

NCE/19/1901060 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

1. Caracterização geral do ciclo de estudos

1.1. Instituição de Ensino Superior:
Universidade De Lisboa

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

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

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

1.3. Designação do ciclo de estudos:
Engenharia Química

1.3. Study programme:
Chemical Engineering

1.4. Grau:
Licenciado

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

1.5. Main scientific area of the study programme:
Chemical 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

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

1.9. Número máximo de admissões:**125****1.10. Condições específicas de ingresso.****Provas de Ingresso: Matemática A + Física e Química****Classificações mínimas:****Classificação mínima de 100 em cada uma das provas de ingresso (exames nacionais do ensino secundário), e;****Classificação mínima de 120 na nota de candidatura. A nota de candidatura (NC) é calculada utilizando um peso de 50% para a classificação do Ensino Secundário (MS) e um peso de 50% para a classificação das provas de ingresso (PI). -****Fórmula de Cálculo da Nota de Candidatura: $NC = MS \times 50\% + PI \times 50\%$ (ou seja, média aritmética da classificação final do Ensino Secundário e da classificação das provas de ingresso).****1.10. Specific entry requirements.****Admission exams: Mathematics A + Physics and Chemistry****Minimum ratings:****Minimum classification of 100 in each of the entrance exams (national secondary school exams), and; Minimum classification of 120 in the application note. The application grade (NC) is calculated using a weight of 50% for the classification of Secondary Education (MS) and a weight of 50% for the classification of entrance exams (PI). -****Application Note Calculation Formula: $NC = MS \times 50\% + PI \times 50\%$ (that is, arithmetic average of the final grade of Secondary Education and the classification of entrance exams).****1.11. Regime de funcionamento.****Diurno****1.11.1. Se outro, especifique:****<sem resposta>****1.11.1. If other, specify:****<no answer>****1.12. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:****Instituto Superior Técnico/Universidade de Lisboa****1.12. Premises where the study programme will be lectured:****Instituto Superior Técnico/Universidade de Lisboa****1.13. Regulamento de creditação de formação académica e de experiência profissional, publicado em Diário da República (PDF, máx. 500kB):****[1.13._Desp n.º 6604-2018, 5 jul_RegCreditaçãoExpProfissional.pdf](#)****1.14. Observações:****<sem resposta>****1.14. Observations:****<no answer>**

2. Formalização do Pedido

Mapa I - Conselho Científico

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

Mapa I - Conselho Pedagógico

2.1.1. Órgão ouvido:
Conselho Pedagógico

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

Mapa I - Conselho de Gestão

2.1.1. Órgão ouvido:
Conselho de Gestão

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

Mapa I - Conselho de Escola

2.1.1. Órgão ouvido:
Conselho de Escola

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

Mapa I - Reitor da Universidade de Lisboa

2.1.1. Órgão ouvido:
Reitor da Universidade de Lisboa

2.1.2. Cópia de ata (ou extrato de ata) ou deliberação deste órgão assinada e datada (PDF, máx. 100kB):
[2.1.2._DespReit n.º 116-2020 _ Cr _Lic_Engª Química.pdf](#)

Mapa I - Plano de Transição do Mestrado Integrado para a Licenciatura

2.1.1. Órgão ouvido:
Plano de Transição do Mestrado Integrado para a Licenciatura

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

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

3.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:

Formar recursos humanos com uma sólida preparação ao nível dos princípios e métodos fundamentais básicos de Engenharia Química e com uma visão clara da integração destes conhecimentos nas suas diversas áreas de aplicação. Pretende-se que os alunos obtenham os conhecimentos essenciais de Química, Física, Matemática para melhor apreenderem os conceitos relacionados com a termodinâmica, a mecânica de fluidos, a cinética de reações químicas e o projeto de reatores e as principais tecnologias de separação. Desenvolvam a capacidade de efetuar balanços materiais e de energia para em conjunto com conhecimentos dos materiais e de uma análise financeira lhes permita a execução de um projeto de processos preliminar. Garantir uma boa preparação para o 2º. Ciclo de estudos onde os conhecimentos aqui adquiridos serão aprofundados de forma a sintetizar a convergência integradora das diversas tecnologias e que contribuirá para o desenvolvimento científico e inovação nos domínios da Engenharia Química.

3.1. The study programme's generic objectives:

Train human resources with a solid preparation in terms of the basic fundamental principles and methods of Chemical Engineering and with a clear vision of the integration of this knowledge in its various application areas. It is intended that students obtain the essential knowledge of Chemistry, Physics, Mathematics to better understand the concepts related to thermodynamics, fluid mechanics, the kinetics of chemical reactions and the design of reactors and the main separation technologies. Develop the ability to carry out material and energy balances in conjunction with knowledge of the materials and financial analysis to enable them to carry out a preliminary process design. Ensure good preparation for the 2nd. Study cycle where the knowledge acquired here will be deepened in order to

synthesize the integrating convergence of the various technologies and which will contribute to the scientific development and innovation in the fields of Chemical Engineering.

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

Desenvolver a capacidade de aprendizagem autónoma, bem como de espírito crítico e criativo, fornecendo os pilares para um 2º. Ciclo de estudos, ou de modo a preparar a sua inserção no mundo profissional num universo tecnológico em acelerado desenvolvimento e mudança.

Promover a utilização de ferramentas computacionais específicas da Engenharia Química para o apoio ao trabalho de análise e projeto de novos processos.

Será privilegiada a atividade em equipa para o desenvolvimento de relatórios extensos, ou sumários executivos ou resumos alargados que possam ilustrar os trabalhos de monografia ou laboratoriais realizados. Em paralelo será incentivada a comunicação oral dos alunos aos seus pares através de apresentações longas ou tipo pitch.

Pretende-se que os alunos possuam no final do ciclo a adequada competência para pesquisa em sítios da internet de qualidade onde possam retirar informação imprescindível para o desenvolvimento da sua atividade profissional futura.

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

Develop the capacity for autonomous learning, as well as a critical and creative spirit, in order to prepare for their insertion in the professional world or providing the pillars for a 2nd. Study cycle that allows them to adapt in a technological universe in accelerated development and change.

Promote the use of specific chemical engineering computational tools to support the work of analyzing and designing new processes.

Teamwork will be privileged for the development of extensive reports, or executive summaries or extended summaries that can illustrate the monograph or laboratory work carried out. In parallel, students' oral communication to their peers through long or pitch-type presentations will be encouraged.

It is intended that students at the end of the cycle have the appropriate competence for research on quality websites where they can retrieve essential information for the development of their future professional activity.

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

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

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

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

Pursuant to paragraph 1 of Article 3 of the IST Statutes, ratified by Order No. 12255/2013 published in Diário da República of 25 September 2013, “It is IST's mission, as an institution that wants to be prospective in university education, ensure constant innovation and consistent progress in the knowledge society, culture, science and technology, within a framework of humanistic values. ”

Under the terms of paragraph 2 of the same article, it is established that, in carrying out its mission, IST: Favors scientific research, teaching, with an emphasis on postgraduate education, and lifelong learning, as well as technological development; promotes synergies between the scientific domains it encompasses and between them and others like them; seeks to contribute to the competitiveness of the national economy through the transfer of technology, innovation and the promotion of entrepreneurship; effective social responsibility, in the provision of scientific and technical services to the community and in supporting the insertion of graduates in the world of work and their permanent training. IST is actively involved in several international networks and programs that aim at student mobility, namely through undergraduate and graduate programs.

4. Desenvolvimento curricular

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

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

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

<sem resposta>

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

Mapa II - NA

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

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

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

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos optativos* / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Análise Numérica e Análise Aplicada/ Numerical Analysis and Applied Analysis	ANNA	3		
Ciências de Engenharia Química/Chemical Enginnering Sciences	CEQ	48		
Engenharia de Processos e Projecto/Processes and Project Engineering	EPP	12		Oferta de 15 ECTS em UCs desta AC
Engenharia e Gestão de Organizações/ Engineering and Management of Organizations	EGO	3		
Físicas e Tecnologias Básicas/ Basic Physics and Technologies	FBas	12		
Lógica e Computação/Logic and Computing	LogComp	6		
Matemáticas Gerais/General Mathematics	MatGer	24		
Probabilidades e Estatística/Probability and Statistics	PE	9		
Química-Física, Materiais e Nanociências/ Physical Chemistry, Materials and Nanosciences	QFMN	18		Oferta de 3 ECTS em UCs desta AC
Síntese, Estrutura Molecular e Análise Química/Synthesis, Molecular Structure and Chemical Analysis	SEMAQ	21		
Todas as áreas científicas Departamento de Eng ^a Química/All Scientific Areas of the Chemical Engineering Department	ACDEQ	12		
Humanidades, Artes e Ciências Sociais/ Humanity, Arts and Social Sciences	HACS	0	6	O elenco das unidades curriculares de HACS são fixadas anualmente pelos Órgãos legais do IST
Ciências Biológicas/Biological Sciences	CBiol			Oferta 3ECTS desta AC.
			6	São necessários 6 ECTS em Opções para obter grau.UC opção fixadas anualmente pelos Órgãos IST
(14 Items)		168	12	

4.3 Plano de estudos

Mapa III - NA - Ano 1, Semestre 1 / Year 1, Semester 1

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
Ano 1, Semestre 1 / Year 1, Semester 1

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Química Orgânica/Organic Chemistry	SEMAQ	Semestral	252	T21;TP49;PL14	9	
Engenharia Química e Sociedade/Chemical Engineering and Society	EPP	Semestral	84	TP28	3	
Química/Chemistry	QFMN	Semestral	168	T28;TP14;PL14	6	
Cálculo Diferencial e Integral I/Differential and Integral Calculus I	MatGer	Semestral	168	TP56	6	
Álgebra Linear/Linear Algebra	MatGer	Semestral	168	TP56	6	

(5 Items)

Mapa III - NA - Ano 1, Semestre 2 / Year 1, Semester 2

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

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

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
Ano 1, Semestre 2 / Year 1, Semester 2

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)
Computação e Programação/Computation and Programming	LogComp	Semestral	168	T28; PL28	6	
Termodinâmica Química/Chemical Thermodynamics	CEQ	Semestral	168	T14;TP35;PL7	6	
Cinética e Equilíbrio Químico em Soluções/Kinetics and Chemical Equilibrium in Solutions	SEMAQ	Semestral	168	T14;TP21;PL21	6	
Mecânica e Ondas/Mechanics and Waves	FBas	Semestral	168	T28;TP21	6	
Cálculo Diferencial e Integral II/Differential and Integral Calculus II	MatGer	Semestral	168	TP56	6	

(5 Items)

Mapa III - NA - Ano 2, Semestre 1 / Year 2, Semester 1**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****NA****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****NA****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****Ano 2, Semestre 1 / Year 2, Semester 1****4.3.3 Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Processos de Engenharia Química I/Chemical and Process Engineering I	EPP	Semestral	168	T14;TP42	6	
Química-Física/Physical Chemistry	QFMN	Semestral	168	T14;TP28;PL14	6	
Termodinâmica de Engenharia Química/Chemical Engineering Thermodynamics	CEQ	Semestral	168	T14;TP35;PL7	6	
Eletromagnetismo e Óptica/Electromagnetism and Optics	FBas	Semestral	168	T28;TP21	6	
Cálculo Diferencial e Integral III/Differential and Integral Calculus III	MatGer	Semestral	168	TP56	6	
(5 Items)						

Mapa III - NA - Ano 2, Semestre 2 / Year 2, Semester 2**4.3.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor ou outra (se aplicável):****NA****4.3.1. Branch, option, profile, major/minor or other (if applicable):****NA****4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:****Ano 2, Semestre 2 / Year 2, Semester 2****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)
Fenómenos de Transferência I/Transport Phenomena I	CEQ	Semestral	168	T21;TP28;PL7	6	
Processos de Engenharia Química II/Chemical Process Engineering II	EPP	Semestral	84	TP28	3	
Fenómenos de Transferência II/Transport Phenomena II	CEQ	Semestral	168	T21;TP28;PL7	6	
Introdução à Matemática Computacional/Introduction to Computational Mathematics	ANAA	Semestral	84	TP28	3	
Probabilidade e Estatística/Probabilistic and Statistic	PE	Semestral	168	TP56	6	
Humanidades, Artes e Ciências Sociais I/ Humanity, Arts and Social Sciences I	HACS	Semestral	84	n.a.	3	UC opcionais a fixar anualmente pelos Órgãos competentes do IST

Humanidades, Artes e Ciências Sociais
II/ Humanity, Arts and Social Sciences II

HACS

Semestral

84

n.a.

3

UC opcionais a fixar
anualmente pelos Órgãos
competentes do IST

(7 Items)

Mapa III - NA - Ano 3, Semestre 1 / Year 3, Semester 1

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

NA

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

NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

Ano 3, Semestre 1 / Year 3, Semester 1

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Processos de Separação/Separation Processes	CEQ	Semestral	168	TP49	6	
Gestão/Management	EGO	Semestral	84	T14;TP10.5	3	
Transferência de Massa e Operações/Mass Transfer and Operations	CEQ	Semestral	84	T14;TP7;PL3.5	3	
Engenharia das Reacções Homogéneas/Homogeneous Chemical Reaction Engineering	CEQ	Semestral	168	TP42;PL7	6	
Métodos Instrumentais de Análise/Instrumental Methods of Analysis	SEMAQ	Semestral	168	T14;TP14;PL21	6	
Materiais/Materials	QFMN	Semestral	168	T14;TP28;PL7	6	

(6 Items)

Mapa III - NA - Ano 3, Semestre 2 / Year 3, Semester 2

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

NA

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

NA

4.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

Ano 3, Semestre 2 / Year 3, Semester 2

4.3.3 Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Laboratórios de Ciências de Engenharia Química/Chemical Engineering Science Laboratory	CEQ	Semestral	84	PL21	3	
Operações em Sistemas Multifásicos/Multiphase System Operations	CEQ	Semestral	168	TP42;PL7	6	

Projeto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Química/1st Cycle Integrated Project in Chemical Engineering	ACDEQ	Semestral	336	OT28	12	
Introdução à Análise de Dados e Modelação Estatística/Introduction to Data Analysis and Statistical Modelling	PE	Semestral	84	TP14; PL 14	3	
Corrosão e Protecção de Materiais/Corrosion and Protection of Materials	QFMN	Semestral	84	TP21;PL3.5	3	Pré-Major escolher 6 ECTS
Segurança e Boas Práticas/Safety and Good Practices	EPP	Semestral	84	T7;TP17.5	3	Pré-Major escolher 6 ECTS
Introdução ao Controlo de Processos/Introduction to Process Control	EPP	Semestral	84	TP28	3	Pré-Major escolher 6 ECTS
Introdução aos Sistemas de Energia/Introduction to Energy Systems	EPP	Semestral	84	TP24.5	3	Pré-Major escolher 6 ECTS
Gestão de Efluentes Industriais/Industrial Effluents Management	EPP	Semestral	84	TP24.5	3	Pré-Major escolher 6 ECTS
Introdução às Ciências Biológicas-3/Introduction to Biological Sciences-3	CBiol	Semestral	84	T28	3	Pré-Major escolher 6 ECTS
Simulação de Sistemas Dinâmicos/Dynamic Systems Simulation	EPP	Semestral	84	TP28	3	Pré-Major escolher 6 ECTS
(11 Items)						

4.4. Unidades Curriculares

Mapa IV - Química Orgânica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Orgânica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Organic Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SEMAQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

252.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

84.0

4.4.1.6. ECTS:

9.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist14081, Pedro Paulo Oliveira Santos, 42 h

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

Dulce Elisabete Pereira Simão (ist12740), 30 h
João Paulo Nunes Cabral Telo (ist12442), 6 h
João Paulo Costa Tomé (ist426953), 6 h

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

Proporcionar aos alunos uma visão dos conceitos fundamentais e da metodologia de base em Química Orgânica, bem como da reatividade dos principais tipos de compostos orgânicos. Prever e utilizar tecnicamente as propriedades dos compostos orgânicos. Os conhecimentos por parte dos alunos da estrutura e comportamento das diferentes classes de compostos orgânicos permitem-lhes a resolução de inúmeros problemas, que vão desde a identificação de compostos orgânicos à síntese de novos materiais ou transformação dos já existentes. Permitem-lhes também uma melhor compreensão dos fenómenos ambientais e biológicos ao nível molecular.

