimensões das pellets na velocidade de reação aparente.

TEÓRICO-PRÁTICAS

Resolução de problemas.

4.4.5. Syllabus:**THEORETICAL**

The residence times distribution (DTR). Modeling real reactors by association of ideal reactors. Adsorption isotherms. Mechanisms of Langmuir - Hinshellwood and Eley -Rideal. The fixed bed reactor under kinetic control. Deactivation of catalysts. The moving bed reactor. External diffusion and chemical reaction. The mass transfer coefficient. Reactors under external diffusion control. Catalyst regeneration: the "Shrinking Core " model. Chemical reaction and internal diffusion. Mole balance to a catalyst pellet. The Thiele modulus and the effectiveness factor.

PRACTICAL

Determination of the DTR in a bench scale CSTR. Comparison of conversion with values calculated from the proposed models, for a known reaction. Reaction of ethyl acetate with methanol catalyzed by an acid resin. Effect of the pellets size on the apparent reaction rate.

THEORETICAL-PRACTICAL

Problem solving classes.

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

A análise do comportamento não ideal de reatores químicos é a continuação lógica do curso de Engenharia da Reação Química I, no qual foram introduzidos os reatores ideais. O curso de Engenharia das Reações Químicas II prossegue com o estudo dos Reatores Catalíticos Heterogêneos, temas fundamentais da Engenharia da Reação Química.

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

The analysis of the non-ideal behavior of chemical reactors is the logical extension of the course of Chemical Reaction Engineering I where the theme of ideal reactors had been introduced. The course of Chemical Reaction Engineering II continues with the study of the Catalytic Reactors, themes of fundamental importance in the Chemical Reaction Engineering field.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Os métodos de ensino nesta UC incluem aulas teóricas com apoio de slides em PP; aulas de laboratório e de tratamento dos resultados obtidos com recurso ao Excel como ferramenta de cálculo; aulas teórico-práticas de resolução de problemas. Disponibilização dos conteúdos na página Moodle. A avaliação consiste numa parte escrita e numa parte prática. A parte escrita consiste em dois testes ou num exame final. A nota em cada um dos testes nunca poderá ser inferior a 9,45/20 val. A nota final é a média ponderada da parte escrita (70%) e da parte prática (30%). A aprovação é obtida com uma nota final igual ou superior a 9,45/20 valores, não podendo a nota da escrita ser inferior a 9,45/20 valores. A frequência é obrigatória, devendo ser adquirida através da realização dos trabalhos práticos. A classificação é válida nos dois anos letivos seguintes. A melhoria de nota poderá ser obtida por repetição da escrita ou da prática. Em todos os casos a nota final será calculada como acima descrito.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methods include lectures with PP presentations; laboratory sessions and results modeling using Excel; problem solving sessions; availability of contents in the Moodle page. The course evaluation is composed by a written part and a practical part. The written part consists in two tests or in a final exam. The grade in each test must be equal or higher than 9,45/20 v. The final grade is the weighted average of the written (70%) and the practical (30%) parts. Approval is obtained with the final grade equal or higher than 9,45/20 v and the grade of the written part not less than 9,45/20. Frequency is mandatory and is obtained with the practical part. The grade will remain valid for a period of two years. The grades can be improved through the repetition of the written or practical parts. In any case the final grade is calculated as described above.

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

Os trabalhos práticos realizam-se em 4 sessões laboratoriais e 5 sessões de tratamento de dados em sala de computador, sendo os estudantes organizados em grupos de 4 elementos. Cobrem a não idealidade com a determinação de DTRs, a sua modelação e a previsão da conversão no reator real por aplicação dos modelos da máxima mistura e da segregação. A parte dos reatores catalíticos é contemplada com a realização dum trabalho prático, em duas sessões, em que se estuda o efeito do tamanho das partículas numa resina ácida na velocidade aparente da reação do acetato de etilo com metanol, em condições de 1.ª ordem aparente. A partir da determinação das constantes cinéticas aparentes os estudantes determinam os valores dos módulos de Thiele e fatores de efetividade para dois diferentes tamanhos de pellet do catalisador. A partir destes dados, os estudantes determinam os valores da constante cinética intrínseca e da difusividade efetiva. A avaliação da parte prática é feita através da apresentação em powerpoint e discussão dos relatórios previamente entregues eletronicamente. A nota é 30% do

total. As aulas teórico-práticas incidem principalmente sobre os temas não abrangidos pelas aulas práticas, em particular a cinética de reações heterogéneas e o dimensionamento de reatores catalíticos em regime cinético, difusional externo, interno ou misto, para casos simples de cinéticas de 1.ª ordem. O trabalho individual dos alunos é avaliado através dos testes ou do exame escrito, entrando estas notas com um peso de 70%. Os conteúdos transmitidos nas aulas teóricas assim como os problemas e testes resolvidos, são disponibilizados na página Moodle.

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

The practical works are carried out in four laboratory sessions and five sessions of data treatment in computer room, being the students organized in groups of four elements. Those works cover the non-ideal reactors with the determination of RTDs its modeling and the prevision of conversion in a real reactor by applying the models of segregation and maximum mixidness. A contribution for the theme of catalytic reactors is made with a practical work carried out in two sessions, in which it is studied the effect of the catalyst particle size on the apparent reaction rate of the transesterification of ethyl acetate with methanol. From the determination of the apparent kinetic constants the students calculate the values of Thiele modulus and effectiveness factors for two different pellet sizes. From these results the students calculate the values of the intrinsic kinetic constant and the effective diffusivity. The evaluation of the practical part is made in seminars with the presentation and discussion of the reports previously delivered to the instructors. The weight of the practical grade is 30%. The theoretical-practical sessions are mainly focused on the themes not covered by the practical part, particularly the kinetics of heterogeneous reactions (Langmuir-Hinshellwood, Eley-Rideal, etc.) and the sizing of catalytic heterogeneous reactors working under kinetic, external diffusion, internal diffusion or mixed regime, for simple cases of 1st order kinetics. The individual work of the students is evaluated through the written tests or the final exam and weights 70% in the final grade. The contents of the theoretical lectures as well as solved problems and tests are available in the Moodle page.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*H. Scott Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, 4rd edition, Prentice-Hall, 2006.
J.L. Figueiredo e F. Ramôa Ribeiro, Catálise Heterogénea, Fund. Calouste Gulbenkian, 1989.
Francisco Lemos, José Madeira Lopes, Fernando Ramôa Ribeiro, "Reactores Químicos", IST Press, Lisboa 2002.
J.F. Le Page, J. Cosyns, P. Courty, E. Freund, J.P. Franck, Y. Jacquin, B. Juguin, C. Marcilly, G. Martino, J. Miquel, R. Montarnal, A. Sugier, H. van Landeghem, "Catalyse de Contact", Technip, Paris, 1978.*

Mapa IV - Engenharia Económica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia Económica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Engineering Economics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EI

4.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Helena Maria Lourenço Carvalho Remígio – TP:56

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

<sem resposta>

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

Espera-se que, no final desta Unidade Curricular, os alunos sejam capazes de:

OA1- Entender os conceitos básicos da matemática financeira e sua aplicação nas decisões de investimento;

OA2- Aplicar as metodologias de análise custo/benefício;

OA3- Utilizar métodos de avaliação financeira em decisões de engenharia relacionadas com a elaboração, planeamento e implementação de projetos;

OA4- Analisar dados relacionados com as receitas e os custos gerados no âmbito de um projeto com vista ao processo de tomada de decisão que justifique ou rejeite projetos alternativos numa base económica.

**OA-Objetivos de Aprendizagem.*

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

It is expected that, at the end of this UC, students are able to:

LO1- Understanding the basic concepts of mathematics of finance and its application in investment decisions;

LO2- Applying the methodologies of cost/benefit analysis;

LO3- Using methods of financial evaluation in engineering decisions related to designing, planning and implementation of projects;

LO4- Analyzing cost/revenue data and carry out decision making process to justify or reject alternative projects on an economic basis.

**LO-Learning Objectives.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

I - Introdução e Matemática Financeira

1.1-Valor temporal do dinheiro

1.2-Capitalização e atualização

1.3-Equações de capitalização

1.4-Taxas de juro e equivalência de taxas

1.5-Equivalência de capitais

1.6-Taxa anual efetiva (TAE) e taxa anual efetiva global (TAEG)

1.7-Rendas e reembolso de empréstimos

1.8-Locação financeira

II: A Engenharia Económica e o Processo de Tomada de Decisão.

2.1-O diagrama de Cash Flow

2.2-Gradientes aritméticos e geométricos: definição e dedução

III: Avaliação de Investimentos

3.1-Considerações acerca de investimentos

3.2-Seleção de alternativas de investimento com base no valor presente (VLA), benefício-custo e taxa interna de rentabilidade

3.3-Payback period

3.4-Determinação do rácio B/C

IV: Avaliação de Investimentos em Contextos Particulares

4.1-Influência da inflação

4.2-Depreciação e taxas de depreciação

4.3-Influência dos impostos e da depreciação na comparação entre alternativas de investimento

4.4.5. Syllabus:

I- Introduction and Mathematics of Finance

1.1Time Value of Money

1.2Interest factors: compound and discount concepts

1.3Calculating simple and compound interest

1.4Interest rates and rates equivalence

1.5Equivalence of capital

1.6Annual interest effective rates (TAE and TAEG)

1.7Rents and loan repayments

1.8.Leasing

II-Engineering economics and the process of taking decision

2.1.Cash flow diagram

2.2.Interest formulas relating present and future values

2.3.Compound and discount factors

2.4.Arithmetic and geometric gradients: definition and formulation

III - Investment Analysis: Selection of Alternatives

3.1. Capital investment considerations

3.2.Selection of investment alternatives based on NPV, cost/benefits analysis and IRR

3.5.Pay-back period

3.6.Cost/benefits analysis.

IV- Evaluation of Investment Alternatives in Particular Contexts

4.1.Inflation rate

4.2.Depreciation and methods of depreciation

4.3.The influence of taxes and depreciation when comparing investment alternatives

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

A coerência entre os conteúdos programáticos e os objetivos de aprendizagem expressa-se do modo seguinte:

- O OA1 está focado na compreensão dos conceitos e dinâmicas da Engenharia Económica, sua utilidade e abrangência, pelo que o CP1 ao fornecer os conceitos básicos da Matemática Financeira contribui para a consecução daquele objetivo;
- O enfoque do OA2 está na compreensão da análise custo/benefício e sua aplicação nas decisões de investimento, pelo que CP2 ao introduzir as noções de cash flow, valor presente e valor futuro concorre para a concretização daquele objetivo;
- O OA3 pretende preparar os alunos para a utilização de métodos de avaliação financeira em decisões de investimento, pelo que o CP3 ao abordar o VAL, a TIR e o Pay-back fornece a abordagem à realização do objetivo;
- O OA4 pretende dotar os alunos dos conhecimentos necessários à rejeição ou aceitação de investimentos alternativos. O CP4 fornece as competências técnicas e analíticas ao objetivo visado.

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

The consistency among syllabus and learning goals can be displayed as follows:

- LO1 focuses on understanding basic concepts on Engineering Economics, its usefulness and scope. By the CP1, when examining the basic concepts on mathematics of financials contribute to the achievement of this goal;
- LO2 aims to provide understanding of cost/benefit analysis and its application in investment decisions. CP2 introducing the financial notions such as cash-flow, net present value (NPV) and future value (FV) reaches this objective;
- LO3 aims to prepare students for applying financial evaluation methods in investment decisions. CP3 approaching investment evaluation methods such as NPV, IRR and pay-back achieves this objective;
- LO4 aims to provide students with necessary skills to justify or reject alternative investments. CP4 provides students with technical and analytical skills to the achievement of that goal.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Com vista a facilitar o desenvolvimento das competências, esta UC faz uso de abordagens pedagógicas diferenciadas.

- Expositiva nas aulas teóricas;
- Realização de exercícios da sebenta;
- Exercícios de testes de anos anteriores;
- Estudos de caso.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

In order to facilitate the development of competencies, this course use different pedagogical approaches.

- Lectures;
- Exercises from Sebenta;
- Exercises/exams from previous years;
- Case studies.

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

A metodologia de ensino estabelecida para esta unidade curricular permite que os objetivos de aprendizagem definidos sejam atingidos. Nas aulas teóricas são abordados os conceitos, fundamentos e princípios da matemática financeira e da análise de investimentos. Através da resolução de exercícios da sebenta, fichas e estudos de caso, os alunos têm a oportunidade, de forma contínua, de perceber os conceitos de cálculo financeiro e a sua aplicação em situações da vida real bem como de adquirirem as competências analíticas e técnicas para desenvolverem uma análise de investimentos.

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

Teaching methodology allows that defined learning objectives are achieved. Theoretical approach includes concepts, foundations and principles of mathematic financials and investment analysis. Exercises from sebenta or other material provided during classes and case studies help students to understand the concepts of mathematic financials and its application in real life situations and acquire analytical skills and techniques to develop an investment analysis.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Azevedo, R. e Nicolau, I., "Elementos de Cálculo Financeiro", Rei dos Livros, Lisboa, 1983.
- Blank, L. T. e Tarquin, A. J., "Engineering Economy", McGraw-Hill Editions-Industrial Engineering Series, Singapore, 1998.
- Fernandes, L.S., "Noções Fundamentais de Cálculo Financeiro", Imprensa Nacional- Casa da Moeda, E.P., Lisboa, 1985.
- Nabais, C. F., "Cálculo Financeiro", 1ª Edição, Editorial Presença, Lisboa, 1989.
- Oliveira, J. N., "Engenharia Económica: uma abordagem às decisões de investimento", Editora McGraw-Hill do Brasil Lda., S. Paulo, 1982.
- Sullivan, W. G., Elin M. W. and James T. L. (2006). Engineering Economy, 13ª Edição. New Jersey: Pearson Prentice Hall, Inc.
- White, J., Agee, M:H: e Case, K:E:, "Principles of Engineering Economics Analysis", Editions J. Wiley & Sons, New York, 1989
- Matias, R. (2018) Cálculo Financeiro - Teoria e Prática. 6aEdição. Lisboa: Escolar Editora.

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Processos de Separação***4.4.1.1. Title of curricular unit:***Separation Processes***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EQB***4.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168***4.4.1.5. Horas de contacto:***TP:48; PL:8***4.4.1.6. ECTS:***6***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***Isabel Maria Rôla Coelho - TP:32***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***Pedro Miguel Calado Simões – TP:32**João Paulo Serejo Goulão Crespo – TP:32**Isabel Alexandra de Almeida Canento Esteves Esperança – PL:8**Luísa Alexandra Graça Neves – PL:8***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se que os estudantes adquiram competências e capacidades que lhes permitam:*

- Compreender os conceitos fundamentais dos processos de separação de engenharia química e biológica controlados pelo equilíbrio termodinâmico: Absorção gás/líquido, Destilação, Extração líquido-líquido, Humidificação e Secagem.*
- Dimensionar o equipamento a usar nos diferentes (bio)processos estudados.*

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*The main purpose of Separation Processes is to provide to students the ability to:*

- Understand the fundamental concepts of equilibrium-controlled separation processes in the chemical and biological engineering: gas/liquid absorption, distillation, liquid-liquid extraction, humidification, and drying.*
- To design the equipment required for each of the studied (bio)processes.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:*Absorção Gasosa. Operação em contra-corrente vs co-corrente. Caudal mínimo de operação. Etapa teórica. Unidade de transferência. Altura de enchimento. Dimensionamento de equipamento.**Destilação. Diagramas de equilíbrio. Método de McCabe-Thiele. Eficiência de andar. Destilação descontínua. Equipamento.**Extração por solventes. Coordenadas triangulares e retangulares. Extração multi-etapas com correntes cruzadas e contra-corrente. Solventes imiscíveis. Refluxo. Colunas de enchimento; Equipamento.**Humidificação/Desumidificação. Humidade e percentagem de humidade. Temperatura de termómetro húmido e de saturação adiabática. Carta psicrométrica - sistema ar/água. Dimensionamento. Equipamento.**Secagem. Curvas de velocidade de secagem. Dimensionamento.**Introdução ao Aspen. Resolução de exercícios de destilação multicomponente e de extração por solventes.***4.4.5. Syllabus:***Gas Absorption. Countercurrent vs cocurrent multistage operation; Equilibrium stage; HOG and NOG; Criteria for design and operation of equipment.*

Distillation. Vapour- liquid equilibria; Multistage tray towers; McCabe and Thiele method; Packed towers; Batch distillation.
Liquid Extraction; Liquid – liquid equilibria; Criteria for solvent selection; Stagewise contact; Continuous contact equipment.
Humidification; Definitions. Wet-bulb and adiabatic-saturation temperature; Gas-liquid adiabatic operations; Equipment. Water-cooling towers.
Drying; Equilibrium and definitions; Batch drying. Rate and time of drying; Continuous drying. Equipment and applications
Introduction to Aspen. Resolution of exercises with multicomponent distillation column and solvent extraction column by Aspen.

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

Esta UC inicia os alunos na área dos processos de separação comumente usados na indústria química e biológica regulados pelo equilíbrio termodinâmico. Nos primeiros capítulos os estudantes adquirem os conhecimentos e ferramentas que lhes permitirão dimensionar as diferentes operações de separação e saber obter a informação relevante para o seu dimensionamento. Será dada atenção aos mecanismos de transporte associados sendo dados exemplos de dimensionamento e otimização dessas operações. Serão apresentados exemplos de separação aplicados a processos químicos e biológicos. No último capítulo os alunos são introduzidos ao programa ASPEN como ferramenta computacional de apoio na resolução de problemas de separação mais complexos.

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

This course introduces students to the separation processes commonly used in the chemical industry and controlled by thermodynamic equilibrium. In the early chapters the students will acquire the tools to design the presented unit operations and know how to obtain the required information for each design scheme. In each unit operation, special focus will be given to the associated transport mechanisms and examples will be given on design and optimization of each separation process. Several examples will be given in the separation of given chemical and biological processes. In the last chapter the students are introduced to the program ASPEN as a computational tool support in solving more complex separation problems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino baseia-se em aulas TP e aulas práticas de utilização do programa ASPEN. Nas aulas TP são lecionadas as matérias da UC de acordo com o seu programa e, sempre que justificável, resolvidos exercícios de aplicação dos conceitos introduzidos. Nas aulas práticas, os alunos, constituídos em grupos, resolverão uma série de exercícios de processos de separação mais complexos.

Avaliação:

- 1. Realização de 2 mini-testes, cada um valendo 35% da nota final.*
- 2. Realização de um trabalho prático consistindo na resolução de um problema de um processo de separação usando o ASPEN; inclui a elaboração, apresentação e discussão do respetivo relatório. Avaliação em grupo de 3 alunos. Valorização para a nota final = 30%.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching comprises lectures and practical classes where the students will use ASPEN. Lectures cover all the content according with the syllabus. Wherever necessary example problems will be solved to illustrate the given concepts. Practical classes are programmed so that students, in the form of groups, will apply ASPEN to solve a series of separation processes exercises.

Assessment:

- 1. Two mini tests (closed-booked), each one worth 35% of the final grade.*
- 2. To perform and present a work (to be held in a group, consisting of no more than 3 students). To resolve a practical problem of a separation process using ASPEN. It accounts for 30% of the final grade.*

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

A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas TP é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos alunos.

O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os alunos têm de realizar um trabalho em grupo, consistindo na resolução de um problema fornecido previamente pelo docente e utilizando o programa ASPEN. O trabalho incluindo a sua realização na sala de computadores, a apresentação das principais conclusões aos docentes e restantes alunos seguida de discussão, permitindo testar a criatividade, autonomia e capacidades comunicativas dos alunos.