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

Providing the students with an understanding of the basic concepts and methodologies in Organic Chemistry, aiming at the rationalization of the structural and mechanistic features underlying the reactions of organic compounds. Predicting and technically using the properties of organic compounds. Based on the structure and reactivity of the various functional groups of a molecule the students should develop skills to solve problems on structural identification, reactivity prediction and also be able to synthesize new materials or transform existing compounds. This unit also gives the students a better understanding of environmental and biological phenomena at the molecular level.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução. Estrutura electrónica e molecular dos compostos orgânicos. Aromaticidade. Acidez e basicidade. Estereoquímica. Substituição Nucleófila em carbono saturado e eliminação. Alcenos e Alcinos. Adição a ligações duplas e triplas. Aldeídos e Cetonas. Adição a grupos carbonilo. Substituição em grupo carbonilo com perda de oxigénio carbonílico. Oxidação e redução. Reacções no carbono alfa. Condensações aldólicas. Derivados de ácido carboxílico. Substituições em grupos carbonilo. Adição conjugada. Condensações de Claisen. Aromáticos. Substituição Electrófila Aromática. Reacções de cadeia lateral. Reacções radiculares

4.4.5. Syllabus:

Introduction. Electronic and molecular structure of organic compounds. Aromaticity. Acidity and basicity. Stereochemistry. Nucleophilic substitution at saturated carbon and elimination. Alkenes and Alkynes. Addition to double and triple bonds. Aldehydes and Ketones. Addition to carbonyl groups. Nucleophilic substitution at the carbonyl group with loss of carbonyl oxygen. Oxidation and reduction. Reactions on alpha carbon. Aldol Condensations. Carboxylic acid derivatives. Substitutions at carbonyl groups. Conjugate addition. Claisen Condensations. Aromatics. Electrophilic Aromatic Substitution. Side chain reactions. Radical reactions

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, pode facilmente constatar-se que todos os pontos dos conteúdos programáticos acima descritos visam dotar os alunos dos conhecimentos e competências necessários ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos. São fornecidos os conceitos fundamentais de Química Orgânica, numa abordagem gradual que leva os estudantes a compreender a reactividade dos principais tipos de compostos orgânicos e a utilizar essa compreensão na resolução de problemas.

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

Considering the learning objectives of the course, one can easily recognize that all topics of the Syllabus described above aim to equip the students with the knowledge and skills required to accomplish those aims. The essential Organic Chemistry concepts are gradually introduced, guiding the students to understand the reactivity of the major classes of organic compounds and to use that understanding in problem solving.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A metodologia de ensino baseia-se na transferência de conceitos teóricos e práticos. Utiliza-se um modelo de aulas teóricas, essencialmente expositivas, intercaladas com sessões de resolução de problemas e aulas laboratoriais que

acompanham a introdução dos princípios teóricos. Paralelamente, os alunos elaboram e apresentam um pequeno projecto de pesquisa de vias de síntese de um composto orgânico (Reaxys). É também dada atenção à utilização de ferramentas informáticas para observação de estruturas (2D e 3D) e para apoio na aprendizagem dos conceitos básicos de nomenclatura de compostos orgânicos (ChemDraw).

O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem activa (trabalhos laboratoriais, projecto), compatível com uma redução significativa do peso da avaliação por exame (≤50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodology involves the transfer of concepts and problem solving. The model uses lectures, intertwined with problem solving sessions and laboratory classes that follow the introduction of the theoretical principles. In parallel, the students take on and present a small literature search project (Reaxys) on synthetic pathways for an assigned organic compound. Emphasis is also placed in the use of software tools for structure visualization (2D and 3D) and to support learning of the basic principles of organic compound nomenclature (ChemDraw).

The evaluation model includes elements of continuous evaluation to encourage active learning (laboratory reports, project), which are compatible with a significant reduction in the contribution of the final exam evaluation (≤50%).

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

A abordagem utilizada permite cumprir os objectivos, intercalando a exposição da matéria de forma sistemática com uma aprendizagem activa que envolve a resolução de problemas, a realização de trabalhos laboratoriais, a pesquisa bibliográfica e a utilização de ferramentas informáticas. É preocupação fundamental estimular o interesse dos alunos pelos temas tratados, evidenciando sempre que possível a sua interligação e fomentando a discussão.

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

The teaching methodology used in the course allows attaining the teaching goals by intertwining lectures, in which the topics are presented in a systematic manner, with active learning approaches that involve problem solving, laboratory sessions, literature search and the use of software tools. One major goal is to stimulate the interest of the students for the subject, stressing the connection between topics and stimulating discussion.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Química Orgânica Vol 1, Santos, PP, 2014, IST Press 2014 ISBN 978-989-8481-11-5 (528 pgs);

Química Orgânica Vol 2, , Santos, PP, 2013, IST Press 2013 ISBN 978-989-8481-25-2 (688 pgs);

Exercícios de Química Orgânica, , Santos, PP, Telo, JP, Simão, D, 2015, IST Press Colecção Apoio ao Ensino, ISBN 978-989-8481-44-3 (254 pgs)

Mapa IV - Processos de Engenharia Química I

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processos de Engenharia Química I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical and Process Engineering I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EPP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria Cristina De Carvalho Silva Fernandes (ist12192) - 20h

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

Licínio Mendes Ferreira (ist12130)- 20 h

Maria de Lurdes Dos Santos Serrano (ist11665) - 8 h

Maria de Fátima Guerreiro Coelho Soares Rosa (ist12432) - 8 h

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

Fornecer aos alunos competências e conhecimentos nas seguintes áreas:

- 1. Balanços materiais com e sem reação química e relações de equilíbrio (sólido/líquido, líquido/vapor e líquido/líquido).*
- 2. Análise de processos.*
- 3. Desenvolvimento do sentido analítico e poder de síntese para descrever problemas através de um esquema/diagrama explicitando as variáveis.*
- 4. Utilização de ferramentas computacionais (Excel e outras) no auxílio à resolução de problemas.*
- 5. Capacidade de antecipar a influência de determinados parâmetros/variáveis no funcionamento do processo, através da análise de sensibilidade feita em Excel.*
- 6. Trabalho em grupo com apresentação e discussão*

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

Provide students with skills and knowledge in the following areas:

- 1. material balances with and without chemical reaction and equilibrium relations (solid/liquid, liquid/vapour and liquid/liquid).*
- 2. Process Analysis.*
- 3. development of analytical sense to describe case studies through a scheme/diagram specifying the variables.*
- 4. use of computation tools (Excel and others) to solve case studies;*
- 5. autonomous data search;*
- 6. work in group, present / discuss the case studies.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

- Processo químico e operações unitárias. Diagramas de blocos e simbologia. Balanços materiais (BM) em estado estacionário. Variáveis do processo. Introdução à Análise estrutural. BM a processos sem reação. Base de cálculo.(1ª semana)*
- BM em sistemas multifásicos (sólido/líquido). Solubilidade. (2ª semana)*
- BM em sistemas multifásicos com equilíbrio Líquido - Vapor (ELV). Utilização de diferentes bases de dados. BM em soluções ideais, reais e misturas imiscíveis. Temperatura de ponto de orvalho e de ebulição. Lei de Raoult e de Dalton. (3ª semana)*
- BM com reação. Equação da reação química. Estequiometria. Reação principal e secundária. % conversão, seletividade, %excesso. (4ª semana)*
- BM com reação com múltiplas unidades. Rendimento do processo e margem bruta. Análise de processos múltiplas unidades. Reações de combustão. Balanço aos átomos. BM em processos com reciclagem e purga.(5ª e 6ªsemana)*
- Extração Líquido-Líquido com líquidos imiscíveis.(7ªsemana)*

4.4.5. Syllabus:

- Chemical process and unit operations. Block diagrams. Material balances (BM) in steady state. Process variables. Introduction to structural analysis. MB without reaction. Basis of calculation.(1st week)*
- MB in multiphase systems (solid/liquid). Solubility. (2nd week)*
- MB in multiphase systems with liquid - vapour (ELV) equilibrium. Use of different databases. MB in ideal, real and immiscible mixtures. Dew point and boiling point. Raoult and Dalton's Law. (3rd week)*
- MB with chemical reaction. Stoichiometry. Main and secondary reaction. % conversion, selectivity, %excess. (4th week)*
- MB with multiple units. Process yield and gross profit. Analysis of multiple unit processes. Combustion reactions. Atoms Balance. MB in processes with recycling and purge.(5th and 6th week)*
- Liquid-Liquid Extraction with immiscible liquids.(7th week)*

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá

constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

3 fichas de avaliação individual (25%)

Projeto em grupo com apresentação oral (35%):

Teste (40%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

3 mini-tests (25%)

Team Project with oral presentation (35%)

Test (40%)

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Felder's Elementary Principles of Chemical Processes, Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau, Lisa G. Bullard, 2016, Wiley 4th ed.; Manual de balanços de energia – sebenta de apoio, Vários, Anual, ; Basic principles and calculations in chemical engineering, David. M. Himmelblau, James B. Riggs, 2012, Pearson Education Dorling Kindersley; 8th ed.

Mapa IV - Processos de Engenharia Química II

4.4.1. Designação da unidade curricular:

Processos de Engenharia Química II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical Process Engineering II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EPP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28

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):

Licínio Mendes Ferreira ((ist12130) - 7 h

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

Maria de Lurdes Dos Santos Serrano (ist11665) - 7 h

Maria de Fátima Guerreiro Coelho Soares Rosa (ist12432) - 7 h

Maria Cristina De Carvalho Silva Fernandes (ist12192) - 7 h

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

Fornecer aos alunos competências e conhecimentos nas seguintes áreas:

1. Formulação/esquematização de problemas de engenharia e definição de estratégias adequadas para a resolução desses problemas.

2. Balanços de energia com e sem reação. Cálculos de entalpia de acordo com o estado de referência. Capacidades caloríficas médias de gases, líquidos e sólidos. Entalpia com mudança de fase. Sistemas gás/vapor. Carta psicrométrica.

3. Utilização de Excel e de outras ferramentas informáticas no auxílio à resolução de problemas.

4. Procura autónoma de dados.

5. Desenvolvimento da capacidade crítica que permita ao aluno analisar a influência de determinados parâmetros/variáveis no funcionamento do processo.

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

Provide students with skills and knowledge in the following areas:

1. formulation of engineering problems and definition of appropriate strategies for solving these problems;

2. energy balances with and without reaction. Enthalpy calculations according to the reference state. Average heat capacities of gases, liquids and solids. Enthalpy with phase change. Gas/vapour systems. Psychrometric chart;

3. use of Excel and other software tools to help solving problems;

4. autonomous data search;

5. development of critical ability that allows the student to analyze the influence of certain parameters/variables in process operation;

6. work in group, present / discuss the case studies.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Balanços de Energia a Processos Químicos. Equação de Conservação de Energia. Equação genérica de balanço de energia. Balanço de energia sem reação para um sistema aberto. Estado de referência. Bases de dados Perry, NIST e outras. Cálculo de uma entalpia. Capacidades caloríficas médias de gases, líquidos e sólidos. (1ª semana)

2. Entalpia com mudança de fase. (líquido/vapor, líquido/sólido, sólido/sólido). Tabelas termodinâmicas. (2-3ª semana)

3. Balanços de Energia em Processos com reação. Cálculo de uma entalpia de reação. Entalpias de formação padrão. Lei de Hess. Combustíveis e Reações de Combustão. Poder calorífico inferior e superior. Entalpia de combustão.

Reações incompletas e sucessivas. (4-5ª semana)

4. Entalpia de Solução. Capacidades caloríficas de soluções. (6ª semana)

5. Sistemas gás/vapor: Sistemas saturados e sistemas não saturados. Índices de saturação para o sistema ar/água. Carta psicrométrica (7ª semana)

4.4.5. Syllabus:

1. Process Energy Balances. Energy Conservation Equation. General energy balance equation. Energy balance without reaction for an open system. Reference state. Perry, NIST and other databases. Calculation of an enthalpy. Average heat capacities of gases, liquids and solids. (1st week)

2. Enthalpy with phase change. (liquid/vapour, liquid/solid, solid/solid). Thermodynamic tables. (2-3th week)

3. Process Energy Balances with reaction. Calculation of a reaction enthalpy. Standard formation enthalpies. Hess' Law. Fuels and Combustion Reactions. Combustion enthalpy. Lower and higher heating value. Incomplete and successive reactions. (4-5th week)

4. Solution enthalpy. Heat capacities of solutions. (6th week)

5. Gas/vapour systems: Saturated and unsaturated systems. Saturation indices for air/water system. Psychrometric chart (7th week)

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá

constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

3 mini testes - $3 \times 10 = 30\%$

Projecto com apresentação oral - 30 %

Teste - 40 %

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

3 mini-tests (15%)

Team Project with oral presentation (45%)

Test (40%)

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Felder's Elementary Principles of Chemical Processes, Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau, Lisa G. Bullard, 2016, Wiley 4th ed; Manual de balanços de energia – sebenta de apoio, Vários, Actual, Sebenta de apoio; Basic principles and calculations in chemical engineering, David. M. Himmelblau, James B. Riggs, 2012, Pearson Education Dorling Kindersley; 8th ed.

Mapa IV - Operações em Sistemas Multifásicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Operações em Sistemas Multifásicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Multiphase System Operations

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:*<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***ist12034, Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves, 13h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***ist23859, Maria de Fátima Grilo da Costa Montemor, 13h**ist12051, Filipe José Da Cunha Monteiro Gama Freire, 13h**ist12605, Maria Tereza Angelino Reis, 10h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Caracterizar sólidos subdivididos e sua relação com um campo de forças, e aplicar estes conhecimentos à análise e dimensionamento de equipamentos.**Calcular perdas de carga em leitos porosos, dimensionar e analisar o desempenho de elutriadores, decantadores, filtros, operações de leito fixo e de leito fluidizado, ciclones e outras operações de despoeiramento.**Conhecer operações multifásicas gás-líquido e líquido-líquido.***4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Learning about description of subdivided solid systems and applying the respective concepts to analyse and design equipment.**Learning to calculate the head loss in porous media; capability of designing and analysing the behaviour of elutriators, settlers, filters, cyclones and fluidised beds.**Capability of relating the head loss due to friction to Re (Reynolds number) and applying the concepts to the design of equipment for separation purposes.***4.4.5. Conteúdos programáticos:***Caracterização de fases dispersas: diâmetros e forma das partículas. Peneiração e diâmetros característicos.**Conceitos de velocidade terminal e sua aplicação à separação de sólidos.**Dimensionamento de equipamentos: Transporte pneumático, Elutriadores, decantadores, sedimentadores**Perdas de carga por atrito em meios porosos em diferentes regimes. Dimensionamento de equipamentos característicos com aplicação a casos de estudo na indústria química, nomeadamente: reatores de leito poroso (fixos e fluidizados).**Conceitos de filtração, teoria da filtração e dimensionamento de filtros.**Ciclones, hidrociclones e dimensionamento. Despoeiramento.**Operações gás-líquido: colunas de bolhas, air-lifts, tanques com agitação e arejamento.***4.4.5. Syllabus:***Characterisation of dispersed phases: particle diameters and particle shape. Sieving and characteristic diameters.**Application of terminal velocity concept in the separation of particles.**Pneumatic transport, elutriation, sedimentation and settling; design of equipment.**Head loss due to friction in porous media in different flow regimes.**Fluidisation and fluidised beds. Fluidized bed design. Application to case studies in the Chemical Industry.**Filtration theory; design of filters.**Cyclones and hydrocyclones; design of equipment.***4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:***Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.***4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:***Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points (point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.***4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

A UC é avaliada por exame (50%), Qualidade (relatório e discussão) dos trabalhos realizados em laboratório e Aspen (50%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam: 50%; Mini-test 25%; Lab Report with discussion: 25%. Exam to be held at the end of the course. Mini-test: in class.

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Coulson and Richardson's Chemical Engineering Volume 2, , Coulson and Richardson, 2002, 5th Ed. - Particle Technology and Separation Processes, 2002 Butterworth-Heinemann. ; Perry's Chemical Engineers' Handbook , Don W. Green, Robert H. Perry, 2008, 8th Ed. 2008 McGraw-Hill Osborn

Mapa IV - Probabilidade e Estatística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Probabilidade e Estatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Probabilistic and Statistic

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

PE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist12634, António Manuel Pacheco Pires, 0h.

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

ist13231, Giovani Loiola da Silva, 56h.

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

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

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

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

4.4.5. Conteúdos programáticos:

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

4.4.5. Syllabus:

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

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

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

Mapa IV - Eletromagnetismo e Óptica

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletromagnetismo e Óptica

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Electromagnetism and Optics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FBas

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Luís Filipe Moreira Mendes, 49h

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

<sem resposta>

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

Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos com ferramentas de cálculo. Garantir formação científica avançada e profunda num dos domínios fundamentais da Física que permita abordagens de inovação disciplinares ou interdisciplinares.
Específico: Compreensão dos conceitos, princípios básicos e fenomenologia do Eletromagnetismo e da Óptica. Compreensão através da fenomenologia da história da síntese das equações de Maxwell para o campo electromagnético e da perspectiva integradora das equações de Maxwell; capacidade de aplicar os conceitos do Electromagnetismo e da Óptica à resolução de problemas, nomeadamente no que respeita às suas aplicações tecnológicas.