Cada aluno é avaliado em contexto de grupo e individualmente (nos mini testes) sendo a classificação final do aluno dada individualmente. Avaliar-se-á a capacidade de o aluno se exprimir quer oralmente, quer por escrito.

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

The knowledge to be acquired in the TP classes is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyze and solve numerical problems.

The capacity of teamwork is an important aspect of the course. Students will perform a practical work as a team, where they will have to solve a problem previously given with the help of ASPEN. This includes also the presentation of the main conclusions of their work and discussion, which will allow testing the creativity, autonomy, and research and communication skills of the students.

Each student is evaluated in group and individually (through the mini tests). The student's final grade is given individually. The ability of the students to express themselves orally or in writing will be assessed.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Wankat, P.C., "Equilibrium Staged Separations", Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK, 1990.
2. Treybal, R.E., "Mass Transfer Operations" McGraw Hill Inc., Tokyo, Japão, 1981.
3. Gomes de Azevedo, E., "Engenharia de Processos de Separação", IST Press, 2013
4. Harrison, R., Todd, P., Rudge, S., Petrides, D., "Bioseparations Science and Engineering", Oxford University Press, 2nd ed. 2015, UK
5. Rousseau, R.W. "Handbook of Separation Process Technology", Wiley 1987

Mapa IV - Programa de Introdução à Investigação Científica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programa de Introdução à Investigação Científica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Undergraduate Research Opportunities Program

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQB

4.4.1.3. Duração:

Trimestral / Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:7

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Pedro Miguel Calado Simões - OT:7h

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

Isabel Maria Rola Coelho - OT:7h

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

O Programa de Introdução à Investigação Científica (PIIC) visa promover a participação de estudantes, desde cedo na sua formação, em projetos de investigação científica coordenados por docentes e investigadores da faculdade. Através do programa, o estudante que dele participe deverá ter contacto com práticas de investigação científica e adquirir conhecimento do modo de funcionamento de projetos de investigação. Desenvolverá aptidões de apresentação e explicação de resultados científicos, e competências transversais de trabalho em grupo, de comunicação escrita e oral, e aprendizagem em autonomia. Deverá ainda adquirir conhecimentos e, eventualmente, aptidões técnicas específicas na área concreta do projeto em que o estudante esteja envolvido.

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

The Undergraduate Research Opportunities Program (UROP) program aims at promoting the participation of students, since early in their academic career, in research projects developed by academic staff of the faculty. Through UROPs, the student will have contact with scientific research environment and gain knowledge of how research projects work. The student will develop skills in presenting and explaining research results, and transferable

skills of working in teams, oral and written communication, and independent learning.

Depending on the specific project chosen by the student, (s)he will acquire specific knowledge on the subject area and, possibly, also some specific technical skills in the project area.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Os conteúdos programáticos específicos dependem do projeto concreto escolhido pelo estudante no programa.

4.4.5. Syllabus:

The concrete syllabus depends on the specific project chosen by the student in the program.

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

Não aplicável.

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

Not applicable.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A comissão científica do curso mantém uma lista de ofertas de participação de estudantes em projetos de investigação, no âmbito do Programa de Introdução à Investigação Científica. Cada entrada nessa lista deverá apresentar o projeto em que o estudante será enquadrado, um plano de trabalhos sumário, e o orientador científico. O estudante escolhe a participação num dos projetos da lista. Havendo vários estudantes interessados numa mesma participação, cabe ao orientador científico escolher o estudante a participar.

O estudante cumpre o plano de trabalho ao longo do semestre, com especial incidência no período entre o final da época de exames e o início do semestre seguinte, tendo durante esse período orientação tutorial.

A avaliação é feita por relatório final das atividades desenvolvidas, podendo ser complementada com informação do orientador, de avaliação contínua que este tenha feito do trabalho ao longo do semestre.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The scientific committee of the study cycle keeps a list of UROP offers, for the participation of students in research projects. Each entry in the list must present the research project in which the student will be integrated, the work plan for the student, and the name of the scientific supervisor.

The student chooses one of the UROP's offers. If several students choose the same offer, it is up to the supervisor to select one of the students.

The student carries out the work plan along the semester, with special incidence in the period between the end of exams and the beginning of the next semester.

The assessment is made by a final report, describing the activities and results obtained. The assessment can be complemented with further information collected by the supervisor during the activities.

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

A existência de uma oferta atualizada de participação em projetos de investigação científica permitirá de facto, aos estudantes interessados em seguir este programa, a participação em atividades de investigação.

Sendo esta oferta sempre, necessariamente, integrada em projetos de investigação em curso na faculdade, sob a coordenação de docentes ou investigadores, projetos esses que envolvem equipas de investigação, é oferecida ao estudante a oportunidade de trabalho em equipa. Do contacto com a equipa de investigação, que durante o período intercalar (entre o final da época de exames e o início do semestre seguinte) será praticamente diário, resulta necessariamente um contacto e conhecimento das práticas de investigação da equipa. Se o trabalho exigir conhecimentos e/ou aptidões específicas essas terão que ser adquiridas pelo estudante, em autonomia, embora com orientação do docente orientador.

As técnicas de comunicação são exigidas, e testadas, para a avaliação final.

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

The existence of an up-to-date list of UROP offers allows interested students to participate in real research activities carried out by academic staff of the Faculty.

Given that the offer must be integrated in ongoing research projects, carried out by teams of researchers, it is guaranteed that the student will work in a team, and necessarily given the opportunity to develop skills of team work. From the contact with the research team, which during the intercalary period (between the end of exams and the beginning of the next semester) will be daily or close to daily, the student will get to know scientific research practices of the project. If the work plan requires specific knowledge and technical skills, these are to be acquired by the student in independent learning, with supervision.

The communication skills are required, and assessed, in the final evaluation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Depende do projeto específico escolhido por cada estudante.

Depends on the specific project chosen by the student.

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Programa de Introdução à Prática Profissional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Undergraduate Practice Opportunities Program

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQB

4.4.1.3. Duração:

Trimestral / Trimester

4.4.1.4. Horas de trabalho:

80

4.4.1.5. Horas de contacto:

OT:7

4.4.1.6. ECTS:

3

4.4.1.7. Observações:

Optativa

4.4.1.7. Observations:

Optional

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

Isabel Maria Rola Coelho - OT: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):

O Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP) visa promover a participação de estudantes, desde cedo na sua formação académica, em atividades em ambiente empresarial.

Através do programa, o estudante que dele participe terá contacto com trabalhos de engenharia, no dia a dia, numa empresa. Tomará conhecimento do modo de funcionamento de projetos de engenharia em ambiente empresarial. Desenvolverá competências transversais de trabalho em grupo, de comunicação escrita e oral, e aprendizagem em autonomia.

Deverá ainda adquirir conhecimentos e, eventualmente, aptidões técnicas específicas na área concreta do trabalho que o estudante desenvolve na empresa.

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

The Undergraduate Practice Opportunities Program (UPOP) program aims at promoting the participation of students, since early in their academic career, in practical activities in non-academic environment.

Through UPOPs, the student will have contact with the daily activities of engineering projects in a company. By this contact, the student gets to know how engineering projects develop, in practice. (S)he is expected to develop transferable skills in working in teams, oral and written communication, and independent learning.

Depending on the specific work developed by the student in the company, (s)he will acquire specific knowledge on the subject area and, possibly, also some specific technical skills relevant to the company.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Os conteúdos programáticos específicos dependem do projeto concreto escolhido pelo estudante no programa.

4.4.5. Syllabus:

The concrete syllabus depends on the specific project chosen by the student in the program.

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

Não aplicável.

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

Not applicable.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A comissão científica do curso mantém uma lista de ofertas de participação em projetos em ambiente empresarial, no âmbito do PIPP. Cada entrada na lista apresenta o nome da empresa, o projeto em que é enquadrado, um plano de trabalhos sumário, o período em que as atividades são desenvolvidas, e os orientadores na empresa e científico.

O estudante escolhe um dos projetos da lista. Havendo vários interessados numa mesma participação, cabe ao orientador na empresa escolher o estudante a participar.

O estudante cumpre o plano de trabalho com orientação tutorial, no período designado, devendo esse período, em princípio, coincidir com o período entre o final dos exames e o início do semestre seguinte. As atividades de PIPP podem também ser consideradas como parte de estágios mais alargados (e.g. estágios de Verão).

A avaliação é feita mediante parecer realizado pelo orientador na empresa e uma apresentação oral do estudante no final do seu estágio.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

he scientific committee of the study cycle keeps a list of UPOP offers, for the participation of students in projects in non-academic environment. Each entry in the list has the name of the company, the project in which the student will be integrated, the work plan, the period in which the activities take place, and the names of the supervisor in the company and the scientific supervisor.

The student chooses one of the UPOP's offers. If several choose the same offer, it is up to the supervisor in the company to select the student. The student carries out the work plan with supervision, in the designated period, which in principles is the period between the end of exams and the beginning of the next semester.

UPOP projects can also be considered as part of larger internships in a company (e.g. summer internships).

The assessment is made by a report written by the company's supervisor and an oral presentation made by the student in the end of the internship.

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

A formação da lista de ofertas no âmbito no Programa de Introdução à Prática Profissional, selecionadas pela comissão científica do curso permitirá de facto, aos estudantes interessados em seguir este programa, a participação em atividades em ambiente empresarial.

Através dessa seleção, é garantido que as atividades do estudante, supervisionadas pelo orientador, são integradas em equipas na empresa. Do contacto com a equipa e orientador na empresa, que durante o período das atividades será praticamente diário, resulta necessariamente um contacto e conhecimento das práticas de trabalho de engenharia da empresa. Se o trabalho exigir conhecimentos e/ou aptidões específicas estas terão de ser adquiridas pelo estudante, em autonomia, embora com orientação do orientador científico. As técnicas de comunicação são exigidas, e testadas, para a avaliação final.

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

The UPOP offers, selected by the scientific committee, allow interested students to participate in real projects carried out in non-academic environment.

Through the selection process it is guaranteed that the activities of the student will be integrated in teams in the company. From the contact with the team, and with the supervisor in the company, which will be daily or close to daily, the student will get to know the work practices of the company in engineering projects. If the work plan requires specific knowledge and technical skills, these are to be acquired by the student with independent learning, with supervision from the academic supervisor. The communication skills are required, and assessed, in the final evaluation.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Depende do projeto específico escolhido por cada estudante.

Depends on the specific project chosen by the student.

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem**4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:**

Os métodos de ensino incluem exposição da matéria nas aulas teóricas mas estimulando a pesquisa para autoaprendizagem individual e em equipa, nas aulas teórico-práticas, recorrendo a software específico de resolução de problemas de engenharia (MATLAB, ASPEN) e aplicada nas aulas práticas através do contacto com instrumentação

que proporciona aprendizagem hands on em ambiente laboratorial e semi-industrial via instalação piloto. É estimulada a aprendizagem baseada em projeto, desenvolvendo competências na identificação, análise e resolução de problemas, promovendo espírito crítico, criatividade, redação e oralidade. O Projeto Integrador agrega transversalmente os conceitos fundamentais aplicando-os a um caso de estudo de (bio)processo, requisito fundamental para um licenciado em engenharia. A formação é consolidada em ambiente industrial/académico (PIPP/PIIC), reforçando hábitos de trabalho, responsabilidade e autoconhecimento e introduzindo conceitos de inovação científica e tecnológica

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

The teaching methods include subject exposition in theoretical classes but at same time stimulating research for individual and team self-learning, to be developed in theoretical-practical classes by using specific software for problem solving engineering (MATLAB, ASPEN) and applied in practical classes through contact with instrumentation that provides hands-on learning in laboratory and semi-industrial environment via the pilot installation. Project-based learning is encouraged, developing skills in identifying, analyzing and solving problems, promoting critical thinking, creativity, writing and orality. The Integrative Project transversally assimilates the fundamental concepts applying them to a (bio) process case study, a fundamental requirement for an engineering degree. The training is consolidated in an industrial / academic environment (PIPP/PIIC), reinforcing work habits, responsibility and self – knowledge and introducing concepts of scientific and technological innovation.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

Ao ser elaborada a ficha da unidade curricular, para além das horas de contacto, é estimado um tempo de trabalho não presencial para realização de trabalhos e estudo autónomo por parte do estudante, coerente com os objetivos e conteúdos programáticos da UC, considerando ainda o respetivo grau de dificuldade. A verificação de que a carga média do trabalho corresponde aos ECTS estimados é feita: i) pelo próprio docente ao acompanhar os estudantes ao longo do período letivo em que funciona a UC, apercebendo-se de maiores ou menores dificuldades na apreensão da matéria, na realização de trabalhos, na pesquisa e consulta de fontes, ii) através de consulta aos estudantes pelo Coordenador da licenciatura e comissão pedagógica, iii) por análise dos Inquéritos da Avaliação da Satisfação da Qualidade de Ensino e dos Relatórios das UC. Estes dados têm permitido concluir que, de forma geral, os ECTS correspondem ao volume de trabalho exigido aos estudantes.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

When preparing the curricular unit sheet, in addition to the contact hours, it is estimated a non-contact work time for the student to carry out academic work and autonomous study, consistent with the objectives and contents of the course. This estimate accounts also the degree of difficulty. The average work load vs the estimated ECTS is verified by i) by the lecturer himself, accompanying the students during the academic period in which the course works, becoming aware of their more or less difficulties in the comprehension the subjects, (ii) through consultation of students by the Coordinator and pedagogical committee, (iii) by the analysis of the Quality Assessment Satisfaction Surveys and the Reports of the UC. These data have led to the conclusion that, in general, ECTS correspond to the amount of work required by students.

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

A avaliação na maioria das UC é diversificada, incluindo testes (presenciais e em plataformas, ex. Moodle), relatórios, projetos, seminários, exames, aferindo de forma distribuída a aquisição de conhecimentos/competências. O processo de avaliação em cada UC, concebido e estruturado pelos docentes nela envolvidos de forma a garantir uma apreciação adequada da aprendizagem em função dos objetivos, encontra-se descrito numa plataforma eletrónica sendo estabelecido antes do início das aulas e obedecendo a um calendário coordenado com as avaliações intercalares das restantes UC, evitando sobreposição excessiva de elementos de avaliação. A garantia da adequação da avaliação aos objetivos é também verificada pela coordenação do curso através de reunião de responsáveis/regentes das UC com a Comissão Pedagógica do Curso, integrando representantes dos estudantes, onde são analisados/corrigidos os métodos de avaliação em cada semestre, tendo em conta os resultados dos inquéritos aos estudantes.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

The assessment in most UC is diverse including tests (face-to-face and in platforms, e.g. Moodle), reports, projects, seminars, exams, assessing in a distributed way the acquisition of knowledge / skills. The evaluation process in each UC, designed and structured by the teachers involved in it to ensure an adequate assessment of the learning according to the objectives, is described in an electronic platform, being established before the beginning of the classes and following a coordinated schedule with the interim evaluations of the remaining UC, avoiding excessive overlapping of evaluation elements. The guarantee of the adequacy of the evaluation to the objectives is also verified by the coordination, through a meeting of responsible and regents of the UC with the Pedagogical Commission of the Course, integrating representatives of the students, where the evaluation methods are analyzed / corrected in each semester, taking into account the results of the student surveys.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Devido à proximidade entre laboratórios de aulas e de investigação no Departamento de Química (DQ), que integra maioritariamente os centros de investigação (LAQV e UCIBIO, classificados como Excelente), inclusive com partilha de equipamento, os estudantes são motivados a iniciar atividades de investigação científica através da realização de miniprojetos laboratoriais em alternativa a um conjunto de trabalhos práticos. A UC Programa de Introdução à

Investigação Científica (PIIC) proporciona ao estudante o contacto com o ambiente académico/científico durante 5 semanas, permitindo a familiarização com técnicas, métodos, instrumentação utilizados em investigação científica. Na UC CTCT desenvolvem competências de comunicação em ciência e tecnologia escrita, oral e em painel.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

Due to the proximity between the laboratory and the research in Chemistry Department (DQ), which mainly integrates the research centers (LAQV and UCIBIO, classified as Excellent), including equipment sharing, students are motivated to initiate scientific research activities through mini - laboratory projects as an alternative to a set of lab sessions. The UC Undergraduate Research Opportunity Program (PIIC) provides to the student the contact with the academic / scientific environment for 5 weeks, allowing familiarization with techniques, methods and instrumentation used in scientific research. In the CTCT course, students develop communication skills in writing and in oral presentation of scientific reports.

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:

Na fixação do número total de créditos e da duração do ciclo de estudos da licenciatura em Engenharia Química e Biológica, foram seguidas as recomendações do art. 9.º do Decreto-Lei n.º 74/2006 de 24 de Março, tendo-se adotado valores concordantes com os de instituições de referência do ensino universitário europeu na área da Engenharia Química e Biológica. Esta padronização tem como objetivo assegurar as condições de formação e de integração profissional similares, em duração e conteúdo, às dos restantes estados facilitando a mobilidade dos estudantes no espaço da União Europeia. O nível de formação correspondente ao grau de licenciado é atribuído após a obtenção de 180 ECTS e 3 anos de duração, conferindo uma formação sólida nas áreas científicas de base, Matemática, Física, Química, Biologia assim como nas Ciências de Engenharia, e contém no final uma UC, Projeto Integrador, que agrega transversalmente os conceitos adquiridos antes aplicando-os a um caso de estudo de (bio)processos.

4.6.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles 8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of DL no. 74/2006, republished by DL no. 65/2018, of August 16th:

The total number of credits and the duration of the cycle of studies of the bachelor in Chemical and Biological Engineering was established following the recommendations of the article 9th of the Decree n.º 74/2006 of 24 of March, and are in agreement with the ones adopted by European institutions of reference in the area of Chemical and Biological Engineering. This standardization has the objective to assure the conditions of similar formation and professional integration to the ones of the European countries facilitating the mobility of the students in the space of the European Union. The bachelor degree is attributed after the attainment of 180 ECTS and 3 years of duration, conferring a solid background in the scientific areas of Mathematics, Physics, Chemistry, Biology, as well as, in Sciences of Engineering, and contains in the end a UC, Integrating Project, that aggregates the concepts acquired before applying them in a case study of a (bio) process.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

Os créditos ECTS exprimem o volume de trabalho que cada UC exige relativamente ao volume global de trabalho necessário para concluir com êxito um ano de estudos, e não se limita apenas às horas de contacto presencial, incluindo aulas teóricas, teórico-práticas, trabalhos práticos, seminários, estágios, trabalho pessoal e exames ou outras formas de avaliação. O volume de trabalho de um aluno médio de forma a obter os resultados de aprendizagem estabelecidos foi avaliado pelo corpo docente de cada área tendo em conta a experiência de anos anteriores, complementado com inquéritos aos estudantes para aferição e validação, procedendo-se a ajustamentos sempre que necessário. A organização do plano curricular baseou-se no princípio de que 60 créditos medem o trabalho em tempo integral durante um ano académico. Na presente proposta curricular 1 ECTS corresponde a 28 horas de trabalho, resultante da atribuição de uma carga de trabalho de 1680 horas por ano letivo a tempo inteiro.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

Credits ECTS give the amount of work that each UC demands relatively to the global volume of work necessary to conclude with success one year of studies, and it is not limited only to the hours of contact, including lectures, problems solving sessions, laboratory works, seminars, training and personal work and examinations or other forms of evaluation. The volume of work of an average student to acquire the established results of learning was evaluated by the faculty teachers of each area having in account the experience of previous years, complemented with inquiries for evaluation and validation, followed by adjustments whenever necessary. The organization of the curricular plan was based on the principle that 60 credits measure the work during one academic year. In the present curricular proposal 1 ECTS corresponds to 28 working hours, resultant of the attribution of a workload of 1680 hours per academic year.