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

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

Specific: Ability to understand and interconnect the concepts and basic principles of Electromagnetism and Optics, to understand how the history of how Maxwell's equations for the electromagnetic field have emerged and the integrative perspective of Maxwell's equations; ability to apply the concepts of to problem solving, particularly in what concerns their technological applications.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Eletrostática: lei de Coulomb; campo eletrostático; princípio de sobreposição; campo e potencial; dipolo elétrico; lei de Gauss; capacidade e condensadores; dielétricos e polarização; energia elétrica*
2. *Corrente elétrica estacionária: densidade e intensidade de corrente; continuidade da carga; leis de Ohm, Joule e Kirchhoff*
3. *Magnetostática: campo magnético; leis de Biot-Savart e Ampère; força de Lorentz; fluxo magnético; coeficientes de indução e bobinas; magnetização (dia, para e ferromagnetismo); energia magnética*
4. *Campo eletromagnético (e.m.) variável e aplicações: indução e lei de Faraday; transformadores, motores e geradores elétricos; corrente de deslocamento; energia e.m.; circuitos RC, RL e RLC*
5. *Equações de Maxwell e ondas e.m.: ondas planas monocromáticas; energia e intensidade das ondas*
6. *Ótica: caráter e.m. da luz; dispersão, polarização, reflexão, interferência e difração; óptica geométrica, reflexão e refração; equações de Fresnel e princípio de Fermat*

4.4.5. Syllabus:

1. *Electrostatics: Coulomb's law; electrostatic field; superposition principle; field and potential; electric dipole; Gauss's law; capacity and capacitors; dielectrics and polarization; electroc energy.*
2. *Stationary electric current: current intensity and current density; equation for charge continuity; Ohm, Joule and Kirchhoff laws.*
3. *Magnetostatics: magnetic field; Biot-Savart and Ampère laws; Lorentz force; magnetic flux; induction coefficients and coils; magnetization; magnetic energy.*
4. *Variable electromagnetic (e.m.) field and applications: induction and Faraday's law; electric transformers, motors and generators; displacement current; e.m. energy; RC, RL and RLC circuits.*
5. *Maxwell's equations and e.m. waves: monochromatic plane waves; wave energy and intensity.*
6. *Optics: e.m. character of light; dispersion, polarization, reflection, interference and diffraction; geometric optics, reflection and refraction; Fresnel equations and Fermat's principle.*

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

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

50% exame

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

50% Exam

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Physics for Global Scientists and Engineers (vols 1 and 2), Serway, Jewett, Wilson, Wilson and Rowlands , 2017 , ISBN10: 1-4737-5721-5; Physics for Scientists and Engineers, R. A. Serway, J. W. Jewett , 2004, ISBN: 0-53-440842-7

Mapa IV - Laboratórios de Ciências de Engenharia Química**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Laboratórios de Ciências de Engenharia Química

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical Engineering Science Laboratory

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

21.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist11988, Maria Filipa Gomes Ribeiro, 7h

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

ist134419, Ana Paula Valagão Amadeu do Serro, 7h

ist31579, Miguel Ângelo Joaquim Rodrigues, 7h

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

Desenvolver capacidades de integrar matérias teóricas com a prática experimental direccionadas para a elaboração de mini-projetos para dimensionamento ou scale-up de equipamentos utilizados na indústria química. Fomentar a prática de pesquisa bibliográfica para definição e programação de experiências. Aplicar e desenvolver metodologias para análise, tratamento e correlação de resultados experimentais. Utilizar ferramentas computacionais e simuladores de processo para apoiar o dimensionamento de equipamentos. Adquirir conhecimentos sobre desenho técnico e impressão 3D. Estimular o trabalho em equipa, planeamento de experiências e a comunicação oral e escrita.

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

Develop skills to integrate theoretical subjects with experimental practice, needed for the elaboration of mini-projects

involving the dimensioning or scale-up of equipments used in the chemical industry. Promote the practice of bibliographic research to define and plan experiences. Apply and develop methodologies for analysis, treatment and correlation of experimental results. Use computational tools and process simulators to support equipment sizing. Acquire knowledge about technical design and 3D printing. Stimulate teamwork, experience planning and oral and written communication.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Elaboração de mini-projetos laboratoriais no âmbito das matérias de Processos de Separação - PS (Líquido-líquido, Sólido-Líquido, Sólido-Gás) e Operações Sólido-Fluido - OSF (Movimento de Fluidos e Leitos Porosos). Cada grupo de alunos recebe o enunciado de dois pequenos projetos focados na temática dos trabalhos experimentais dos módulos PS e OSF. Cada um deles inclui duas componentes principais: Parte I, onde deverá constar a parte experimental e condições operatórias utilizadas, resultados e discussão; Parte II, correspondente à componente de scale-up e/ou dimensionamento de um equipamento que requer os dados experimentais determinados no laboratório e outros parâmetros estimados através do simulador de processo (ASPEN/HYSYS). Ambos os projetos requerem pesquisa bibliográfica inicial. O projeto do módulo de OSF envolve a aquisição de conhecimentos necessários para realizar o desenho de uma pequena peça de equipamento ou partícula de enchimento, seguida de impressão 3D.

4.4.5. Syllabus:

Laboratory mini-projects in the scope of Separation Processes - PS (Liquid-liquid, Solid-Liquid, Solid-Gas) and Solid-Fluid Operations - OSF (Movement of Fluids and Porous Beds). Each group of students receives two small project's proposals focused on the theme of the experimental works of the PS and OSF modules. Each of them includes two main components: Part I, which addresses the experimental part and operating conditions used, results and discussion; Part II, corresponding to the scale-up and/or dimensioning component of an equipment that requires the experimental data determined in the laboratory and other parameters estimated through the process simulator (ASPEN / HYSYS). Both projects require initial bibliographic research. The design of the OSF module involves acquiring the knowledge necessary to design a small piece of equipment or filling particle, followed by 3D printing.

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A avaliação é realizada em grupo (3/4 elementos). A avaliação será contínua, por objetivos relacionados com os trabalhos experimentais (relatórios de progresso e discussão com o docente). Na final da UC será entregue um relatório para cada mini-projeto e o mesmo será apresentado oralmente.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The evaluation is carried out in groups (3/4 elements). It will be continuous, by objectives related to the experimental work (progress reports and discussion with the teacher). At the end of the UC, a report will be delivered for each mini-project and it will be presented orally.

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Perry's Chemical Engineers Handbook, Ed. R.H. Perry, D.W. Green and J.O. Maloney, 2007, 8th edition, McGraw-Hill, New York; Coulson & Richardson's Chemical Engineering: Vol.II Particle Technology and Separation Processes, Coulson & Richardson, 2002, (5th Ed) Butterworth-Heinemann; Unit Operations of Chemical Engineering, W.E. McCabe, J.C. Smith and P. Harriott, 2001, McGraw Hill, New York; Separation Process Principles, J.D. Seader, E.J. Henley, 1998, J. Wiley; Plant Design and Economics for Chemical Engineers, M.S. Peters, K.D. Timmerhaus, 1991, 4th Ed, McGraw-Hill

Mapa IV - Gestão

4.4.1.1. Designação da unidade curricular: *Gestão*

4.4.1.1. Title of curricular unit: *Management*

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

4.4.1.3. Duração: *Semestral*

4.4.1.4. Horas de trabalho: *84.0*

4.4.1.5. Horas de contacto: *24.5*

4.4.1.6. ECTS: *3.0*

4.4.1.7. Observações: *<sem resposta>*

4.4.1.7. Observations: *<no answer>*

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo): *João Agostinho de Oliveira Soares - ist 12631 (14h)*

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular: *Carlos M. F. Monteiro - ist 12228 (10,5h)*

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O objetivo da unidade curricular é introduzir os alunos a um conjunto de conceitos e ferramentas que lhes irá permitir compreender a natureza sistémica e integrada do funcionamento das organizações, e avaliar a multidisciplinaridade e recursos necessários ao seu funcionamento. Pretende-se que os alunos fiquem habilitados com as competências necessárias para poderem contribuir ativa e positivamente para o crescimento sustentável das organizações, com particular foco nos seguintes aspetos: Cultura, ética e estrutura organizacional; Contabilidade e Análise Financeira; Análise de Investimentos; Planeamento e Gestão Estratégica; Fundamentos de Marketing. A aplicação dos conhecimentos adquiridos é válida tanto para empresas em atividade, como para projetos de empreendedorismo – por exemplo, startups resultantes da Inovação & Desenvolvimento Tecnológico. A UC de Gestão integra a simulação de gestão IST Management Challenge (ISTMC).

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The main objective of the Management course unit is to introduce students to a set of concepts and tools that will enable them to understand the nature of the systemic and integrated functioning of organizations, and evaluate the multidisciplinary methods and resources necessary for their operation. It is intended that students become empowered

with the skills that enable them to contribute active and positively to the sustainable growth of organizations, with a particular focus on the following aspects: Culture, ethics, and organizational structure; Accounting and Financial Analysis; Investment Appraisal; Planning and Strategic Management; Marketing Fundamentals. The application of the knowledge acquired is valid for both firms in activity, and entrepreneurial projects, like start-ups resulting from Innovation & Technology Development. The course integrates the simulation management game IST Management Challenge (ISTMC).

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução. Cultura, ética e estrutura das organizações.*
2. *A Informação Financeira.*
3. *Análise de Projetos de Investimento.*
4. *Gestão Estratégica.*
5. *Marketing.*

4.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Management. Culture, ethics, and organizational structure.*
2. *Financial Analysis.*
3. *Investment Project Appraisal.*
4. *Strategic management.*
5. *Marketing.*

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *Os conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências fundamentais de Gestão e, através da sua aplicação a situações práticas, permitem que se atinjam os objetivos de aprendizagem definidos.*

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes: *The syllabus aims to provide students with the fundamental knowledge and skills of Management and, through its application to practical situations, allows the achievement of the defined learning objectives.*

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A nota final da UC de Gestão resulta da soma de duas componentes:

a) Avaliação Individual

1. *Teste cotado para 10 valores, com nota mínima de 4.5 valores, contando a melhor nota das duas épocas (50% da nota final).*
2. *Elaboração e entrega em aula de 4 exercícios. Cada exercício é cotado para 2 valores, num total de 8 valores (40% da nota final). Os exercícios serão realizados em papel ou no telemóvel, com o apoio de software adequado.*

b) Avaliação em grupo

Jogo de Gestão-ISTManagementChallenge(ISTMC) - 2 valores pelo desempenho e a participação válida da respetiva equipa (3-5 estudantes) no ISTMC (10% da nota final).

Época Especial e Estudantes Trabalhadores ou desportistas de Alta Competição: os alunos fazem apenas a componente de avaliação individual, sendo o teste final/exame cotado para 20 valores (100% da nota final).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The Final Grade for the Management course is the sum of two components:

a) Individual assessment:

1. *Multiple choice final test (score max.: 10 points, 50% of the final grade; minimum required: 4.5 points). Students can do the test in two different dates; the best score of both tests prevails.*
2. *Four Exercises/quizzes to be done in class (max score of each exercise: 2 points; max score in this part: 8 points, 40% of the final grade)*

b) Group work :

Management game – IST Management Challenge (ISTMC)

2 points according to the the performance and valid participation of the group in the ISTMC (teams with 3-5 students) - 10% of the final grade.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular: *As metodologias de ensino foram concebidas de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente, assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A participação no Jogo de Gestão-IST Management Challenge(ISTMC) permite o desenvolvimento de competências transversais em Competências Interpessoais.*

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

Teaching methodologies were designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance

with the objectives of the course. Participation in the Management Game-IST Management Challenge (ISTMC) allows the development of transversal skills in Interpersonal Skills.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Daft, Richard L. and Benson, A. (2016), Management, 1st edition, Cengage Learning EMEA.

Kotler, P. and Keller, K. (2016), Marketing Management, 15th Global Edition, Pearson-Prentice Hall.

Manual do Global Management Challenge.

Soares, João O. (2015), "Apontamentos de Contabilidade", Folhas da unidade curricular de Gestão, DEG-IST, Universidade de Lisboa.

Soares, João O. (2015), "Análise de Projetos de Investimento: conceitos fundamentais" – Folhas da unidade curricular de Gestão, DEG-IST, U. Lisboa.

Mapa IV - Engenharia Química e Sociedade

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia Química e Sociedade

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical Engineering and Society

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EPP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist12081Francisco Manuel da Silva Lemos, 14 h

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

ist12119,Maria Amélia Nortadas Duarte de Almeida Lemos, 14 h

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

Os alunos devem familiarizar-se, através de exemplos específicos, com o âmbito da engenharia de processos químicos e biológicos, com foco especial na contribuição para o desenvolvimento sócio-económico com uma ação social e ambientalmente responsável.

No final da UC, os alunos devem ser capazes de compreender a estrutura da indústria química e conhecer as principais fontes de matéria-prima e processos. Devem ter a capacidade de usar métodos de engenharia para resolver problemas simples e entender como colocar um processo industrial em prática, no âmbito das indústrias de engenharia química e biológica. Os alunos devem ter adquirido consciência do tipo de competências que são necessárias para lidar com os desafios ambientais, éticos, energéticos e sociais, que os Engenheiros Químicos têm de enfrentar. Os alunos devem aprender a trabalhar em grupos organizados e desenvolver competências básicas de comunicação oral e escrita.

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

The students should get acquainted, through specific examples, with the scope of chemical and biological processes engineering, with a special focus on the contribution of the socio-economic development in a responsible socially and environmentally action.

At the end of the course, the students should be able to understand the structure of the chemical industry and know the main material sources and processes. They should also have the ability to use engineering methods to solve simple problems and understand how to put industrial processes into practice, within the chemical and biological engineering industries. The students should also be aware of the type of competences that are required to cope with the demands, namely environmental, ethical, energetic and social, that Chemical Engineers have to face. The students should also be able to work in an organized group and have basic oral and written presentation skills.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos estratégicos de indústrias de processos químicos e biológicos e desenvolvimento económico e social. A União Europeia e as indústrias químicas e biológicas. A visão da Sociedade sobre as indústrias químicas e biológicas e as perspetivas futuras para o seu desenvolvimento. Áreas de atividade do Engenheiro Químico em indústrias químicas e relacionadas. Contexto histórico. Conceitos de organização da indústria química. Fontes de informação e seu processamento. A abordagem da engenharia.

Conceitos básicos de análise e modelação. Estequiometria, balanços materiais e energéticos. Ciências da engenharia. Técnicas de comunicação oral e escrita e gestão de grupos.

Ética no contexto da engenharia.

Fases de desenvolvimento num projeto. Estudos de processos industriais em Portugal e na Europa. Visitas de estudo.

Energia: Fontes primárias de energia, equilíbrio entre energia e meio ambiente. Relação entre a indústria química e o meio ambiente e tecnologias de proteção ambiental.

4.4.5. Syllabus:

Strategic concepts of chemical and biological process industries and economic and social development. The European Union and the chemical and biological industries. Society's vision on the chemical and biological industries and the future perspectives for their development. Areas of activity of the Chemical Engineer in chemical and related industries. Historical context. Chemical industry organization concepts. Information sources and their processing. The problem approach of engineering.

Basic concepts of analysis and modelling. Stoichiometry, material and energy balances. Engineering sciences.

Written and oral communication techniques and group management.

Ethics in the engineering context.

Development phases in an project. Case studies of the main industrial processes in Portugal and Europe. Field trips.

Energy: Primary energy sources, energy-environment equilibria. Relationship between chemical industry and the environment and environmental protection technologies.

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Projeto desenvolvido ao longo do semestre - o projeto pode assumir a forma de um trabalho monográfico sobre um tema de engenharia química ou sobre um processo específico, a modelação de um processo simples ou o desenvolvimento de um trabalho experimental, onde os alunos devem, com a ajuda dos docentes, elaborar um protocolo experimental e implementá-lo. O projeto implica uma apresentação pública curta (25%) e um breve relatório escrito (25%).

Teste sobre toda a matéria abordada (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Project developed along the semester - the project can take the form of a monographic work on a chemical engineering subject or a particular process, the modelling of a simple process or the development of an experimental subject where the students are required, with the help of the staff, to build the experimental protocol and implement it. The project implies a public flash presentation (25 %) and a short written report (25 %).