4.7. Observações

4.7. Observações:

Pertencente ao Perfil Curricular FCT, está incluída nos planos curriculares, uma opção designada Unidade Curricular do Bloco Livre, a qual inclui unidades de todas as áreas científicas da FCT NOVA, com exceção das da área predominante do curso, aprovadas anualmente pelo Conselho Científico da FCT NOVA.

4.7. Observations:

As part of the FCT Curricular Profile, an option called Unrestricted Elective is included in the curricular plans, which includes curricular units from all scientific areas of FCT NOVA, with the exception of the predominant area of the course, approved annually by the Scientific Council of FCT NOVA.

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.

Maria de Ascensão Carvalho Fernandes de Miranda Reis

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
Ana Isabel Nobre Martins Aguiar de Oliveira Ricardo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Química - Química-Física	100	Ficha submetida
Ana Rita Cruz Duarte	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Ana Maria de Sousa Alves de Sá	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Equações Diferenciais/Matemática	100	Ficha submetida
Maria Cecília Marques Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática - Investigação Operacional	100	Ficha submetida
César Antonio Tonicha Laia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Elvira Maria Sardão Monteiro Gaspar	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Filipe José Gonçalves Pereira Marques	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Matemática - Especialidade de Estatística	100	Ficha submetida
Helena Maria Lourenço Carvalho Remígio	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Industrial	100	Ficha submetida
Isabel Maria de Figueiredo Ligeiro da Fonseca	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química-, Catálise Heterogénea	100	Ficha submetida
Isabel Maria da Silva Cabral	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática, especialidade de Álgebra	100	Ficha submetida
Isabel Maria Rola Coelho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
João Alexandre Miranda da Silva Reis	Professor Associado convidado ou equivalente	Licenciado		Ciências de Engenharia - Engenharia Química	50	Ficha submetida
João Paulo Serejo Goulão Crespo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
João Pedro Botelho Veiga	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Ciências dos Materiais	100	Ficha submetida
Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Física de Superfícies	100	Ficha submetida
José Luís Toivola Câmara Leme	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Epistemologia das ciências	100	Ficha submetida
José Luís Capelo Martinez	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Química Analítica	100	Ficha submetida
José Paulo Barbosa Mota	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Luís Jaime Gomes Ferreira da Silva Mota	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Biologia	100	Ficha submetida
Maria Ascensão Carvalho Fernandes Miranda Reis	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Engenharia Bioquímica	100	Ficha submetida
Maria Madalena Alves de C.S.D. Andrade	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química-Física/Química	100	Ficha submetida
Maria do Carmo Proença Caseiro Brás	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Matemática na especialidade de	100	Ficha submetida

Investigação Operacional

Maria Filomena Andrade de Freitas	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Biológica	100	Ficha submetida
Mário Fernando José Eusébio	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Pedro Abílio Duarte de Medeiros	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Informática	100	Ficha submetida
Maria Margarida Canas Mendes de Almeida Cardoso	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química - Fenómenos de Transferência	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Calado Simões	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Human Molecular Genetics	100	Ficha submetida
Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física/Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Susana Filipe Barreiros	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química Física	100	Ficha submetida
Rui Manuel Freitas Oliveira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Bioquímica	100	Ficha submetida
Ruy Araújo da Costa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	Ficha submetida
Teresa Maria Alves Casimiro Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química-Física	100	Ficha submetida
Marco Diogo Richter Gomes da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química Orgânica - Química Biorgânica e Analítica	100	Ficha submetida
Cristiana Andreia Vieira Torres	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química e Bioquímica	20	Ficha submetida
Hugo Miguel Baptista Carreira dos Santos	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Biochemistry, Proteomics	20	Ficha submetida
Isabel Alexandra de Almeida Canento Esteves Esperança	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	20	Ficha submetida
Joana Costa Fradinho	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química e Bioquímica	20	Ficha submetida
Luísa Alexandra Graça Neves	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	20	Ficha submetida
Rafael Sousa Costa	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química e Biológica	20	Ficha submetida
Clara Sofia Barreiro Gomes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Química	20	Ficha submetida
José António da Silva Lopes	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	20	Ficha submetida
				3510	

<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.**

42

5.4.1.2. Número total de ETI.

35.1

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:	33	94.017094017094

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):	34.6	98.575498575499

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	18.7	53.276353276353 35.1
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 35.1

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	33	94.017094017094 35.1
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 35.1

Pergunta 5.5. e 5.6.

5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

O Regulamento da FCT NOVA relativo à Avaliação do Desempenho têm por objeto o desempenho dos docentes, visando avaliá-lo em função do mérito e melhorar a sua qualidade. A avaliação de desempenho abrange todos os docentes das escolas envolvidas, tem em conta a especificidade de cada área disciplinar e considera todas as vertentes da respetiva atividade: a) Docência; b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação; c) Tarefas administrativas e de gestão académica; d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade. Os resultados da avaliação têm consequências no posicionamento remuneratório, contratação por tempo indeterminado e renovações de contratos. Para a permanente atualização dos docentes contribui, desde logo, a implementação de uma política de estímulo à investigação de qualidade com o objetivo de incentivar projetos com potencial de investigação e reconhecer o mérito dos investigadores mais destacados.

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

The Evaluation of the Performance's Statutes of FCT NOVA evaluate the merit of all academic staff, in order to improve their quality. The evaluation considers the specificities of each scientific area and aims at all the aspects of academic activity: a) Teaching; b) Research, development and innovation; c) Administrative work and academic management; d) Dissemination and community support activities. The evaluations' results impact the remuneration of the academic staff, tenure, contract renewal of professors, authorization of sabbatical leaves, teaching load, and grants. The implementation of incentives for quality research based on the evaluation, contributes to continuous updates of staff, to improve the research potential, and to acknowledge the merit of the most recognized professors.

5.6. Observações:

O corpo docente que participa no ciclo de estudos é altamente diversificado e qualificado em termos científicos e pedagógicos. A experiência científica e pedagógica dos docentes envolvidos no ciclo de estudos cobre integralmente as áreas ministradas no curso. Alguns Docentes possuem experiência empresarial e de criação de novas empresas, o que permite transmitir aos estudantes conceitos do mundo real onde serão inseridos após a licenciatura.

5.6. Observations:

The academic staff that participates in LEQB is highly diversified and qualified in scientific and pedagogical terms. The scientific and pedagogical experience of the academic staff involved in the study cycle fully covers the areas taught in the course. Some members of the staff have business experience as well as in the formation of start-ups which allow students to have a clear vision of the world where they will be inserted after graduation.

6. Pessoal Não Docente**6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.**

O DQ tem atualmente um quadro pouco numeroso, mas eficiente, de pessoal não docente. Neste quadro, incluem-se os funcionários da administração pública assim como técnicos contratados pelos Centros de Investigação LAQV e UCIBIO. Estes funcionários desempenham funções associadas ao funcionamento geral dos setores e dos vários ciclos de estudo do DQ. Distribuem-se pelo secretariado (6) e pelos laboratórios de ensino (7), prestando apoio direto às aulas práticas lecionadas no Departamento. O ciclo de estudos tem ainda o apoio de 6 técnicos contratados pelos centros de investigação e integrados nos laboratórios de análises. Estes prestam apoio analítico às aulas laboratoriais e na dissertação. O DQ tem ainda o apoio dos serviços gerais da FCT NOVA, nomeadamente a Divisão de Apoio Técnico, a Divisão de Planeamento e Gestão da Qualidade, a Divisão Académica e a Divisão de Infraestruturas Informáticas.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

The chemistry department (CD) currently has a scarce number but efficient frame of non-teaching staff. This includes public servants and technicians hired by the research centers, LAQV and UCIBIO. These employees perform duties associated with the general operation of the sectors and the multiple cycles of study of the CD. They are distributed by the secretariat (6) and the teaching laboratories (7) where they provide direct support for classes taught by the Department. The module has also the support of six technicians hired by the research centers and integrated in the analytical laboratories. These technicians provide analytical support to laboratory classes and during the experimental part of the thesis. The CD also has the support of the general services of FCT NOVA, including Technical Support Division, the Planning and Quality Management Division, the Academic Division and the Computing Division.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

73 % possui como habilitação o ensino secundário ou inferior; 20% são licenciados e 7% possui o doutoramento.

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

73% of the non-teaching staff has the secondary-school degree or less; 20 % are graduated and 7 % hold a PhD. Degree.

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação do pessoal não docente é efetuada segundo o SIADAP – Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho da Função Pública – o qual assenta na definição de objetivos institucionais que são desdobrados pela organização. Os objetivos a atingir por cada funcionário, administrativo ou técnico, são definidos no início de cada ciclo avaliativo e estão alinhados com os objetivos estratégicos da instituição. A progressão do funcionário, a existir, dependerá da avaliação bienal que é feita em função do cumprimento das metas fixadas.

Parte do desenvolvimento e atualização destes profissionais é dado pela participação em atividades suplementares como escolas secundárias, ciência viva, escola de Verão, destacando-se a preparação dos estudantes para as olimpíadas europeias da ciência (EUSO). O empenho do pessoal não-docente permitiu que o DQ fosse anfitrião da EUSO em 2019 com participação de 24 países obtendo elevado reconhecimento internacional.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

The performance of non-academic staff is based on SIADAP – Integrated System for Performance Evaluation of Public Administration. SIADAP requires the definition and deployment of institutional objectives. The goals to be attained by the non-academic staff are aligned with the institution strategic objectives and are defined at the beginning of each evaluation cycle. The career progression of staff depends on their biennial evaluation, which is based on the degree of accomplishment of the pre-defined goals.