Test on the overall subjects covered (50 %)

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Chemical Engineering: An Introduction, M.M. Denn, 2012, Cambridge University Press; Introduction to Chemical Engineering: Tools for Today and Tomorrow, K.A. Solen, 2010, Wiley, 5th Ed.; Engineering Ethics in Practice: A Guide for Engineers, Royal Academy of Engineering, 2011, Royal Academy of Engineering; As Indústrias Químicas em Portugal: Perspectivas para o século XXI, Nunes, C.P., Ribeiro, F. R., 2001, Ed. Escolar Editora

Mapa IV - Segurança e Boas Práticas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Segurança e Boas Práticas

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Safety and Good Practices

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
84

4.4.1.5. Horas de contacto:
24,5

4.4.1.6. ECTS:
3,0

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
ist11889, Maria Fernanda do Nascimento Neves de Carvalho, 24,5h

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

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Elucidar os parâmetros que determinam a segurança industrial e/ou laboratorial: conhecimento, atitude e boas práticas. Identificar riscos físicos, químicos e toxicológicos. Introdução aos conceitos de perigo e risco. Introdução aos conceitos de segurança industrial e segurança ocupacional. Higiene industrial. Análise do risco inerente à presença de substâncias perigosas e /ou processos no local de trabalho. Introdução ao REACH e ao GHS. Introdução aos

métodos qualitativos de análise de risco. Hygiene e boas práticas como ferramentas da segurança. Análise de vídeos sobre acidentes industriais graves e respectivas lições.

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

Elucidate the parameters that drive the safety at the industry and/or at the laboratory: knowledge, attitude and good practices. Identify physical, chemical and toxicological risks. Introduction to the concepts of hazard and risk. Introduction to the concept of industrial and occupational safety. Industrial hygiene. Analysis of the risk inherent to the hazardous substances and/or processes at the work place. Introduction to REACH and GHS. Introduction to qualitative risk assessment methods. Hygiene and good practices as tools for safety. Analysis of industrial accidents, lessons learned from them based on the visualization of videos (max. 1000)

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Segurança no laboratório: o que saber, a que estar atento e o que fazer em caso de acidente. Atitude e boas práticas como ferramentas essenciais da segurança. Segurança industrial: identificação de perigos, e respetivos riscos em processos químicos, biológicos, mecânicos, eletrotécnicos ou outros. Parâmetros de risco (calor, pressão, etc.) químicos (propriedades intrínsecas das substâncias, estado físico, etc.) ou toxicológicas (substâncias ou microorganismos). Processos verdes e segurança. Metodologias qualitativas de análise e de riscos. Estudo das causas de alguns acidentes industriais graves. Introdução ao plano de segurança. Gestão de resíduos industriais perigosos.

4.4.5. Syllabus:

Safety at the laboratory: what to know, what to be aware of, what to do in the case of accident. Attitude and good practices as fundamental tools for safety. Industrial safety: identification of the hazards and the inherent risks at chemical, biological, mechanical, electrotechnical or other processes. Risk parameters: physical (heat, pressure, etc), chemical (intrinsic characteristics of substances, physical state, etc) or toxicological (substance or microorganism). Green processes and safety. Qualitative methodologies for risk analysis. Study of the causes and consequences of major industrial accidents. Introduction to safety planning. Management of hazardous wastes and waste treatment as part of global safety environmental safety.

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Avaliação contínua, parametrizada por participação na aula e questionários semanais (30%); Seminário sobre um tema no âmbito da segurança industrial/ocupacional, previamente validado pelo docente (30%). Teste escolha múltipla (40%).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Continuous evaluation parametrized by participation in classes and Quizzes (30%); one seminar presentation on a topic of industrial safety previously validated (30%). Short global test, multiple choice (40%).

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Chemical Process Safety, D.A. Crowl, J.F. Louvar, 2002, 2nd Ed., Prentice Hall International Series in the Physical and

Chemical Engineering Sciences; Hazardous Chemicals Handbook, P.A. Carson & C.J. Mumford, 2002, 2nd Ed, Butterworth Heinemann, Oxford; Safety, Health, and Loss Prevention in Chemical Processes, J.R. Welker e C. Springer, 1990, The Centre for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York; Toxicological Chemistry, S.E. Manaham, 1992, 2nd Ed. Lewis Publishers Inc. USA;; The Chemistry and the Technological Backlash, J.L. Pyle, 1984, Prentice-Hall Inc., New Jersey; Chemical process Safety, R.E. Sanders, 1999, Butterworth-Heinemann, USA; Still Going Wrong, T. Klets, 2003, Elsevier, USA

Mapa IV - Engenharia das Reacções Homogéneas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia das Reacções Homogéneas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Homogeneous Chemical Reaction Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist12051Filipe José da Cunha Monteiro Gama Freire, 42 h

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

ist12391, Maria do Rosário Gomes Ribeiro, 7 h

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

• Perceber a cinética da reacção química e alguns dos seus mecanismos; • Ser capaz de planear e analisar os resultados de uma experiência de cinética química; • Ser capaz de aplicar um balanço de massa e energia a um reator ideal; • Perceber a importância da estequiometria nos processos químicos com reacção; • Perceber a importância da transferência de massa e calor na engenharia das reacções; • Perceber o método de dimensionamento dos reactores homogéneos ideais comuns; • Aperceber-se da complexidade de operação dos reactores, nomeadamente dos não isotérmicos; • Estar atento à segurança necessária à operação de reactores e no scale-up; • Finalmente, em última análise, obter compreensão conceptual da engenharia das reacções químicas homogéneas.

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

• Understand the kinetics of the chemical reaction and some of its mechanisms; • Be able to plan and analyze the results of a chemical kinetics experiment; • Be able to apply a mass and energy balance to an ideal reactor; • Understand the importance of stoichiometry in reaction chemical processes; • Understand the importance of mass and heat transfer in the engineering of reactions; • Understand the method of designing the common ideal homogeneous reactors; • Realize the complexity of reactors operation, namely the non-isothermal ones; • Be aware of the safety

required for reactor operation and scale-up; • Finally, ultimately, gain conceptual understanding of the engineering of homogeneous chemical reactions.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução. Cinética das reacções elementares. Obtenção e tratamento de dados para obtenção da equação da velocidade de reacção. Cinética das reacções não elementares. Mecanismos de reacção e catálise. Aproximações à resolução dos mecanismos e dedução da equação cinética. Reactores isotérmicos: descontínuos, contínuos e associação de reactores. Comparações de reactores. Reactores não isotérmicos: descontínuos e contínuos em funcionamento adiabático e polítripo. Multiplicação de estados e histerese. Selecção de reactores. Economia e optimização de condições operatórias.

4.4.5. Syllabus:

Introduction. Kinetics of elementary reactions. Collection and processing of data to obtain the reaction rate equation. Kinetics of non-elementary reactions. Reaction and catalysis mechanisms. Approaches to the mechanisms resolution and deduction of the kinetic equation. Isothermal reactors: discontinuous, continuous and reactor association. Reactor comparisons. Nonisothermal reactors: discontinuous and continuous in adiabatic and polytropic operation. Multiple state and hysteresis. Reactor selection. Economy and optimization of operating conditions.

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*50% por exame final.
20% fichas de avaliação com feedback instantâneo individual e global (Google Classroom).
30% projecto integrado com os laboratórios.*

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

*50% per final exam.
20% feedback sheets with individual and global instant feedback (Google Classroom).
30% project integrated with laboratories.*

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Reactores Químicos, Francisco Lemos, J. Madeira Lopes, F. Ramôa Ribeiro, 2014, 3ª edição, IST Press.; Chemical Reaction Engineering, O. Levenspiel, 1999, 3rd Edn, Wiley & Sons; Elements of Chemical Reaction Engineering, Fogler, H.S., 2016, 5th Ed., Pearson Education (US).; Chemical Reactor Analysis and Design, Froment, G.B. and K.B. Bischoff, 2010, 3rd Ed., Wiley.; Introduction to Chemical Reactions Engineering and Kinetics, Ronald W. Missen, Charles A. Mims, Bradley A. Saville, 1999, John Wiley & Sons.

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:*Transport Phenomena I***4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***CEQ***4.4.1.3. Duração:***Semestral***4.4.1.4. Horas de trabalho:***168.0***4.4.1.5. Horas de contacto:***56.0***4.4.1.6. ECTS:***6.0***4.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***4.4.1.7. Observations:***<no answer>***4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):***ist12144, Alda Maria Pereira Simões, 28 horas***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***ist12605, Maria Teresa Angelino Reis, 28 horas***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Aquisição de conhecimentos fundamentais de escoamento de fluidos, incluindo a aplicação de balanços globais e diferenciais à massa, à quantidade de movimento e à energia mecânica para sistemas de geometrias simples. Compreensão e aplicação do princípio de conservação da energia a escoamento ideal. Compreensão dos fundamentos dos equipamentos para transporte de fluidos, incluindo curvas características para bombas centrífugas e cavitação. Capacidade de desenhar circuitos simples para transporte de fluidos, incluindo a selecção de bombas e baseado na previsão da perda de carga por atrito e na potência de bombagem. Capacidade de usar teoria dos modelos e de aplicar factores de escala (scale-up) a tanques com agitação.

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

Learning the fundamental concepts of fluid flow, including the application of integral and shell balances to mass, momentum and mechanical energy to systems with simple geometries. Understanding and applying the principle of conservation of energy to ideal fluid flow. Learning about pumping equipment, including characteristic curves for centrifugal pumps and cavitation. Capability of designing simple circuits for transport of fluids, including the prediction of head loss due to friction, the required pumping power and pump selection. Capability of using model theory and scale-up to agitated tanks.

4.4.5. Conteúdos programáticos:**FUNDAMENTOS**

Introdução aos Fenómenos de Transporte. Hidrostática. Viscosidade e tensão de corte. Reologia. Balanços globais de massa, quantidade de movimento e energia. Escoamento ideal. Medidores de caudal e de velocidade baseados na equação de Bernoulli. Regimes de escoamento e número de Reynolds. Balanços diferenciais em escoamento de Couette e de Poiseuille. Equações da Continuidade e do Movimento. Análise dimensional: o teorema Pi de Buckingham e determinação de grupos adimensionais.

APLICAÇÕES

Atrito no escoamento em tubos: factor de atrito; perda de carga em acessórios e potência de bombagem. A camada-limite e o escoamento turbulento. Escoamento compressível: escoamento isotérmico e escoamento adiabático. Escoamento com objectos imersos; arrasto e velocidade terminal de uma esfera.

Bombas: trabalho e potência de bombagem; curva característica; cavitação e carga de sucção; ponto de funcionamento. Agitação: potência e eficiência de agitação; scale-up.

4.4.5. Syllabus:

FUNDAMENTALS

Introduction to Transport Phenomena. Hydrostatics. Viscosity and shear stress. Rheology. Overall balance to mass, momentum and energy. Bernoulli equation. Flow meters based upon Bernoulli equation and the Pitot tube. Types of fluid flow and Reynolds number. Shell balances for Couette flow and Poiseuille flow. The differential equations of Continuity and of Momentum. Methods for dimensional analysis: the Pi Buckingham theorem and methods for determination of dimensionless groups.

APPLICATIONS

Friction in pipe flow: the Fanning friction factor; head loss in accessories and required pumping power. Boundary layer flow and turbulence.

Compressible flow: isothermal and adiabatic flow.

Flow around submersed objects; drag and terminal velocity for a sphere.

Pumps: power and work required; characteristic curve of a centrifugal pump; cavitation and Net Positive Suction Head.

Pump operating point.

Agitation and mixing of fluids: equipment, power and efficiency. Scale-up.

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame: 50%; Laboratório: 20%; Mini-testes 30%. Exame a realizar no final do periodo. Laboratórios: fichas durante a sessão ou no prazo de 24 horas; relatório Mini-testes: durante as aulas (planeados 3 mini-testes).

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam: 50%; Laboratory: 20%; Mini-tests 30%. Exam to be held at the end of the course. Laboratory component: during the session or within a 24 hour period. Mini-tests (3 planned): in class.

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Dinâmica de Fluidos para Engenharia Química, Alda Simões, M. Tereza Reis, 2020, ed. IST press (in press);

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

Fluid Mechanics for Chemical Engineers, Noel de Nevers, 1991, McGraw-Hill International Edition, 2nd edition

Mapa IV - Simulação de Sistemas Dinâmicos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Simulação de Sistemas Dinâmicos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Dynamic Systems Simulation

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***EPP*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****84.0*****4.4.1.5. Horas de contacto:*****28.0*****4.4.1.6. ECTS:*****3.0*****4.4.1.7. Observações:*****<sem resposta>*****4.4.1.7. Observations:*****<no answer>*****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*****ist12081, Francisco Manuel da Silva Lemos, 11.2H*****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:*****ist12119, Maria Amélia Nortadas Duarte de Almeida Lemos, 11.2H******ist12547, Carla Isabel Costa Pinheiro, 5.6H*****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Dotar os alunos de uma sólida preparação fundamental em análise, modelação e simulação de sistemas que funcionam num regime dinâmico.******É também um objetivo fornecer aos alunos uma abordagem prática, utilizando diferentes ferramentas e metodologias, que vão desde o software de utilização comum e especializado para a solução de modelos baseados em equações diferenciais, até à utilização de modelos baseados em funções de transferência.******No final do curso, os alunos devem ser capazes de desenvolver e interpretar modelos e simuladores para sistemas dinâmicos utilizando uma variedade de ferramentas, compreendendo as vantagens e limitações das diferentes ferramentas e abordagens.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****Endow the students with a solid fundamental preparation on analysis, modelling, and simulation of systems working in a dynamic regime.******It is also an objective to provide the students with a hands-on approach, using different tools and methodologies, ranging from the common-use and specialized software for the solution of differential-equation based models to the use of transfer function-based models.******At the end of the course, the students should be able to develop and interpret models and simulators for dynamic systems using a variety of tools, understanding the advantages and limitations of the different tools and approaches.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****Introdução à Dinâmica do Sistema - revisão da descrição de sistemas dinâmicos utilizando o conjunto de balanços.******Escrita de balanços para processos representativos. Revisão da utilização de métodos numéricos para resolver as equações do modelo. Utilização de software de uso geral, como folhas de cálculo, para resolver equações diferenciais e análise das soluções. A distinção entre sistemas de equações diferenciais bem-comportadas e sistemas rígidos.******Utilização de software especializado, MatLab, para resolver equações diferenciais e comparação com a solução utilizando software de uso geral. Introdução ao conceito de função de transferência e racional associado - uma breve introdução à Transformada de Laplace. Linearização. Determinação de funções de transferência a partir de equações e experimentalmente. Comparação da descrição utilizando funções de transferência com o comportamento real que pode ser descrito por modelos baseados em balanços. Será dada ênfase aos sistemas não lineares.*****4.4.5. Syllabus:**

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

4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
O conteúdo programático permitirá aos alunos desenvolver os objetivos propostos de utilizar vários tipos de ferramentas para desenvolver modelos de sistemas dinâmicos.

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:
The proposed syllabuls will allow the students to develop their ability to use different tools to develop models for dynamic systems.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora elementos de avaliação contínua no âmbito da aprendizagem ativa (p. ex, projectos, trabalhos de casa, fichas, etc) compatível com a redução significativa do peso de avaliação por exames ($\leq 50\%$). Esta unidade curricular tem uma avaliação 100% contínua ao longo do período que envolve as seguintes componentes de avaliação:
Um relatório escrito sobre o projeto desenvolvido durante o período - 25%
Desenvolvimento de um modelo dinâmico para um sistema específico e comparação entre as diferentes abordagens - 50%
Desenvolvimento de um modelo baseado em funções de transferência para um processo desconhecido - 25%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):
The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving and projects, reinforcing the practical component, active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates elements of continuous assessment in the context of active learning (eg, projects, homework, worksheets, etc.) compatible with the significant reduction of evaluation by exams ($\leq 50\%$). This unit will have 100% continuous evaluation along the period, involving the following components:
Written repor on the project to be developped along the period - 25%
Development of a dynamic model for a specific system and comparison of different approaches - 50%
Development of a transfer function based mode for an unknow process - 25%

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino e avaliação será essencialmente prática, através de desenvolvimento de projetos.