Part of the development and updating of these professionals is provided by their participation in supplementary activities such as secondary schools, “Ciência Viva” programs, summer school activities, etc. with special focus on the students' preparation for the European Olympiad of Science (EUSO). The commitment of non-teaching staff allowed DQ to host EUSO in 2019 with the participation of 24 countries, obtaining high international recognition.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

Salas de aula (gerais)
 Anfiteatros (gerais)
 Salas de estudo (gerais)
 Salas de estudo com computadores (gerais)
 Gabinetes de estudo individual
 Gabinetes de estudo em grupo
 Biblioteca (1 sala de leitura informal, 1 sala de exposições, 1 auditório, 550 lugares de leitura)
 Laboratórios de ensino gerais
 Laboratórios de ensino do DQ
 Laboratórios de investigação do DQ
 Computer cluster do DQ
 Instalação Piloto

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

Classrooms (general)
 Auditoriums (general)
 Study rooms (general)
 Study rooms with computers (general)
 Individual Study Rooms
 Group Study Rooms
 Library (1 informal reading room, exhibition hall 1, auditorium 1, 550 seats of reading)
 General teaching laboratories
 DQ teaching laboratories
 DQ research laboratories
 DQ Computer cluster
 Pilot Plant

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Equipamentos e Materiais / Número:
 AES - espectroscopia de emissão atómica: chama e câmara de grafite 1
 Absorção Transiente por Fotólise de relâmpago 1
 Analisador de Carbono Orgânico Total 1
 Analisador NO₃, NO₂, PO₄ e NH₄⁺ (Skalar) 1
 Analisador Elementar 1
 Balança de adsorção ISOSORP2000 1
 Biorreatores 3
 Calorimetria diferencial de varrimento 1
 Centrífuga 7
 Computer Cluster 1
 Cristalografia de RX 2
 Cromatografias líquida e iónica de alta resolução 4
 Cromatografia gasosa (GC-FID, GC-TCD) 2
 Culturas celulares (fluxo laminar, autoclave, incubadoras, microscópio) 1
 Espectrofluorometria 4
 Espectrometria de massa 2
 Espectroscopia de Infravermelho + ATR 5
 Espectroscopia de relaxação dielétrica 1
 Espectroscopia de UV-Vis 18
 Espectroscopia Mossbauer 1
 Espectroscopia Stopped-Flow 2
 Porosimetria de mercúrio e de azoto 1
 Ressonância Paramagnética Eletrónica 1
 Termogravimetria 1
 Bioreatores de 50-100L 5
 Unidades de ultra e nanofiltração 4
 Instalação de unidade supercrítica 2
 Centrífuga semi-industrial 1

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

Equipment e materials / Number:
 AES - emission spectroscopy: flame atomic and in graphite chamber 1
 Laser Flash Photolysis 1
 TOC analyser 1

NO₃, NO₂, PO₄ and NH₄⁺ (Skalar) 1
 Elemental analyzer 1
 Magnetic suspension balance ISOSORP2000 1
 Bioreactors 3
 Differential scanning calorimetry 1
 Centrifuge 7
 Computer Cluster 1
 RX crystallography 2
 High performance ionic and liquid chromatographs 4
 Gas chromatography (GC-FID, GC-TCD) 2
 Cell cultures (laminar flow, autoclave, incubator, microscope) 1
 Spectrofluorimetry 4
 Mass spectrometry 2
 IR spectroscopy + ATR 5
 Dielectric relaxation spectroscopy 1
 UV-Vis spectroscopy 18
 Mossbauer spectroscopy 1
 Stopped-Flow spectroscopy 2
 Mercury intrusion and gas (N₂) porosimetry 1
 EPR – Paramagnetic Electronic Resonance 1
 Thermogravimetry 1
 Bioreactors of 50-100L 5
 Ultra and nano filtration modules 4
 Supercritical fluid pilot plants 2
 Semi industrial centrifuge 1

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
UCIBIO - Unidade de Ciências Biomoleculares Aplicadas / Applied Molecular Biosciences Unit	Excelente / Excellent	Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa / Universidade do Porto	6	www.requimte.pt/ucibio/
LAQV - Laboratório Associado para a Química Verde / Associated Laboratory for Green Chemistry	Excelente / Excellent	Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa / Universidade do Porto	18	www.requimte.pt/laqv/

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.

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/73e15951-9fe4-8ea2-08d7-5e73ebf9e9b0>

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:

<https://a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/73e15951-9fe4-8ea2-08d7-5e73ebf9e9b0>

8.4. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos.

Os docentes e investigadores da UCIBIO e LAQV estão envolvidos atualmente em 50 projetos de investigação nacionais e 20 projetos de investigação internacionais. Alguns exemplos estão detalhados abaixo:

1. Des.solve-When Solids become Liquids: Natural Deep Eutectic Solvents for Chemical Process Engineering, ERC funding, Ana Duarte
2. Scent: Hybrid Gels For Rapid Microbial Detection, ERC funding, Cecília Roque
3. PHOS FORCE:Market ready technologies for P-recovery from municipal wastewater , EC funding, Maria Reis
4. ECO SENSE AQUAMONITRIX-Enhanced Portable Sensor for Water Quality Monitoring, moving to genuinely integrated Water Resource Management, EC Funding, João Paulo Crespo
5. Smart-Plant: Scale-Up Of Low-Carbon Footprint Material Recovery Techniques In Existing Wastewater Treatment

Plants, EC Funding, Maria Reis

6. (GLOPACK) *Granting society with LOw environmental impact innovative PACKaging, EC Funding, Maria Reis*
7. *CleanMemBrains-Geração Sustentável de energia eléctrica por electrodiálise inversa com novas membranas de troca iónica monovalentes com propriedades "anti-fouling", FCT-MCTES, Svetlozar Velizarov*
8. *NANO GUARD2AR- Nanomaterials based Innovative Engineering Solution to Ensure Sustainable Safeguard to Indoor Air, EC Funding, Svitlana Lyubchik*
9. *Multibiorefinery - Multi-Purpose Strategies For Broadband Agro-Forest And Fisheries By-Products Valorization: A Step Forward For A Truly Integrated Biorefinery, FEDER, Maria Reis*
10. *INGREEN - Production of functional innovative ingredients from paper and agro-food side-streams through sustainable and efficient tailor-made biotechnological, EC Funding, Maria Reis*
11. *Res Urbis - Resources From Urban Bio-Waste, EC Funding, Maria Reis*
12. *YPACK- high performance polyhydroxyalkanoates based packaging to minimise food waste EC Funding, Maria Reis*
13. *INCOVER- Innovative eco-technologies for resource recovery from wastewater" EC Funding, Maria Reis*
14. *NoAW- Innovative approaches to turn agricultural waste into ecological and economic assets" EC Funding, Maria Reis*
15. *AFTERLIFE-Advanced Filtration Technologies for the Recovery and Later conversion of relevant Fractions from wastewater EC Funding, Maria Reis*
16. *FILs - Desenvolvimento de Líquidos Iónicos Fluorados como solventes para entrega específica, FCT-MCTE, Ana Pereira Estévez*
17. *CryoBES-Desenvolvimento de Sistemas de Criopreservação Inspirados na Natureza usando Solventes Eutéticos, FCT-MCTE, Alexandre Paiva*
18. *CO2USE-Utilização do CO2 como matéria-prima na produção de policarbonatos, FCT-MCTE, Ana Nunes*
19. *MembraneNanoDeliver-Desenho de sistemas de libertação controlada de biopéptidos em nanopartículas preparadas por tecnologias de membranas, FCT-MCTE, Carla Ferreira*

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.

The faculty and researchers of UCIBIO and LAQV are currently participating in 50 national research projects and 20 international research projects. Details can be found below:

1. *Des.solve-When Solids become Liquids: Natural Deep Eutectic Solvents for Chemical Process Engineering, ERC funding, Ana Duarte*
2. *Scent: Hybrid Gels For Rapid Microbial Detection, ERC funding, Cecília Roque*
3. *PHOS FORCE: Market ready technologies for P-recovery from municipal wastewater s, EC funding, Maria Reis)*
4. *ECO SENSE AQUAMONITRIX-Enhanced Portable Sensor for Water Quality Monitoring, moving to genuinely integrated Water Resource Management, EC Funding, João Paulo Crespo*
5. *Smart-Plant: Scale-Up Of Low-Carbon Footprint Material Recovery Techniques In Existing Wastewater Treatment Plants, EC Funding, Maria Reis*
6. (GLOPACK) *Granting society with LOw environmental impact innovative PACKaging, EC Funding, Maria Reis*
7. *CleanMemBrains-Geração Sustentável de energia eléctrica por electrodiálise inversa com novas membranas de troca iónica monovalentes com propriedades "anti-fouling", FCT-MCTES, Svetlozar Velizarov*
8. *NANO GUARD2AR- Nanomaterials based Innovative Engineering Solution to Ensure Sustainable Safeguard to Indoor Air, EC Funding, Svitlana Lyubchik*
9. *Multibiorefinery - Multi-Purpose Strategies For Broadband Agro-Forest And Fisheries By-Products Valorization: A Step Forward For A Truly Integrated Biorefinery, FEDER, Maria Reis*
10. *INGREEN - Production of functional innovative ingredients from paper and agro-food side-streams through sustainable and efficient tailor-made biotechnological, EC Funding, Maria Reis)*
11. *Res Urbis - Resources From Urban Bio-Waste, EC Funding, Maria Reis*
12. *YPACK- high performance polyhydroxyalkanoates based packaging to minimise food waste EC Funding, Maria Reis*
13. *INCOVER- Innovative eco-technologies for resource recovery from wastewater" EC Funding, Maria Reis*
14. *NoAW- Innovative approaches to turn agricultural waste into ecological and economic assets" EC Funding, Maria Reis*
15. *AFTERLIFE-Advanced Filtration Technologies for the Recovery and Later conversion of relevant Fractions from wastewater EC Funding, Maria Reis*
16. *FILs - Desenvolvimento de Líquidos Iónicos Fluorados como solventes para entrega específica, FCT-MCTE, Ana Pereira Estévez*
17. *CryoBES-Desenvolvimento de Sistemas de Criopreservação Inspirados na Natureza usando Solventes Eutéticos, FCT-MCTE, Alexandre Paiva*
18. *CO2USE-Utilização do CO2 como matéria-prima na produção de policarbonatos, FCT-MCTE, Ana Nunes*
19. *MembraneNanoDeliver-Desenho de sistemas de libertação controlada de biopéptidos em nanopartículas preparadas por tecnologias de membranas, FCT-MCTE, Carla Ferreira*

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:

De acordo com informação da Direção Geral do Ensino Superior (Infocursos_2018.xlsx obtido em <http://infocursos.mec.pt/bds.asp>) a percentagem de recém-diplomados do curso (diplomados entre 2012/13 e 2015/16) que estavam registados no IEFP como desempregados em 2018 é 3.4.%, significativamente inferior à média nacional dos diplomados em universidades públicas de 6.3%.