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:
The teaching and evaluation methodology willl be mainly hands-on and project based.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Process Dynamics and Control, D.E. Seborg, T.F. Edgar, D.A. Mellichamp, F.J. Doyle, 2017, 4th Ed., Wiley
Computational Techniques for Process Simulation and Analysis Using MATLAB; N.S. Kaisare, 2018, CRC Press
Process Modelling, Simulation, and Control for Chemical Engineers, W.L. Luyben, 2014, McGraw-Hill

Mapa IV - Transferência de Massa e Operações

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Transferência de Massa e Operações

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Mass Transfer and Operations

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ**4.4.1.3. Duração:**
Semestral**4.4.1.4. Horas de trabalho:**
84**4.4.1.5. Horas de contacto:**
24.5**4.4.1.6. ECTS:**
3.0**4.4.1.7. Observações:**
<sem resposta>**4.4.1.7. Observations:**
<no answer>**4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**
ist12034, Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves, 10h**4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:**
ist13181, Vítor Manuel Gerales Fernandes, 10h
ist12450, Maria Rosinda da Costa Ismael, 5 h**4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**
Dominar conceitos fundamentais de transferência de massa, e sua aplicação ao dimensionamento, modificação, diagnóstico e otimização de equipamentos, nomeadamente de absorção e desabsorção gasosa.**4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**
To master the fundamental concepts of mass transfer and their application in the design, modification, diagnosis and optimisation of mass transfer equipments, namely gas absorption and desorption.**4.4.5. Conteúdos programáticos:**
Mecanismos de transferência de massa: difusão e convecção. 1ª Lei de Fick. Balanço de massa a volume de controlo diferencial com transporte por difusão em estado estacionário, com e sem reação química.
Convecção. Coeficientes parciais de transferência de massa. Correlações empíricas
Analogia entre transferência de quantidade de movimento de calor e de massa.
Transporte interfacial. Teoria dos dois filmes. Coeficientes globais de transferência de massa.
Absorção e desabsorção. Integração da equação de transferência de massa. Cálculo da altura da coluna usando número de unidades de transferência e altura de unidade de transferência
Outras operações de transferência de massa, breve descrição: extração líquido-líquido, destilação, operações com membranas, operações de sorção, secagem de sólidos (transferência simultânea de calor e massa).**4.4.5. Syllabus:**
Mass transfer mechanisms: diffusion and convection. Fick's 1st law. Mass balance on a differential control volume with steady state diffusion, with and without chemical reaction.
Convection. Mass transfer film coefficients. Empirical correlations. Analogy with momentum and heat transfer.
Interfacial transfer. Two film theory. Overall mass transfer coefficients.
Absorption and Desorption. Integration of the mass transfer equation. Calculation of the height of a column using height of a transfer unit and number of transfer units.
Other mass transfer operations, a brief description: distillation, liquid-liquid extraction, membrane and sorption operations, drying of solids (simultaneous heat and mass transfer).**4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização de aulas

de demonstração, trabalhos experimentais e simulação em Aspen, abordagem que permitirá cumprir os objetivos da cadeira.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A UC é avaliada por exame (50%), Miniteste (15%) e qualidade (relatório e discussão) dos trabalhos realizados em Aspen (15%) e Laboratório (20%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam: 50%; laboratory: 20%; Aspen 15%; mini-tests 15%.

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá cumprir os objetivos da cadeira.

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Fundamentos de Transferência de Massa , Maria Norberta de Pinho e Duarte Miguel Prazeres, 2008, IST PRESS;
Engenharia de Processos de Separação, Edmundo Gomes de Azevedo, Ana Maria Alves, 2016, IST Press, 3ª Ed.*

Mapa IV - Computação e Programação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Computação e Programação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computation and Programming

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

LogComp

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist13222, Carlos Caleiro, 19h.

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

ist12851, Maria Paula Antunes Abrantes Gouveia, 18h.

ist30513, Yasser Omar, 19h.

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

Compreender a noção de algoritmo. Dominar os conceitos da programação imperativa e recursiva, e sua utilização em ambiente computacional interactivo. Desenvolver aplicações recorrendo a técnicas de modularização por abstracção de dados.

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

Understand the notion of algorithm. Master the concepts of imperative and recursive programming, and their use in an interactive computing environment. Develop applications using modularization and data abstraction techniques.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução à programação em sistema interactivo (MatLab) de cálculo numérico e simbólico, e de manipulação e visualização de dados. Introdução à programação usando linguagem apropriada ao domínio de especialidade (Python). Conceitos básicos da programação imperativa e recursiva; ciclos; recursão e iteração; definição de funções e procedimentos; variáveis, tipos e atribuições; efeitos colaterais; passagem de parâmetros. Outros paradigmas de programação: noções de objecto e classe, noções de programação funcional, encapsulamento e abstracção. Exemplos: aplicações numéricas e manipulação de vectores e matrizes, ordenação e pesquisa binária. Programação em grande escala: método de programação modular por camadas centrado nos dados. Mecanismos de modularização. Exemplos: torres de Hanoi sobre pilhas, implementações estáticas e dinâmicas, filas e árvores. Aplicações: matrizes esparsas, simulação estocástica, optimização linear, biocomputação. Projecto adaptado ao domínio de especialidade.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to programming in interactive system (MatLab) for numeric and symbolic computation, and data manipulation and visualization. Introduction to programming using a language suited to the intended domain of application (Python). Basic concepts of imperative and recursive programming; cycles; recursion and iteration; functions and procedures; variables, types and assignment; side-effects; parameter passing. Other programming paradigms: objects and classes, notions of functional programming, encapsulation and abstraction. Examples: numeric applications, manipulation of vectors and matrices, sorting and binary search. Large-scale programming: modularization and data abstraction. Examples: towers of Hanoi over stacks, static and dynamic implementations, queues and trees. Applications: sparse matrices, discrete event simulation, linear optimization, biocomputing. Project suited to the intended domain of specialization.

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

Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC às metodologias de avaliação, os pontos dos conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

Taking into account the expected learning outcomes of the UC and the evaluation methods, the syllabus envisages precisely giving the students the necessary knowledge and competences.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante. O modelo de avaliação incorpora Testes/Exame 50% e Projeto 50%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva

de aulas de demonstração e trabalhos experimentais. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

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

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral III

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo Diferencial e Integral III

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus III

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist12881, Luís Manuel Gonçalves Barreira, 0h.

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

ist12848, João Paulo Fernandes Teixeira, 56h.

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

Domínio de:

– Resolução de equações diferenciais ordinárias elementares; resolução de equações e sistemas de equações diferenciais lineares.

– Propriedades de existência, unicidade e dependência contínua de soluções de equações diferenciais ordinárias.

- Teoremas de Gauss e de Stokes, propriedades gerais de divergência e rotacional de campos vectoriais, e aplicações.
- Resolução de equações diferenciais parciais de 1ª e 2ª ordem lineares elementares.
- Propriedades gerais e convergência de séries de Fourier, transformação de Fourier e aplicações.

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

Master of:

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

4.4.5. Conteúdos programáticos:

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

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

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

4.4.5. Syllabus:

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

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

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

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies aim to promote learning based on problem solving, reinforcing the practical component,

active learning, autonomous work and student accountability. The assessment model incorporates exam/tests, possibly with minimum grade, complemented with continuous evaluation components and oral evaluation for grades above 17 (out of 20).

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

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

Mapa IV - Corrosão e Protecção de Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Corrosão e Protecção de Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Corrosion and Protection of Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QFMN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist12575, João Carlos Salvador Santos Fernandes, 24.5 h

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

<sem resposta>

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

Pretende-se que o aluno saiba identificar um processo de corrosão, distinguindo os vários tipos de corrosão e os meios corrosivos mais relevantes, avaliando a extensão e gravidade do processo corrosivo (o que permitirá estimar a vida útil do componente) e desenvolvendo a estratégia adequada para a protecção anticorrosiva.

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

The student should identify a corrosion process, distinguishing the different types of corrosion and the most relevant corrosive media, evaluating the extension and severity of the corrosive process (thus predict the lifetime of a component) and implementing the adequate strategy for corrosion protection

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. **Importância social e económica da corrosão; electroquímica da corrosão; termodinâmica e cinética da corrosão.**
2. **Passivação.**
3. **Tipos de corrosão: corrosão uniforme; corrosão por picadas; corrosão intersticial; corrosão filiforme; corrosão galvânica; corrosão selectiva; corrosão intergranular; corrosão biológica; corrosão influenciada por factores mecânicos (corrosão sob tensão, corrosão sob fadiga, corrosão com vibração, corrosão-erosão, corrosão-cavitação e fragilização pelo hidrogénio); degradação de cerâmicos e polímeros.**
4. **Meios Agressivos: corrosão atmosférica; corrosão na água, em solos, betão, ...**
5. **Monitorização da Corrosão: exposição natural; ensaios acelerados; métodos electroquímicos.**
6. **Protecção anti-corrosiva: selecção de materiais; princípios de projecto; inibidores de corrosão; protecção catódica, protecção anódica e protecção conjugada; revestimentos (preparação de superfícies, revestimentos orgânicos; revestimentos inorgânicos metálicos e não metálicos).**

4.4.5. Syllabus:

1. **Social and economic importance of corrosion; the electrochemistry of corrosion; corrosion thermodynamics and kinetics.**
2. **Passivation.**
3. **Types of corrosion: uniform corrosion; pitting corrosion; crevice corrosion; filiform corrosion; galvanic corrosion; selective leaching; intergranular corrosion; biologically induced corrosion; environmentally induced cracking (stress corrosion cracking, corrosion fatigue, fretting corrosion, erosion corrosion, cavitation corrosion and hydrogen embrittlement). Degradation of ceramics and polymers.**
4. **Corrosion in different media: atmospheric corrosion, corrosion in waters, in soils, concrete, ...**
5. **Corrosion monitoring: natural exposure; accelerated tests; electrochemical methods..**
6. **Corrosion protection: selection of materials, design principles, corrosion inhibitors, cathodic protection and anodic protection; coatings (surface preparation, organic coatings, metallic and non-metallic inorganic coatings).**

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos abordados em qualquer unidade curricular básica de Corrosão e Protecção de Materiais, visando dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias à aquisição dos objetivos de aprendizagem da UC. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.

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

The syllabus points cover the main topics studied in any basic UC on Corrosion and Protection of Materials, with the aim of providing students the knowledge and skills required to reach the learning outcomes. The theory, the essential concepts and application examples are provided, the students being asked to study the contents and to solve the proposed exercises.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

A avaliação estará dividida em:

Avaliação contínua (mini-exercícios): 20%

Relatórios dos trabalhos laboratoriais: 30%

Exame: 50%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies aim to foster problem-solving and project-based learning, strengthening the practical component, active learning, autonomous work and involvement of the student. The evaluation model incorporates elements of continuous evaluation in the context of active learning (e.g. mini-tests, laboratory reports) compatible with the significant reduction of the weight of evaluation by exams (≤50%).

The evaluation will be divided as:

Continuous Evaluation (mini-tests): 20%

Laboratory Reports: 30%

Final Exam: 50%

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Princípios da Corrosão Electroquímica, Mário G.S. Ferreira, 1998, IST;

Principles and Prevention of Corrosion, D.A. Jones, 1996, 2nd Edition, Prentice Hall, NJ;

Corrosion Engineering, M.G. Fontana, 1987, 3rd edition, McGraw-Hill Book Company

Mapa IV - Introdução aos Sistemas de Energia**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Introdução aos Sistemas de Energia

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Energy Systems

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EPP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria Cristina De Carvalho Silva Fernandes (ist12192), 10 h

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

Maria Joana Castelo-Branco de Assis Teixeira Neiva Correia (ist12351), 14,5 h

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

Os objectivos desta UC são fornecer aos alunos conhecimentos introdutórios na área da energia e que adquiram a capacidade de:

- 1) compreender os princípios da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável na utilização da energia;*
- 2) compreender as diferentes fontes de energia primária e os processos de conversão;*
- 3) conhecer os principais setores utilizadores de energia.*

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

The objectives of this UC are to provide students with introductory knowledge in the field of energy to:

- 1) understand the principles of sustainability and sustainable development in the use of energy;*
- 2) understand the different sources of primary energy and the conversion processes;*
- 3) know the main sectors that use energy*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

A-Fontes energéticas e processos de conversão:

Combustíveis fósseis: carvão, fuelóleo, gás natural

Energia nuclear

Fontes de energia renováveis: biomassa, hidro, solar, eólica, geotérmica, hidrogénio.

B-Sustentabilidade das fontes energéticas

Impactos ambientais com referência às emissões de gases com efeito de estufa.

C- Utilização da energia nos diferentes sectores: industrial, transportes, comercial e residencial.

Eficiência energética. Noções básicas de integração energética.

Desafios da transição energética.

4.4.5. Syllabus:

A-Energy sources and conversion processes:

Fossil fuels: coal, fuel oil, natural gas

Nuclear energy

Renewable energy sources: biomass, hydro, solar, wind, geothermal, hydrogen.

B-Sustainability of energy sources:

Environmental impacts with reference to greenhouse gas emissions.

C- Use of energy in different sectors: industrial, transport, commercial and residential

Energy efficiency. Basic notions of energy integration.

Challenges of the energy transition.

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Teste individual- 50%

Avaliação contínua (50%): fichas/quizzes e outras actividades individuais (15 %); projecto em grupo de 2-3 elementos incluindo apresentação oral (35%);

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

individual final test- 50%

Continuous evaluation- 50% (individual mini-tests /quizzes- 15 %; project team work (2 or 3 students) including one oral presentation-35%.

4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:
A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de aulas de demonstração e um trabalho de recolha de dados junto ao setor produtivo de Energia. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos como auxiliará o nivelamento do conhecimento de estudantes com diferentes proveniências e formações.

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
Energy for a Sustainable World: From the Oil Age to a Sun-Powered Future, Vincenzo Balzani , Nicola Armaroli, 2011, Wiley-VCH;
Energy. Its use and the environment, Roger A. Hinrichs, Merlin H. Kleinbach, 2013, 5 Ed, Brooks/Cole-Cengage Learning

Mapa IV - Química

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Química

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Chemistry

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
T28;TP14;PL14

4.4.1.6. ECTS:
6.0

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
ist12434, Luis Filipe Coelho Veiros, 14.0 horas

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist12268, Maria Cristina Froes Brilhante Dias Gomes de Azevedo, 21.0 horas
ist12119, Maria Amélia Nortadas Duarte de Almeida Lemos, 21.0 horas

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Parte Teórica:
No final desta UC, os alunos terão adquirido e desenvolvido a capacidade de compreensão da estrutura, propriedades

e transformação dos materiais em geral.

Apresentar, de forma qualitativa, os princípios básicos da ligação química em vários tipos de substâncias. Fornecer os conhecimentos essenciais para a apreensão das matérias leccionadas nas disciplinas mais avançadas.

Parte Laboratorial:

Objectivo:

Ilustrar com trabalhos de laboratórios os conceitos adquiridos nas aulas presenciais e estudo autónomo.

Espera-se que os alunos ganhem a capacidade de:

- i) compreender e realizar de modo expedito, operações unitárias básicas de química laboratorial, como seja pesagem e preparação de soluções; titulações ácido-base e redox; filtração; secagem; técnicas de purificação de compostos.**
- ii) realizar a síntese e purificação de um composto**
- iii) adquiram a capacidade de usar aplicações informáticas na identificação de compostos orgânicos e compostos de coordenação.**

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

Theoretical part: To present the basic principles of chemical bonding, in a qualitative manner. This will provide a starting point for the matters developed in more advance forthcoming subjects.

Lab part: Illustration of the concepts developed in the theoretical part. The students will perform basic laboratory operations, e.g., weighting, solutions, titrations, filtrations, purification and solid drying technics. Lab works will include a complete synthesis and the purification of the product. Informatic applications will be used to visualize, identify and study organic molecules and coordination compounds.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução ao modelo quântico do átomo. Tabela Periódica e propriedades periódicas dos átomos. Ligação Química em Moléculas Diatómicas – Teoria das Orbitais Moleculares (TOM). Moléculas poliatômicas – Teoria do Enlace de Valência (TEV). Forças Intermoleculares de Keesom, Debye, London e pontes de hidrogénio. Sais Iónicos - Ligação iónica. Estrutura e Energia Reticular. Relação estrutura-propriedades. Breve referência à Teoria de Bandas na descrição da ligação química em metais e semicondutores.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to the quantum atomic model. Atomic structure and quantic description of the H atom. Periodic classification and properties of the elements. Chemical bonding in diatomic molecules - Molecular Orbital Theory. Polyatomic molecules - Valence bond theory. Intermolecular forces: Keesom, Debye, London and hydrogen bonds. Ionic bonding: lattice energy, thermodynamic cycles and properties of ionic crystals. Brief reference to band theory in the description of metals and semiconductors.

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino fomentam a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante.

A avaliação da parte teórica será feita por dois mini-testes: um no fim da 3ª semana e outro no fim da 5ª. Haverá um exame no fim do período e outro, de recuperação, no fim do semestre. Esta avaliação será completada com a realização ao longo do período e a apresentação final de um trabalho que envolva pesquisa e aprendizagem autónomas, por grupos de 2-3 alunos.

A avaliação da componente laboratorial será contínua, envolvendo preparação documentada das aulas e questionários on-line e em papel para cada trabalho. Esta avaliação poderá ser completada, no fim do período, pela execução de um trabalho laboratorial (exame prático laboratorial).

Distribuição de pesos: Parte Teórica (50%): 10% cada mini-teste, 30% exame. Parte Prática-Laboratorial (50%): 20% trabalho de estudo e investigação autónomos, 30% avaliação contínua dos laboratórios. Nota mínima 8.5/20 em cada parcela.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Grading of the theoretical part will result from two tests on the 3rd and the 5th week of classes, respectively, plus an

written exam in the end of the quarter. There will be a recovery exam in the end of the semestre.

The grading will be complemented by a essay involving groups of 2-3 students. The essay will developed along the quarter and will require independent research and learning. The final work will be the subject of a presentation.

The grading of the lab part will be performed along the quarter and will involve work preparation, and quizzes (both on paper, as well as electronic), for each lab assignment. Grading of the lab part also be the subject of a practical lab exam in the end of the quarter consisting in the execution of a lab assignment.

Grading distribution: Theoretical part (50%): 10% each test, 30% final exam. Practical and lab part (50%): 20% research work, 30% lab performance. Minimal grade: 8.5/20 in each item.

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente e estruturante da matéria que é básica, mantendo a conformidade com os objetivos da unidade curricular. A análise de casos nas aulas práticas de problemas bem como a realização dos trabalhos laboratoriais permite o confronto com problemas reais e a consolidação das matérias leccionadas nas aulas teóricas.

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Ligação Química, A. Romão Dias, J.J.R. Fraústo da Silva, M. José Calhorda, Luís F. Veiros, M. Margarida Salema, 2006 ISTPress.

Exercícios sobre Ligação Química, M. Margarida Salema, 2010 ISTPress.

Protocolos dos trabalhos experimentais a realizar e bibliografia aí indicada, Corpo docente da disciplina.

Chemistry : An Introduction to Organic, Inorganic and Physical Chemistry, Catherine E. Housecroft, Edwin C.

Constable, 3rd edition 2005 Pearson Education (US).

Chemistry and Chemical Reactivity, John C. Kotz, Paul Treichel, Jr., 6th edition 2006 Saunders College Publishing.

Técnicas e Operações Unitárias em Química Laboratorial, Aramndo J. L. Pombeiro, 2ª edição 1991 Fundação Calouste Gulbenkian.

Mapa IV - Métodos Instrumentais de Análise

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Métodos Instrumentais de Análise

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Instrumental Methods of Analysis

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

SEMAQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist11648 - Margarida Maria Portela Correia dos Santos Romão 16 h

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

ist31684 - Zita Carla Torrão Pinto Martins 16 h

ist12920 - Sílvia de Vasconcelos Chaves, 11 h

ist90799 - João Alfredo Vieira Canário, 4 h

ist11992 - Maria Teresa Nogueira Leal da Silva Duarte 2 h

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

Parte Teórica (T): Dar a conhecer os fundamentos e aplicações de vários métodos instrumentais que permitam obter informação qualitativa e quantitativa acerca da estrutura e composição da matéria, e cuja selecção e eficiente uso envolve a compreensão das suas vantagens e limitações. Tem adicionalmente como finalidade dar as bases dos procedimentos de Validação, Controlo e Garantia da Qualidade de um método instrumental.

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

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

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

Theoretical Part (T): To provide knowledge about the fundamentals and applications of various instrumental methods used to obtain qualitative and quantitative information about the structure and composition of matter, whose selection and efficient use involves understanding of their advantages and limitations. It also aims to provide the basis for the Validation, Control and Quality Assurance procedures of an instrumental method.

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

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

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Classificação dos métodos analíticos; métodos instrumentais, sua classificação e calibração; Validação, Controlo e Garantia da Qualidade de um método instrumental. Espectroscopias Moleculares: de Absorção no UV-Vis; de Fluorescência no UV-Vis; de Absorção no Infravermelho; Espectrometria de Ressonância Magnética Nuclear; Espectrometria de Massa Molecular. Espectroscopias Atómicas: de Absorção no UV-Vis (atomização chama, eletrotérmica e técnicas de vapor); de Emissão no UV-Vis (atomização no plasma induzido de argón e detecção óptica (ICP-OES) e detecção por massa (ICP-MS)); de Fluorescência e de Difrakção nos Raios X. Métodos Electroanalíticos: Potenciometria com Eléctrodos Selectivos a Iões; Voltametria. Métodos Separativos: Cromatografia Gasosa; Cromatografia Líquida de Alta Eficiência; Cromatografia de Fluido Supercrítico; Electroforese Capilar. Métodos Hifenados.

4.4.5. Syllabus:

Classification of analytical methods; instrumental methods, their classification and calibration; Validation, Control and Quality Assurance of an instrumental method. Molecular Spectroscopies: UV-Vis Absorption; UV-Vis Fluorescence; Infrared Absorption; Nuclear Magnetic Resonance Spectrometry; Molecular Mass Spectrometry. Atomic Spectroscopies: UV-Vis Absorption (flame atomization, electrothermal and vapor techniques); UV-Vis Emission (induced coupled plasma atomization with optical detection (ICP-OES) and mass detection (ICP-MS)); Fluorescence and X-Ray Diffraction. Electroanalytical Methods: Potentiometry with Ion Selective Electrodes; Voltammetry. Separative Methods: Gas Chromatography; High Performance Liquid Chromatography; Supercritical Fluid Chromatography; Capillary electrophoresis. Hyphenated Methods

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

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

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

Considering the objectives of this the UC, any expert in the field can reach to the conclusion that all the syllabus points

(point 6.2.1.5) aim to give students the competences and the required knowledge and skills to reach the learning outcomes described in point 6.2.1.4.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

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

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

50% T + 20% TP + 30% PL

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The course has a theoretical component (T), a practical component (P) and a laboratory component (L). The T evaluation will be a function of the exam grade at the end of the quarter, 9th week. This evaluation will be completed with the P component, function of the presentation and discussion of two proposed themes and the active participation in the discussion and resolution of problems. The evaluation of the L component will be based on the preparation of the experiments, the bench work, the filling of short report of each activity that must be delivered at the end of the laboratory class and the written reports of three of the practical assignments performed. The evaluation of the L component will be completed with a discussion of the work done in the laboratory sessions that will take place on the 8th week.

The final grade will be a weighted average of the various components according to 50% T + 20% P + 30% L where components T and L are eliminatory (minimum grade 9.5)

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Principles of Instrumental Analysis, Skoog, D.A., Holler, F.J., Crouch, S.R., 2007, 6th Ed. International Student Edition Secundária:

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

Mapa IV - Mecânica e Ondas

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecânica e Ondas

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Mechanics and Waves

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FBas

4.4.1.3. Duração:

Semestral**4.4.1.4. Horas de trabalho:****168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****49.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist13673, José Pizarro de Sande e Lemos, 49H****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****<sem resposta>****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Geral: Prever quantitativamente as consequências de uma variedade de fenómenos físicos com ferramentas de análise. Garantir formação científica avançada e profunda num domínio fundamental da Física que permita abordagens de inovação disciplinares ou interdisciplinares.******Específico: Compreensão e interligação dos conceitos e princípios básicos da Mecânica e das Ondas, como massa, energia, trabalho, oscilações e ondas, através de uma perspectiva integradora dos mesmos; capacidade de os aplicar à resolução de problemas, nomeadamente no que respeita às suas aplicações tecnológicas.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****General: Quantitatively predict the consequences of a variety of physical phenomena with calculatory tools. Ensure advanced and thorough scientific training in a fundamental field of Physics, hence allowing for disciplinary or interdisciplinary approaches to innovation.******Specific: Ability to understand and interconnect the concepts and basic principles of classical Mechanics and Waves, such as mass, energy, work, oscillations and waves, through an integrative perspective; ability to apply them to problem solving, particularly in what concerns their technological applications.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****1.Cinemática: vetores posição, velocidade e aceleração; movimentos retilíneo e circular.******2.Forças e referenciais: movimento relativo; inércia; leis de conservação e simetrias espaço-tempo.******3.Trabalho e energia: energia cinética; forças conservativas; energias potencial e mecânica; conservação de energia e invariância no tempo.******4.Momento linear: sistema de partículas e centro de massa; conservação do momento linear e invariância de translação; colisões.******5.Momentos angular e de força: binário; condições de equilíbrio.******6.Gravitação: leis de Kepler e forças centrais; conservação do momento angular e isotropia do espaço.******7.Corpo rígido: momento de inércia; estática; translação e rotação; giroscópio.******8.Oscilações: harmónicas simples, com atrito e forçadas; ressonância.******9.Ondas: sinusoidais e parâmetros característicos; transversais e longitudinais, estacionárias (corda vibrante), planas e esféricas; batimentos; princípio de Huyguens; reflexão, refração e dispersão; interferências, difração.*****4.4.5. Syllabus:*****1.Kinematics: position, velocity and acceleration vectors; rectilinear and circular motions.******2.Forces and frames: relative motion; inertia principle; conservation laws and space-time symmetries.******3.Work and energy: kinetic energy; conservative forces; potential and mechanical energies; energy conservation and time invariance.***

4. Linear momentum: particle system and center of mass; conservation of linear momentum and translation invariance; collisions.
5. Angular momentum and torque: torque; equilibrium conditions.
6. Gravitation: Kepler's laws and central forces; conservation of angular momentum and space isotropy. 7. Rigid body: moment of inertia; static; translation and rotation; gyroscope.
8. Oscillations: simple harmonic, damped and forced; resonance.
9. Waves: sinusoidal and characteristic parameters; transverse and longitudinal, stationary (vibrating rope); plane and spherical waves; beats; Huyguens principle; reflection, refraction and dispersion; interference, diffraction.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

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

50% exame

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

50% Exam

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Physics for Global Scientists and Engineers (vols 1 and 2), Serway, Jewett, Wilson, Wilson and Rowlands, 2017, ISBN10: 1-4737-5721-5; Physics for Scientists and Engineers, R. A. Serway, J. W. Jewett, 2004, ISBN: 0-53-440842-7

Mapa IV - Cálculo Diferencial e Integral II

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Cálculo Diferencial e Integral II

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:**168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****56.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist11151, Luis Magalhães, 0h.****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist13372, Sílvia Nogueira da Rocha Ravasco dos Anjos, 56h.****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*****Domínio do cálculo diferencial de funções de várias variáveis reais com valores escalares e vetoriais e de integrais múltiplos e de linha, incluindo teoremas fundamentais do cálculo para integrais de linha e integrais duplos, e aplicações geométricas e físicas.*****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):*****Master the differential and integral calculus of scalar and vector valued functions of several real variables and multiple and line integrals, including the fundamental theorems of calculus for line and double integrals, and geometric and physical applications.*****4.4.5. Conteúdos programáticos:*****Noções básicas topológicas em R^n , sucessões.******Campos escalares e vetoriais. Limite e continuidade. Diferenciabilidade e gradiente. Aplicações.******Teorema de valor intermédio.******Funções C^k , lema de Schwarz. Extremos e pontos de sela de campos escalares.******Teorema de Weierstrass, fórmula de Taylor, matriz hessiana, multiplicadores de Lagrange.******Teoremas da função inversa e da função implícita. Aplicações.******Integrais múltiplos e aplicações.******Curvas, caminhos e integrais de linha. Aplicações.******Teorema Fundamental do Cálculo para integrais de linha e aplicações.******Teorema de Green e aplicações.******Campos vetoriais gradientes de campos escalares.*****4.4.5. Syllabus:*****Basic topological notions in R^n , sequences.******Scalar and vector fields. Limits and continuity. Differentiability and gradient. Applications.******Intermediate value theorem.*** ***C^k functions, Schwarz lemma. Extremal and saddle points of scalar fields.******Weierstrass theorem, Taylor's formula, Hessian matrix, Lagrange multipliers.******Inverse and implicit function theorems. Applications.******Multiple integrals and applications.******Curves, paths and line integrals. Applications.******Fundamental theorem of calculus for line integrals and applications.******Greens's theorem and applications.******Gradient vector fields of scalar fields.*****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*****Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a várias variáveis. Para***

além da aquisição

desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas inter-relações, à colocação de problemas bastante variados cuja resolução requer o envolvimento e combinação de uma forma criativa de ferramentas técnicas e analíticas.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

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

Mapa IV - Introdução à Análise de Dados e Modelação Estatística

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Análise de Dados e Modelação Estatística

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Data Analysis and Statistical Modelling

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

PE

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist12954, Maria do Rosário de Oliveira Silva, 28h.

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):

- *Introduzir noções básicas de Estatística Aplicada e a sua relevância na Ciência dos Dados.*
- *Analisar dados reais usando métodos estatísticos para extrair informação relevante sobre os mesmos e resolver problemas práticos, usando um software estatístico.*
- *Conhecer as vantagens e limitações das várias metodologias estatísticas para tirar melhor partido das mesmas na resolução de problemas reais.*
- *Encontrar evidências estatística nos dados com base em modelos ajustados às observações recolhidas. Inferir sobre hipóteses de interesse associadas ao modelo selecionado.*
- *Resolver um problema real utilizando o conhecimento acumulado nesta unidade curricular: projeto computacional.*

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

- *Introduction to Applied Statistics and its relevance in Data Science.*
- *Analyze real data using statistical methods to extract relevant information about them and solve practical problems using statistical software.*
- *Know the advantages and limitations of various statistical methodologies to make out the most of them in solving real problems.*
- *Find statistical evidence in the data based on models adjusted to the observations collected. Infer about hypotheses of interest associated with the selected models.*
- *Solve a real problem using the knowledge accumulated in this course: computational project.*

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Análise exploratória de dados: Introdução ao R. Visualização de diferentes tipos de dados. Tratamento de valores omissos. Detecção de outliers.

Redução da dimensionalidade: análise em componentes principais. Matrizes de covariância-Corelação.

Modelos de regressão: Gaussiana, Logística, Poisson. Seleção de variáveis. Técnicas de diagnóstico. Validação do modelo. Predição.

Tópico adicional entre:

1 Modelação de dados independentes versus dados com dependência temporal.

2 Métodos de reamostragem: Jackknife, bootstrap, testes de permutação e validação cruzada.

3 Elementos da metodologia Bayesiana: representação a priori (distribuições conjugadas e não informativas), inferência pelo teo. de Bayes e aplicações a problemas com dados reais.

4 Classificação: Probabilidade Total de má classificação, discriminante linear de Fisher, regras de classificação de Bayes. Avaliação do desempenho de uma regra de classificação.

4.4.5. Syllabus:

1. Exploratory data analysis: (i) Introduction to R. (ii) Visualization of different types of data. (iii) Treatment of missing values. (iv) Outlier detection.

2. Dimensionality reduction: principal component analysis. Covariance and correlation matrices.

3. Regression models: Gaussian, Logistic, Poisson. Variable Selection. Diagnostic Techniques. Model validation. Prediction.

4. Additional topic from:

4.1 Modeling independent data versus time dependent data.

4.2 Resampling methods: Jackknife, bootstrap, permutation testing and cross-validation.

4.3 Elements of the Bayesian methodology: a priori representation (conjugate and non-informative distributions), inference by the Bayes theorem and applications to real data problems.

4.4 Classification: Total probability of misclassification, Fisher linear discriminant analysis, Bayes classification rule. Evaluation of the performance of a classification rule.