De acordo com os dados dos inquéritos (OBIPNOVA) efetuados em 2016, aos diplomados de 2014 e de 2019/2011 do Mestrado Integrado em Engenharia Química e Bioquímica (FCT NOVA), cerca de 78% dos diplomados consideram que existe boa adequação das funções à área de formação académica, assim como cerca 80% revelam satisfação global com a atividade profissional que exercem.

A elevada empregabilidade reflete a competitividade do curso e o perfil diferenciador que responde muito positivamente às necessidades das empresas conferindo competências muito valorizadas pelos empregadores.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

According to information from the Direção Geral do Ensino Superior (Infocursos_2018.xlsx from <http://infocursos.mec.pt/bds.asp>) the percentage of recent graduates of the course (graduates between 2012/13 and 2015/16) who were registered in the IEFP as unemployed in 2018 is 3.4%, significantly lower than the national average of graduates in public universities of 6.3%.

According to survey data (OBIPNOVA) conducted in 2016, for 2014 and 2019/2011 graduates of the Integrated Master's in Chemical and Biochemical Engineering (FCT NOVA), about 78% of the graduates consider that there is a good fit of the functions to the academic training area, as well as about 80% show overall satisfaction with their professional activity.

The high employability reflects the competitiveness of the course and its distinguished profile that responds very positively to the needs of the companies, by conferring skills highly valued by the employers.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

De acordo com informação da Direção Geral do Ensino Superior (Infocursos_2018.xlsx obtido em <http://infocursos.mec.pt/bds.asp>) o percentil médio de entrada dos estudantes no curso variou entre 38% em 2012/13 e 40% em 2017/18. No mesmo período temporal, a média nacional do percentil de entrada variou entre 42% e 39% enquanto a média dos cursos nas áreas afins variou entre 45% e 38%. A média da nota de ingresso do curso foi de 14.3 no período entre 2012/13 e 2017/18, superior à média nacional de 13.7 e ao nível dos cursos em áreas afins: 14.6. Apesar de alguma limitação na acessibilidade que poderia colocar em desvantagem face a outras ofertas afins, o curso consegue atrair estudantes que encontram na FCT NOVA, para além da formação técnico-científica de ponta, um ambiente descontraído com excelente relação docente-estudante, e um campus que potencia outras valências da formação a nível cultural, desportivo e social.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

According to information from the Direção Geral do Ensino Superior (Infocursos_2018.xlsx from <http://infocursos.mec.pt/bds.asp>) the mean percentile of students entering the course varied between 38% in 2012/13 and 40 % in 2017/18. In the same period, the national average of the entry percentile varied between 42% and 39% while the average of courses in related areas varied between 45% and 38%. The average ingress grade for the course was 14.3 in the period 2012/13 and 2017/18, higher than the national average of 13.7 and the level of the average level of courses in related areas of 14.6.

In spite of some limitation in accessibility that could put at disadvantage to other related offers, the course is able to attract students who find in FCT NOVA, in addition to cutting-edge technical and scientific training, a relaxed atmosphere with excellent teaching-student relationship and a campus that strengthens other values of formation in cultural, sports and social level.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

As outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos semelhantes são as seguintes: Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa (Engenharia Química), Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (Engenharia Química e Biológica), Escola Superior de Tecnologia do Barreiro (Tecnologias de Laboratório Químico e Biológico). A FCT NOVA tem uma colaboração não protocolar com estas instituições, na forma de participação em júris e comités de avaliação de projetos, parceria na coorientação de projetos de fim de curso e estágios de dissertação, e ainda de projetos conjuntos de I&DT. Existe ainda protocolo de colaboração com o IBET/ITQB para intercâmbio de docentes na leção de determinadas UC e para o desenvolvimento de estágios de investigação.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

The other institutions in the region that teach similar courses of study are the following: Instituto Superior Técnico of the University of Lisbon (Chemical Engineering), Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (Chemical and Biological Engineering), School of Technology of Barreiro (Laboratory Technologies Chemical and Biological). Although not officially supported by a protocol, FCT NOVA maintains collaboration with these institutions in terms of participation in juries and project evaluation committees, partnership in the coordination of end-of-course projects and research internships and joint R & TD projects. There is a collaboration protocol with IBET / ITQB for academic staff exchange in the teaching of certain modules and to carry on research internships.

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:

Listam-se algumas das universidades de referência com licenciatura nas áreas afins da LEQB:

Univ. of Birmingham, School of Chemical Engineering (Biochemical Eng.); Univ. of Kent, School of Biosciences (Biotechnology and Bioengineering); Swansea University (Chemical and Biological Process Engineering); Delft Univ. of

Technology, Applied Sciences (Life Science & Technology); Univ. of Sheffield, Chemical and Biological Engineering (Biochemical Eng. with Industrial Management); Technical University of Denmark, Department of Chemical Engineering (Chemical and Biochemical Eng.); UCL (University College London), Biochemical Eng.; Univ. of Copenhagen, Denmark. ETH, Zurich (Master Chemical and Bioengineering); AgroParisTech, Paris Institute of Technology for Life, Food and Environmental Sciences (Génie des procédés et bio-procédés); Universidade Autónoma de Barcelona (Chemical Eng.). Fora da UE, ex., M.I.T. (Chemical and Biological Eng.) and British Columbia, (Chemical and Biological Eng).

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

Some of the reference universities with a degree in the related areas of the LEQB are listed:

Univ. of Birmingham, School of Chemical Engineering (Biochemical Eng.); Univ. of Kent, School of Biosciences (Biotechnology and Bioengineering); Swansea Univ. (Chemical and Biological Process Engineering); Delft University of Technology, Applied Sciences (Life Science & Technology); Univ. of Sheffield, Chemical and Biological Engineering (Biochemical Eng. with Industrial Management); Technical Univ of Denmark, Department of Chemical Engineering (Chemical and Biochemical Eng.); UCL (University College London), Biochemical Eng.; University of Copenhagen, Denmark. ETH, Zurich (Master Chemical and Bioengineering); AgroParisTech, Paris Institute of Technology for Life, Food and Environmental Sciences (Génie des procédés et bio-procédés); Universidade Autónoma de Barcelona (Chemical Eng.). Outside the EU, e.g., M.I.T. (Chemical and Biological Eng.) and British Columbia, (Chemical and Biological Eng).

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Os objetivos de aprendizagem estão em linha com ciclos de estudos das áreas afins existentes em universidades europeias.

A estrutura curricular do LEQB está ao nível das instituições de referência da área da engenharia química e biológica, integrando um conjunto de UC semelhantes. Para além de uma formação sólida nas áreas de química, matemática, física e biologia os estudantes têm a oportunidade de desenvolver competências transversais nas áreas da ciência e tecnologia adquirindo treino em comunicação, inovação e trabalho em equipa, fator diferenciador relativamente a muitas escolas europeias. A existência de um projeto integrador e a possibilidade de realizar estágios em ambiente industrial onde os estudantes são confrontados com problemas de engenharia facilita a integração no mercado de trabalho, tal como noutras universidades de referência. A semelhança da estrutura curricular permite a mobilidade de estudantes entre universidades.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The learning outcomes are in line with the related study cycles in European universities.

The curricular structure of LEQB is at the same level of reference institutions in the field of chemical and biological engineering, integrating a set of similar UC. In addition to a solid training in chemistry, mathematics, physics and biology, students have the opportunity to develop cross-cutting competencies in science and technology by acquiring skills in communication, innovation and teamwork, a differentiating factor from many European schools. The existence of an integrative project and the possibility of conducting internships in an industrial environment where students are confronted with engineering problems, as in other reference universities, facilitates their integration in the job market. The similarity of the curricular structure allows the mobility of students between universities.

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 - Protocolo Geral da FCT para o Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP)

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Protocolo Geral da FCT para o Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP)

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Protocolo de parceria Geral_PIPP.pdf](#)

Mapa VII - Minuta_ ADENDA_Protocolo de parceria Geral

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

Minuta_ ADENDA_Protocolo de parceria Geral

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

[11.1.2._Minuta_ ADENDA_Protocolo de parceria Geral.pdf](#)

Mapa VII - Entidades**11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Entidades***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Entidades_PIIP.pdf](#)**Mapa VII - CIMPOR****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***CIMPOR***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Protocolo CIMPOR.pdf](#)**Mapa VII - LABELEC EDP****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***LABELEC EDP***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Protocolo LABELEC EDP.pdf](#)**Mapa VII - Petrogal****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Petrogal***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Protocolo Petrogal.pdf](#)**Mapa VII - REPSOL****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***REPSOL***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Protocolo REPSOL.pdf](#)**Mapa VII - SOVENA OILSEEDS****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***SOVENA OILSEEDS***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Protocolo SOVENA OILSEEDS.pdf](#)**Mapa VII - TINTAS ROBBIALAC****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***TINTAS ROBBIALAC***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Protocolo TINTAS ROBBIALAC.pdf](#)**Mapa VII - ASCENZA Agro****11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***ASCENZA Agro***11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[11.1.2._Protocolo ASCENZA Agro.pdf](#)**11.2. Plano de distribuição dos estudantes**

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

[11.2._Plano de distribuição dos estudantes.pdf](#)

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

Os programas PIPP/PIIC integrantes do LEQB, têm um coordenador que acompanha os estudantes na escolha do seu estágio de curta duração através da afixação de uma lista de oferta de estágios. Cada entrada na lista apresenta o nome da empresa/laboratório de investigação, o projeto em que é enquadrado, um plano de trabalhos sumário e o período em que as atividades são desenvolvidas.

Cada estágio tem um orientador na empresa/unidade de I&D e um orientador docente do DQ. Este último funciona como ponto de ligação e também como avaliador do estudante na Unidade Curricular de PIPP/PIIC.

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

There is a coordinator for the UPOP programmes of the LEQB. This coordinator guides the students in their choice of an UPOP internship. The scientific committee of the study cycle keeps a list of UPOP offers. Each entry in the list has the name of the company or the R&D laboratory, the project in which the student will be integrated, a brief work plan, and the period in which the activities take place.

Each internship has a supervisor in the company / R&D unit, as well as an academic supervisor that must be a professor at

DQ. The latter serves as a liaison, as well as an evaluator of the student for the UPOP curricular unit.

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

[11.4.1_NORMAS.pdf](#)

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
Paula Alves	SOPAC, S.A.	Responsável de Laboratório	Engª Química	
Rita Alves	Águas do Tejo Atlântico	R&D and Innovation	Engª Ambiente	
Renato Carvalho	Iberol – Soc. Ibérica de Biocombustíveis e Oleaginosas, S.A.	Director de Inovação e Desenvolvimento	Engº Químico	
Anabela Peixoto	Labelec EDP	Departamento de Materiais Isolantes	Engª Química	
Hélder Neves	Lusoquímica	Diretor Técnico	Engº Químico	
Rosa Veiga	Repsol	Responsável de Laboratório	Engª Química	
Mário Gomes	Saptec Group - Agro Business	Director Industrial	Engº Químico	
Marina Reis	Sovena Oilseeds Portugal	Responsável de Produção	Engª Química	
Artur Rendeiro	Tintas Robbialac	Production & Maintenance Manager	Engº Químico	

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

- *Corpo docente com elevada produtividade científica refletindo-se na qualidade do ensino;*
- *Curriculum conjugando simultaneamente uma sólida formação em Engenharia Química e em Engenharia Biológica alargando oportunidades no mercado de trabalho;*
- *"Perfil Curricular FCT" conferindo competências complementares, e afirmando-se como elemento diferenciador do curso;*
- *Estágios de curta duração em ambiente de investigação e empresarial;*
- *Projeto Integrador de conceitos essenciais para a prática de engenharia química e biológica;*
- *Metodologias de ensino centradas na aquisição de competências, estimulando criatividade, espírito crítico, inovação, trabalho em equipa e comunicação;*
- *Campus proporcionando cultura multidisciplinar;*
- *Núcleos estudantis promovendo atividades culturais e desportivas, algumas com projeção internacional;*
- *Mecanismos da qualidade bem definidos, promovendo melhoria contínua da qualidade/desempenho.*

12.1. Strengths:

- *Academic staff with strong scientific record that reflects on the quality of teaching;*
- *Program combining solid training in Chemical Engineering and in Biological Engineering, thereby expanding job opportunities;*
- *"FCT Curricular Profile" that confers transversal skills and differentiates the program;*
- *Short-term training in a research lab or in a company;*
- *Integrative project bringing together the fundamental concepts of chemical engineering and of biological engineering;*
- *Teaching methods focused on building skills, fostering creativity, critical judgment, innovation, teamwork, and communication skills;*
- *Campus offering a multidisciplinary culture;*
- *Student unions promoting cultural and sports activities, some with projection abroad;*
- *Well defined quality assurance procedures towards continuous improvement.*

12.2. Pontos fracos:

- *Planeamento e gestão complexos do modelo de avaliação contínua em termos de espaço físico e distribuição equilibrada da carga de trabalho do estudante ao longo do semestre;*
- *Número reduzido de pessoal técnico especializado para apoio administrativo e laboratorial que, aliado a um número de horas de docência excessivo, conduz à diminuição de horas de contacto docente/estudante;*
- *Limitação de recursos financeiros para implementação de novos trabalhos experimentais e a realização de maior número de visitas de estudo;*
- *Limitação de espaços para lecionação, estudo e realização de trabalhos de grupo;*
- *Complexo desportivo requerendo expansão;*
- *Falta de quartos na residência para estudantes deslocados.*

12.2. Weaknesses:

- *Difficulties caused by student continuous assessment, as regards the need for students to balance the workload throughout the semester, and as regards the management of the classroom space available;*
- *Insufficient number of administrative and technical staff, which combined with an excessive workload incurred by academic staff, brings about a decrease in contact hours between Faculty and students;*
- *Lack of financial resources that prevents the setting up of new lab experiments and a larger number of field trips;*
- *Insufficient amount of classroom space, as well as study/student work rooms;*
- *Sports complex that is now too small for the number of students;*
- *Insufficient student housing.*

12.3. Oportunidades:

- *Corpo docente integrado em centros de investigação Excelentes (LAQV e UCIBIO) com elevado número de projetos de I&D nacionais e internacionais, com experiência no lançamento de start-ups de alta tecnologia, proporcionando estágios de investigação e conferindo uma visão ampla sobre a importância da inovação para a competitividade das empresas*
- *Corpo docente com experiência no domínio de tecnologias sustentáveis, transmitido aos estudantes os conhecimentos e atitude necessários às exigências do mercado e da sociedade*
- *Elevado número de colaborações internacionais que possibilita o intercâmbio de estudantes Erasmus com universidades de referência*
- *"Perfil curricular FCT" como elemento diferenciador na procura do curso, permitindo aos estudantes a realização de estágio em ambiente empresarial, abrindo oportunidades de empregabilidade e motivador para progressão no 2.º ciclo de estudos*
- *Campus com grande potencial de desenvolvimento nas vertentes de ensino, investigação e lazer.*

12.3. Opportunities:

- *Faculty belonging to research units rated 'Excellent' (LAQV and UCIBIO), who lead/participate in a large number of National and International R&D projects, some having launched high-tech start-ups; students have plenty of opportunities available for research training, and can learn the importance of innovation for business competitiveness early on;*
- *Faculty with experience in sustainable technologies, who pass on to the students the knowledge and the attitude that both society and the markets now require;*
- *High number of International partnerships that makes possible Erasmus student exchange with many benchmark universities;*
- *"FCT curricular profile" as an element of differentiation when selecting the program, allowing students to obtain*

short-term training in a company, thereby opening up job opportunities and boosting motivation for postgraduate studies;

- Campus with high potential of development as regards study programs, research, and recreational activities.

12.4. Constrangimentos:

- Existência de cursos no mesmo domínio científico e na mesma área geográfica;*
- Aumento da idade média do corpo docente e dificuldade em contratar docentes mais jovens;*
- Dificuldade na aquisição e reparação de equipamento e material laboratorial de ensino;*
- Dificuldades na acessibilidade dos estudantes à Faculdade que se acentua a partir de Junho.*

12.4. Threats:

- The offer of programs in the same field of studies, by institutions in the same geographical area;*
- Increase of average age of Faculty members and difficulty in hiring younger academic staff;*
- Difficulty in acquiring and repairing equipment and lab ware;*
- Difficulties relating to public transportation services that makes it harder for students to get to the Campus in June and July.*

12.5. Conclusões:

A LEQB é uma licenciatura inserida na oferta educativa do DQ da FCT NOVA que nasce da transição dos mestrados integrados para a configuração licenciatura e mestrado.

O perfil curricular da LEQB caracteriza-se por uma forte formação nas áreas propedêuticas essenciais, complementada com uma especialização equilibrada nas ciências de engenharia química e engenharia biológica, ao nível da licenciatura. A LEQB oferece assim um perfil curricular de banda larga muito flexível e adequado às exigências dum mercado empregador muito dinâmico.

O corpo docente da LEQB é altamente qualificado e insere-se numa escola com as infraestruturas adequadas para ministrar um ensino de qualidade. A LEQB dispõe de laboratórios bem equipados que potenciam um ensino com uma forte componente prática experimental. A quase totalidade dos docentes da LEQB faz investigação nas suas áreas de docência e o curso cria várias ligações dos estudantes ao meio empregador. O corpo docente caracteriza-se por um forte dinamismo científico potenciando um ensino alicerçado em ciência de ponta orientado para a inovação.

Todos estes fatores contribuem para que os futuros licenciados em Engenharia Química e Biológica venham a ser reconhecidos a nível nacional e internacional pela sua formação sólida, criando um largo espectro de oportunidades de empregabilidade nas múltiplas áreas de engenharia química e biológica.

12.5. Conclusions:

The LEQB degree is part of the curricula offered by DQ of FCT NOVA, stemming from the transition of the integrated master's degree to the configuration of a first level graduation and a second level graduation (master's degree).

The LEQB curriculum is characterized by a strong formation in the essential basic sciences, complemented with a well-balanced specialization in chemical and biological engineering sciences, in the context of a first level graduation. The LEQB degree offers a very flexible broadband curriculum, compliant with a very dynamic market demand, in the context of a first level graduation in chemical and biological engineering.

The teaching staff is highly qualified, belonging to a school of science and engineering that offers all the required facilities and material resources for a quality teaching. The LEQB has well-equipped laboratories allowing a formation with a strong practical experimental component. Most of the teaching staff develops scientific research in the lectured topics and the course generates strong interlinks between students and potential employees. The teaching staff is characterized by a strong scientific dynamism permitting a quality formation anchored in cutting edge science oriented to innovation.

All these factors contribute for the future Chemical and Biological Engineering graduates to be recognized, nationally and internationally, by the sound formation, ultimately translated in the creation of a vast range of employability opportunities in the multiple areas of chemical and biological engineering.