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Um Teste de 1h30m (50%), com nota mínima de 8.0 valores, e um Projeto Computacional (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

A Test of 1h30m (50%), with a minimum grade of 8.0, and a Computational Project (50%)

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Practical Statistics for Data Scientists: 50 Essential Concepts, Bruce, A., Bruce, P., 2017, O'Reilly Media Inc. ;

Computational Bayesian Statistics: An Introduction. , Turkman, M.A.A., Paulino, C.D., Müller, P., 2019, Cambridge University Press; Time Series Analysis and Its Applications with R Example, Shumway, R.H., Stoffer, D.S., 2011, 3ª

Edição Springer Verlag

Mapa IV - Álgebra Linear

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Álgebra Linear

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Linear Algebra

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:**168.0****4.4.1.5. Horas de contacto:****56.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:****<sem resposta>****4.4.1.7. Observations:****<no answer>****4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):****ist12816, José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão, 0 H****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****ist12921, Roger Francis Picken, 56 H****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Domínio do cálculo matricial e de métodos para resolver sistemas de equações lineares. Domínio de espaços vetoriais e de transformações lineares. Estudar formas canónicas de matrizes, valores e vetores próprios e valores singulares. Estudar exemplos de aplicações.****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****Master matrix calculus and methods for solving systems of linear equations. Learn about vector spaces and linear transformations. Study canonical forms of matrices, eigenvectors, eigenvalues and singular values. Study applications of the previous subjects.****4.4.5. Conteúdos programáticos:****Métodos de eliminação de Gauss e Gauss-Jordan. Aplicação à solução de sistemas lineares. Matrizes. Matrizes inversas. Determinantes.****Definição e exemplos de espaços vetoriais. Conjuntos linearmente independentes.****Transformações Lineares. Núcleo e imagem de uma transformação linear. Espaço de soluções de uma equação linear. Valores e vetores próprios. Multiplicidade algébrica e geométrica. Forma canónica de Jordan. Exemplos de aplicações (e.g. sistemas de equações diferenciais ordinárias lineares com coeficientes constantes, estabilidade de sistemas dinâmicos lineares, cadeias de Markov, algoritmo de PageRank).****Definição de produto interno. Ortogonalização de Gram-Schmidt. Método dos quadrados mínimos.****Teorema espectral. Transformações ortogonais, unitárias, hermitianas. Decomposição em valores singulares de uma transformação entre espaços euclidianos. Classificação das formas quadráticas reais.****4.4.5. Syllabus:****Gauss and Gauss-Jordan elimination applied to the solution of linear systems. Matrices, inverse matrices and determinants.****Definition and examples of vector spaces. Linearly independent sets.****Linear transformations. Nullspace (kernel) and range of a linear transformation. Solution space of a linear equation.****Eigenvectors and eigenvalues. Algebraic and geometric multiplicity of an eigenvalue. Jordan canonical form.****Applications (e.g. systems of linear ordinary differential equations with constant coefficients, stability of linear dynamical systems, Markov chains, PageRank algorithm).****Inner product spaces. Gram-Schmidt orthogonalization. The least squares method.****Spectral theorem. Orthogonal, unitary and hermitean linear transformations. Singular value decomposition of a linear transformation between euclidean spaces. Classification of quadratic forms.****4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****Os conteúdos indicados correspondem a conceitos e técnicas de Álgebra Linear. Para além da aquisição desses conhecimentos, esta matéria presta-se, através da combinação dos diferentes tópicos e das suas interligações, à formulação de problemas bastante variados cuja resolução requer a utilização de ferramentas de álgebra linear de uma**

forma criativa.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- * *Linear Algebra and its applications*, D. Lay, S. Lay, and J. McDonald, 2016, (5th edition), Pearson Education.;
- * *Linear Algebra*, J. Hefferon, 2017, (3rd edition), Saint Michael's College;
- * *Álgebra Linear como Introdução à Matemática Aplicada*, L. Magalhães, 1998, (8ª edição), Texto Editora;
- * *Introduction to Linear Algebra*, G. Strang, 2016, (5th edition), Wellesley-Cambridge Press,
- * *Linear Algebra*, S. Friedberg, A. Insel and L. Spence, 2003, (4th edition), Pearson Education.

Mapa IV - Química-Física

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química-Física

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Physical Chemistry

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QFMN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist129097, Isabel Maria Delgado Jana Marrucho Ferreira, 28h

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

ist12219, Mário Nuno de Matos Sequeira Berberan e Santos, 28h

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

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

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

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

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1. QUÍMICA QUÂNTICA E ESPETROSCOPIA (Equilíbrio e não-equilíbrio)

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

2. MACROMOLÉCULAS (Equilíbrio)

Macromoléculas e polímeros. Propriedades específicas e métodos de caracterização estrutural.

3. SUPERFÍCIES E INTERFACES (Equilíbrio)

Estrutura e propriedades superficiais e interfaciais. Métodos experimentais de estudo. Colóides. Adsorção.

4.4.5. Syllabus:

1. Quantum Chemistry and Spectroscopy (Equilibrium and non-equilibrium)

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

2. MACROMOLECULES (Equilibrium)

Macromolecules and polymers. Specific properties and methods of structural characterization.

3. SURFACES AND INTERFACES (Equilibrium)

Surface and interfacial structure and properties. Experimental methods of study. Colloids. Adsorption

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Physical Chemistry, Atkins, de Paula, Keeler, 2018, 11th ed., 2018, Oxford UP.; Physical Chemistry, R. J. Silbey, R. A. Alberty, M. G. Bawendi, 2005, 4th ed., 2005, Wiley: N.Y.

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:

Transport Phenomena II

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist12450, Maria Rosinda Costa Ismael, 28h

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

ist12605, Maria Tereza Angelino Reis, 14h

ist12034, Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves, 14h

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

Dominar conceitos fundamentais de Transferência de Calor. Estabelecer as equações fundamentais, as condições de fronteira e definir as hipóteses simplificativas adequadas para resolver problemas práticos de transferência de calor. Em particular, saber calcular os parâmetros indispensáveis para o dimensionamento/desempenho de equipamentos de transferência de calor.

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

To master fundamental concepts of heat transfer. To establish the fundamental equations, boundary conditions and define appropriate simplifying assumptions to solve practical heat transfer problems. In particular, to know how to calculate the indispensable parameters for the design and rating of heat transfer equipment.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Introdução aos mecanismos de transferência de calor: condução (lei de Fourier), convecção (lei de arrefecimento de Newton) e radiação (lei de Stefan–Boltzmann).

Equação da difusão do calor. Condução unidimensional em regime estacionário, com e sem geração de calor, em sistemas planos e radiais. Isolamento térmico.

Condução em regime transitório: soluções exactas e aproximadas da equação da difusão do calor; modelo da distribuição uniforme e modelo semi-infinito. Condução multidimensional.

Convecção; equação diferencial da energia; camadas limite hidrodinâmica e térmica; analogias; Convecção natural/forçada no exterior de objectos e convecção forçada no interior de condutas. Introdução à ebulição e condensação. Permutadores de calor. Análise de dimensionamento e de desempenho; métodos: “média logarítmica da diferença de temperatura” e “efectividade/número de unidades de transferência”. Radiação: permuta entre superfícies cinzentas; escudos de radiação; radiação ambiental.

4.4.5. Syllabus:

Introduction to the mechanisms of heat transfer: conduction (Fourier's law), convection (Newton's Law of Cooling) and radiation (Stefan – Boltzmann law).

Heat diffusion equation. One-dimensional steady-state conduction with/without heat generation in flat and radial systems. Thermal insulation.

Transient conduction: exact and approximate solutions of the heat diffusion equation. Lumped capacitance model.

Model of the semi-infinite solid. Multidimensional conduction.

Convection. Differential energy equation. Hydrodynamic and thermal boundary layers. Similarity and analogies.

Forced/natural convection in external flow; correlations. Convection in internal flow.

Introduction to boiling and condensation; correlations.

Heat exchangers: performance/design analysis. Methods: “logarithmic mean temperature difference” and “effectiveness / number of transfer units”

Introduction to radiation: energy exchange between grey and diffuse surfaces; radiation shields.

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos da transferência de calor. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas, de projectos e em trabalhos experimentais visando reforçar-se a componente prática, a aprendizagem, activa, o trabalho autónomo e a responsabilização do estudante.

Exame: 50%; Mini-teste: 15%; Projecto: 25%; Laboratorio: 10%.

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam: 50%; Mini-test: 15%; Project: 25%; Laboratory: 10% .

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Notas sobre alguns problemas de Transferência de Calor (Apontamentos de apoio às aulas) , J.M.N.A. Fareleira , 2003/2004, IST ; Fundamentals of Heat and Mass Transfer. , F.P. Incropera, D.P. de Witt, T.L. Bergman, A.S. Lavine, 2011, 7th ed., Wiley, N.Y.; Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, JR Welty, CE Wicks, RE Wilson , 2008, 5rd Ed., John Wiley and Sons, New York

Mapa IV - Projeto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Química**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Projeto Integrador de 1º Ciclo em Engenharia Química

4.4.1.1. Title of curricular unit:

1st Cycle Integrated Project in Chemical Engineering

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ACDEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

336.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

4.4.1.6. ECTS:

12.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Henrique Aníbal Santos de Matos (ist12553)-6 h

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

Carlos Manuel Faria de Barros Henriques (ist12178) - 4h

Fátima Montemor (ist23859)- 4h

Sebastião Silva Alves (ist12034)- 4h

Moisés Luzia Gonçalves Pinto (ist18317)- 4h

Francisco Manuel da Silva Lemos (ist12081)- 6h

Miguel Angelo Joaquim Rodrigues (ist31579)

Maria Cristina De Carvalho Silva Fernandes (ist12192)

Maria Rosinda Da Costa Ismael (ist12450)

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

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

- aplicar os conhecimentos adquiridos na licenciatura no desenvolvimento de um projeto científico, tecnológico ou de gestão.
- estender os seus conhecimentos a áreas não cobertas na licenciatura, nomeadamente em simulação em estado estacionário e em estado dinâmico.
- pesquisar, obter, compilar e resumir informações (científicas, técnicas, legislação, entrevistas, inquéritos) relevantes para o projeto.
- planejar e executar experiências, analisar e interpretar dados, desenvolver modelos matemáticos, realizar simulações em computador, utilizando o Aspen Plus Suite.
- desenvolver competências intrapessoais, interpessoais e de pensamento crítico e inovador.
- escrever e apresentar oralmente e discutir um relatório técnico.

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

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

- apply the knowledge acquired during their degree to undertake a project of a scientific, technological or management nature.
- extend their knowledge to areas not covered in their degree, namely modeling in steady-state and dynamic mode.
- search, obtain, compile and summarize information (scientific, technical, legislation, interviews, polls) relevant to the project - plan and execute experiments, analyze and interpret data, develop mathematical models, perform computer simulations using the Aspen Plus Suite.
- develop Critical and Innovative Thinking, Intrapersonal and Interpersonal Skills. - write and orally present and discuss a technical report.

This project could serve as a seed for the master dissertation theme

4.4.5. Conteúdos programáticos:

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

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

4.4.5. Syllabus:

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

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

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos,

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

Nesta UC os alunos desenvolvem trabalho autónomo e têm de evidenciar pensamento crítico e capacidade de inovação para formular problemas, definindo pressupostos e soluções criativas, mas viáveis, dentro dos requisitos técnicos e económicos.

Os alunos desenvolvem as suas competências de expressão oral e comunicação quer entre colegas quer com docentes. A UC promove o trabalho de equipa e o planeamento e otimização de tarefas. A UC estimula a motivação, a perseverança na recolha de informação, análise objetiva dos seus conteúdos, a sistematização e aplicação dessa informação. Estas metodologias inserem em si várias competências transversais que ajudaram certamente a uma melhor aprendizagem e consolidação dos conteúdos principais desta licenciatura.

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

In this UC students develop autonomous work and have to demonstrate critical thinking and innovative capacity to formulate problems, defining creative but viable assumptions and solutions, within the technical and economic requirements.

Students develop their skills of oral expression and communication either between colleagues or with teachers. UC promotes teamwork and task planning and optimization. The UC encourages motivation, perseverance in the collection of information, objective analysis of its contents, the systematization and application of that information. These methodologies incorporate several transversal skills that certainly helped to better learn and consolidate the main contents of this degree.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Depende do tópico do Projeto., , ,

Mapa IV - Introdução ao Controlo de Processos

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução ao Controlo de Processos

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Process Control

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EPP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Carla Isabel Costa Pinheiro (ist12547), 28 horas

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 os alunos terão adquirido as seguintes competências: dominar terminologia e conceitos de instrumentação e controlo de processos característicos de ambientes industriais; definir claramente objetivos de controlo e as variáveis a controlar para processos multivariáveis tendo em conta aspetos regulatórios, de segurança, ambientais e económicos; fazer análise de graus de liberdade e boas práticas e regras para selecionar variáveis manipuladas para sistemas de controlo multivariável baseados em anéis SISO; estar familiarizados com instrumentação de controlo (sensores e atuadores) utilizada em processos reais na indústria, bem como saber identificar e selecionar sensores e atuadores adequados para controlo de nível, caudal, temperatura, pH, pressão e composição; e adquirir conhecimentos básicos para o desenho, análise e interpretação de diagramas convencionais P&I para processos multivariáveis de baixa e média complexidade.

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

At the end of this curricular unit, students will have acquired the following skills: mastering terminology and concepts of instrumentation and process control characteristic of industrial environments; clearly define control objectives and the variables to be controlled for multivariable processes taking into account regulatory, safety, environmental and economic issues; analyze degrees of freedom and good practices and rules to select manipulated variables for multivariable control systems based on SISO loops; be familiar with control instrumentation (sensors and actuators) used in real processes in industry, as well as being able to identify and select suitable sensors and actuators for controlling level, flow, temperature, pH, pressure and composition; and to acquire basic knowledge for the design and analysis of conventional P&I diagrams for low and medium complexity multivariable processes.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Interesse e importância do controlo de processos industriais multivariáveis tendo em conta objetivos regulatórios, de segurança, ambientais e económicos. Objetivos de controlo e variáveis a controlar num processo. Terminologia e conceitos básicos. Elementos básicos de um ciclo SISO de controlo clássico por realimentação. Controlo por realimentação on-off, P, PI e PID. Graus de liberdade para controlo de sistemas multivariáveis e boas práticas e regras para seleção e emparelhamento de variáveis controladas e manipuladas para controlo por anéis SISO. Controlo em cascata. Instrumentação industrial para controlo de processos: sensores e transmissores, controladores, elementos finais de controlo. DCS. Controladores PLC. Ciclos de controlo em permutadores de calor, em evaporadores, em reatores e em colunas de destilação. Controlo de redes de permutadores com integração energética. Diagramas de processo e instrumentação P&I. Realização de 3 visitas de estudo a empresas industriais.

4.4.5. Syllabus:

Motivation and importance of controlling multivariable industrial processes, taking into account regulatory, safety, environmental and economic objectives. Control objectives and controlled variables in a process. Basic concepts and terminology. Basic elements of a classic feedback SISO control loop. Feedback control: on-off, P, PI and PID. Degrees of freedom for controlling multivariable systems and good practices and rules for selecting and pairing controlled and manipulated variables for multivariable control based on SISO control loops. Cascade control. Industrial instrumentation for process control: sensors and transmitters, controllers, final control elements. DCS. PLC controllers. Control loops in heat exchangers, evaporators, reactors and distillation columns. Control of heat exchanger networks with heat integration. Process and instrumentation diagrams P&I. Three field trips to visit industrial companies.

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Avaliação contínua:******- Individual: 2 mini-testes (50%);******- Grupo de 2 alunos: mini projeto para elaboração de um diagrama P&I com todos os ciclos de controlo regulatório SISO para controlar as variáveis de um processo multivariável de baixa ou média complexidade com identificação clara dos objetivos de controlo, variáveis controladas e manipuladas, e seleção dos tipos de sensores/transmissores e atuadores, a realizar nas últimas 2 semanas de aulas (50%);*****4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):*****Continuous assessment t:******Individual: 2 mini-tests (50%);******Teams of 2 students: small project to be carried out in the last 2 weeks of classes, for the development of a P&I diagram with all the SISO loops of regulatory control for controlling a multivariable process of low or medium complexity with clear identification of the control objectives, the controlled and manipulated variables, and with the selection of the types of sensors/transmitters and actuators (50%);*****4.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*****A metodologia de ensino basear-se-á na transferência de conceitos teóricos e práticos através da utilização intensiva de diferentes tipos de aulas que irão incluir visitas de estudo a fábricas, aulas práticas de trabalho em grupo, aulas do tipo "flipped classrooms" com apresentações pelos alunos e o facto da avaliação contínua ter uma forte componente de trabalho em grupo para a realização do mini-projeto, Durante o período de aulas serão realizadas 3 visitas de estudo a empresas industriais para que os alunos tomem contacto com os processos, equipamentos e instrumentos de controlo industriais reais, e com a utilização real de metodologias de controlo na indústria química Portuguesa. Esta abordagem permitirá não só cumprir os objetivos da UC, como também o desenvolvimento do pensamento crítico e inovador com ênfase para a compreensão, criatividade e inovação nas abordagens à resolução de problemas de controlo.*****4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:*****The teaching methodology will be based on the transfer of theoretical and practical concepts through the intensive use of different types of classes that will include study visits to factories, practical team work classes, "flipped classrooms" classes with presentations by the students and the fact that continuous assessment has a strong component of team work for performing the mini-project. During the period of classes, 3 study visits to industrial companies will be carried out so that the students get in touch with the processes, equipment and real industrial control instruments, and with the real use of control methodologies in the Portuguese chemical industry. This approach will allow not only to fulfill the objectives of the UC, but also the development of critical and innovative thinking with an emphasis on understanding, creativity and innovation in approaches to solving control problems.*****4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:*****. Fundamentals of Industrial Instrumentation and Process Control , W. Dunn, 2019, Mc Graw Hill, 2nd Edition;******. Process Dynamics and Control, Dale E. Seborg, Thomas F. Edgar, Duncan A. Mellichamp, Francis J. Doyle III, 2016, Wiley, 4th Edition.*****Mapa IV - Cinética e Equilíbrio Químico em Soluções****4.4.1.1. Designação da unidade curricular:*****Cinética e Equilíbrio Químico em Soluções*****4.4.1.1. Title of curricular unit:*****Kinetics and Chemical Equilibrium in Solutions*****4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*****SEMAQ*****4.4.1.3. Duração:*****Semestral*****4.4.1.4. Horas de trabalho:*****168.0***

4.4.1.5. Horas de contacto:**56.0****4.4.1.6. ECTS:****6.0****4.4.1.7. Observações:**

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):**Maria de Fátima Costa Guedes da Silva (ist90142), 18 h****4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:****Maria Cristina Froes Brilhante Dias Gomes de Azevedo (ist12268) - 18 h****Hermínio Albino Pires Diogo (ist12919) - 10 h****José Armando Luísa da Silva (ist11950) -10 h****4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Parte Teórica:****Estudo da reatividade química do ponto de vista conceptual na vertente termodinâmica e cinética para estudo do equilíbrio químico. Equilíbrio ácido-base. Equilíbrio de solubilidade e Equilíbrio de complexação- Eletroquímica****Parte Laboratorial:****Complementar algumas das temáticas abordadas nas aulas presenciais e estudo autónomo****i) Sessão de 2 horas em LTI visando essencialmente a construção/apresentação de gráficos e obtenção de linhas de tendência para tratamento de resultados e comparação com valores tabelados (quando aplicável). (ii) treinar os alunos a manter um caderno de laboratório; (iii) efectuar relatórios e/ou apresentações orais A exactidão e a clareza da escrita, são essenciais para o registo e difusão dos resultados e conclusões de trabalhos científicos e tecnológicos. (iii) fomentar o trabalho e espírito de equipa em grupos de 3 discentes****4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****Todos os membros de um grupo são responsáveis pelo trabalho do grupo.****Em qualquer avaliação todo o aluno deve divulgar qualquer ajuda recebida e fontes usadas.****Numa avaliação oral, todo o aluno deverá ser capaz de apresentar e responder a perguntas sobre toda a avaliação.****4.4.5. Conteúdos programáticos:****Ácidos e Bases. Acidez de Brönsted. Reacções ácido-base em água. Efeito do solvente. Oxoácidos. Óxidos anidros. Composto polioxigenados. Acidez de Lewis. Classificação de Pearson. Reacções ácido-base de Lewis. Velocidade em sistema fechado. Lei de velocidades. Lei de velocidades integrada. Energia de activação. Mecanismos. Acção de catalisadores. Força iónica. Actividades e concentrações. Lei de Debye-Huckel. Equilíbrio ácido-base. Tratamento sistemático do equilíbrio. Equação de Henderson–Hasselbalch. Estudo de sistemas monopróticos e polipróticos. Equilíbrio de solubilidade. Tratamento sistemático do equilíbrio. Precipitação selectiva. Volumetria de precipitação. Equilíbrio de complexação. Reacções de complexação: constantes de formação parciais e globais. Tipos de ligandos. Estabilidade dos complexos. Electroquímica: Células galvânicas e electrolíticas. Relação de ΔE , ΔE_0 , ΔG , ΔG_0 , Q e K_{eq} . Realização de quizz. Os conceitos são ilustrados com filmes.****4.4.5. Syllabus:****Energy transferred as heat and/or work. Enthalpy. Entropy. Gibbs energy. Spontaneity. Equilibrium and K_{eq} . Rate in closed systems. Kinetic law. Integrated kinetic law. Activation energy. Mechanisms. Catalysts role. Chemical Equilibria. Ionic strength. Concentration and activity. Debye-Huckel law.****Acid-base equilibrium. Systematic study. Henderson–Hasselbalch equation. Study of monoprotic polyprotic systems.****Solubility equilibria. Systematic study. Selective precipitation. Volumetric study of precipitation. Complexation equilibrium. Complexation reactions: Formation constants, ligands, complexes stability.****Electrochemistry. Galvanic and electrolytic cells. Relation between ΔE , ΔE_0 , ΔG , ΔG_0 , Q and K_{eq}** **4.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 6.2.1.4, qualquer especialista na matéria poderá**

constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos, descritos em 6.2.1.5, visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias ao seu cumprimento e à aquisição dos referidos objetivos.

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Chemistry & Chemical Reactivity , J.C. Kotz, P. M. Treichel, J. R. Townsend, 2009, Thomson, Brooks/Cole, 7ª Ed., Belmont, USA;
Quantitative Chemical Analysis , D.C. Harris, 2007, W.H. Freeman and Co., 7ª Ed., New York;
Analytical Chemistry. An Introduction , D.A. Skoog, D.W. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, 2000, Brooks/Cole Thomson Learning, 7ª Ed. , Australia;
Química II, Cristina Gomes de Azevedo, 2019, secção de folhas do IST;
Química II, M. de Fátima C. Guedes da Silva, 2019, secção de folhas do IST;*

Mapa IV - Introdução à Matemática Computacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução à Matemática Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Computational Mathematics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

ANAA

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

4.4.1.6. ECTS:
3.0

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
ist13440, Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva, 0h.

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist13212, Juha Hans Videman, 28h.

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

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
Understand the finite limitations of numerical algorithms. Work with error estimates and understand the propagation of computational errors. Interpolate and extrapolate data also using least squares. Apply the concepts to data science and experimental measurements. Solve nonlinear equations, and approximate the solution of ordinary differential equations, by the most common numerical methods. Apply the theory to engineering and computational problems. To develop and present a computational project.

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

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

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

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

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

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Scientific Computing with MATLAB and Octave , A. Quarteroni, F. Saleri, P. Gervasio, 2014, 4th ed., Springer; Cálculo Científico com o MatLab e o Octave. , A. Quarteroni, F. Saleri , 2007, Springer ; Numerical Methods for Engineers, S. Chapra, R. Canale, 2009, 6th ed, MacGraw Hill

Mapa IV - Termodinâmica Química

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Termodinâmica Química

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical Thermodynamics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):*ist12699, Eduardo Jorge Morilla Filipe, 42h***4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:***ist129097, Isabel Maria Delgado Jana Marrucho Ferreira, 14h***4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

A Termodinâmica Química é uma UC estruturante do curso de Engenharia Química cujo objectivo é a aprendizagem dos conceitos fundamentais da Termodinâmica através de uma vertente química, capaz de articular análises a nível macroscópico com o carácter molecular e reaccional da matéria. Os alunos deverão saber calcular e compreender a variação de propriedades termodinâmicas relevantes no decurso de diferentes processos e transformações e analisar de forma quantitativa vários aspectos do equilíbrio químico e do equilíbrio de fases.

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

Chemical Thermodynamics is a essential course in the Chemical Engineering Syllabus, which main objective is the learning of fundamental concepts of Thermodynamics in a chemical perspective, enabling a critical analysis of the relations between molecular and macroscopical properties of matter. The students should be able to compute and understand changes in thermodynamic quantities for different processes and quantitatively analyse different aspects of chemical and phase equilibria.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Lei zero. Escala de temperatura do gás ideal. Lei de Dalton. Gases perfeitos e reais. Equações de estado cúbicas. Princípio dos estados correspondentes. Equação do virial. Misturas gasosas reais. 1ª lei. Trabalho e calor. Funções de estado. Energia Interna e Entalpia. Capacidades caloríficas, calores latente e sensível. Termoquímica e calorimetria. Leis de Hess e de Kirchhoff. Coeficiente de Joule-Thomson. 2ª lei. Entropia e processos espontâneos. Processos isotérmicos e adiabáticos. 3ª lei. Energias de Helmholtz e Gibbs. Relações de Maxwell. Equação de Gibbs-Helmholtz. Potencial químico. Equilíbrio químico e equilíbrio de fases. Regra das fases de Gibbs. Diagramas de fases de componentes puros. Equação de Clausius-Clapeyron. Fugacidade. Sistemas binários. Propriedades coligativas. Pressão osmótica. Equilíbrio líquido-vapor. Leis de Raoult e de Henry. Fundamentos de Termodinâmica Estatística. Funções de partição. Gases ideais e sólidos monoatômicos.

4.4.5. Syllabus:

Zeroth law. Ideal gas temperature scale. Dalton's Law. Ideal and real gases. Cubic equations of state. Corresponding states law. Virial equation. Mixtures of real gases. 1st law. Work and heat. State functions. Internal energy and enthalpy. Heat capacities, latent and sensible heats. Thermochemistry and calorimetry. Hess' and Kirchhoff's laws. Joule-Thomson coefficient. 2nd law. Entropy and spontaneity. Isothermal and adiabatic processes. 3rd law. Helmholtz and Gibbs Energies. Maxwell's relations. Gibbs-Helmholtz equation. Chemical potential. Fugacity and phase equilibria. Gibbs phase rule. Phase diagrams of pure components. Clausius-Clapeyron equation. Fugacity. Binary systems. Colligative properties. Osmotic pressure. Liquid-vapour equilibria. Raoult's and Henry's laws. Fundamentals of statistical thermodynamics. Partition functions. Ideal gases and monoatomic solids.

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):*Exame: 50%**Avaliação Contínua (Quiz + trabalhos de grupo): 25%**Trabalhos laboratoriais: 25%***4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):***Continuous evaluation: 25%*

Laboratory work: 25%

Final test: 50%

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Termodinâmica Aplicada, E. G. de Azevedo, 2018, 4ª Ed., Escolar Editora.

Physical Chemistry, R. J. Silbey, R. A. Alberty, 2005, 4th Ed., John Wiley & Sons.

Introduction to Chem Eng Thermodynamics, J. M. Smith et al., 2017, 8th Ed., McGraw Hill.

Physical Chemistry, P. Atkins, J. de Paula, 2014, 10th Ed., Oxford University Press

Mapa IV - Introdução às Ciências Biológicas-3

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Introdução às Ciências Biológicas-3

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Introduction to Biological Sciences-3

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CBiol

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

28.0

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist11177, Isabel Maria De Sá Correia Leite de Almeida, 2 h

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

ist12833, Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho, 8h

ist45779, Fábio Monteiro Fernandes, 8h

ist141827, Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira, 8h

ist12532, Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas, 2h

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

Tem como objetivo transmitir uma formação básica em Ciências da Biologia e seu impacto na interface com as várias especialidades da Engenharia e de outras Ciências. Permite dotar os futuros graduados de conhecimentos básicos em Biologia Celular e Molecular, Genómica e Microbiologia tendo como foco os conceitos e mecanismos, não o detalhe e os aspetos descritivos. É uma oferta abrangente, formativa, unificadora, na sua visão global, baseada no genoma, essencialmente conceptual e que sensibiliza para as aplicações e áreas de atividade em Engenharia Química.

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

This course aims at imparting a basic education in the area of Biological Sciences and its impact at the interface with Engineering and other Sciences. Its strategic objective is to provide basic knowledge in Cellular and Molecular Biology, Genomics and Microbiology, focusing on concepts and mechanisms, not on detail and descriptive aspects. It is a comprehensive, formative, unifying offer, in its global view, based on the genome, essentially conceptual and that raises awareness of applications in the field of Chemical Engineering..

4.4.5. Conteúdos programáticos:

1.Introdução à Bioquímica e Biologia Celular e Molecular-As biomoléculas e sua função. A célula: organização e diversidade. Bioenergética. O DNA e a herança genética; o DNA, os RNAs e síntese proteica. Regulação da expressão genética. Ciclo celular

2.Os Genomas e a Biologia pós-genómica-Biologia de Sistemas. Análises Ómicas e Bioinformática. Bases da Taxonomia e Filogenia. Evolução. Engenharia Genética, de Genomas e Biologia Sintética.

3.Introdução à Microbiologia-Técnicas microbiológicas. Os microrganismos na Indústria Biotecnológica e Alimentar, no Ambiente e na Saúde.

4.4.5. Syllabus:

1.Introduction to Biochemistry and Cellular and Molecular Biology- The biomolecules and their function. The cell: organization and diversity. Bioenergetics. DNA and genetic inheritance; DNA, RNAs and protein synthesis. Regulation of gene expression. Cell cycle

2.Genomes and Postgenomic Biology-Systems Biology. Omics and Bioinformatics Analyses. Bases of Taxonomy and Phylogeny. Evolution. Genetic Engineering, Genomes and Synthetic Biology.

3.Introduction to Microbiology-Microbiological Techniques. Microorganisms in Biotechnology, Food Industry, Environment and Health

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

Os conteúdos programáticos permitem dotar os alunos de conhecimentos básicos em Ciências da Biologia Moderna, ou seja, a entenderem os conceitos e funcionamento dos seres vivos com base no genoma, sem foco no detalhe e em aspetos descritivos. A abrangência do tratamento dos vários conteúdos bem como os tópicos tratados permitem a continuação de estudos nas áreas de Ciências Biológicas e Biotecnologia.

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

The syllabus contents provide students with theoretical knowledge in Sciences of Modern Biology, that is, to understand the concepts and functioning of living beings based on the genome, without focusing on detail and descriptive aspects. The topics treated are those considered essential for the continuation of studies in the areas of Biological Sciences and Biotechnology.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame (50%) + avaliação contínua (50%)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam (50%) + continuous evaluation (50%)

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

Os métodos de ensino foram concebidos de modo a que os alunos possam desenvolver um conhecimento abrangente,

assegurando a conformidade com os objetivos da unidade curricular. Baseia-a na transferência de conceitos teóricos e em algumas aulas de demonstração que permitam uma maior compreensão dos conteúdos teóricos.

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

The teaching methodologies were designed so that students can develop comprehensive knowledge, ensuring compliance with the objectives of the course. It is based on the transfer of theoretical concepts and on some demonstration classes that allow a better understanding of the theoretical contents.

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Campbell Biology (11th Edition), Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, Jane B. Reece, Neil A. Campbell, 2020, Pearson, ISBN-13: 978-0134093413

Mapa IV - Materiais

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Materiais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Materials

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QFMN

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist12575, João Carlos Salvador Santos Fernandes, 24 h

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

ist12456, Maria Clara Henriques Baptista Gonçalves, 18 h

ist13287, Maria Amélia Martins de Almeida, 7 h

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

No final desta unidade curricular os alunos terão adquirido conhecimentos fundamentais de ciência de materiais, articulando-os com os conhecimentos relevantes adquiridos em disciplinas anteriores (ligação química, estrutura dos sólidos, fenómenos de transferência, termodinâmica, cinética reacional, etc.). Os alunos irão desenvolver a capacidade de visão de conjunto da vasta gama de materiais atualmente colocada à disposição do engenheiro químico para a sua atividade profissional. Os alunos terão contacto com as classes de materiais mais relevantes para projecto químico, designadamente os materiais metálicos e poliméricos, bem como materiais compósitos e materiais avançados, e ainda conhecerão os respectivos processos de degradação. No final da unidade curricular, os alunos desenvolverão

competências, através de ferramentas informáticas, na seleção de materiais, com enfoque em projecto de engenharia química.

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

At the end of this curricular unit the student should have acquired fundamental knowledge on materials science, combining it with the relevant knowledge acquired in previous units (atomic bonding, structure of solids, transport phenomena, thermodynamics, reaction kinetics, etc.). The students will develop their ability to obtain an overall view of the vast range of materials that is nowadays available to the chemical engineer for its professional activity. The different classes of materials will be presented, with a particular focus on those more relevant for chemical engineering project, such as metallic and polymeric materials, as well as composite materials and advanced materials, as well as the respective degradation processes. By the end of the curricular unit, the students will develop their skills on materials selection, through the use of computing tools, applied to chemical engineering project.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Ligação Química e Propriedades Físicas dos Sólidos

Estrutura dos sólidos cristalinos

Defeitos cristalinos

Difusão

Propriedades Mecânicas dos Materiais

Falha

Diagramas de Fases

Transformações de Fases

Estrutura, Propriedades, Aplicações e Processamento de Materiais Poliméricos e Metálicos

Estrutura, Propriedades, Aplicações e Processamento de Materiais Cerâmicos/Vidros, Compósitos e Avançados

Corrosão e Protecção de Materiais

Seleção de Materiais

4.4.5. Syllabus:

Atomic Bonding and Physical Properties of Solids

The Structure of Crystalline Solids

Defects in Solids

Diffusion

Mechanical Properties of Materials

Failure

Phase Diagrams

Phase Transformations

Structure, Properties, Applications and Processing of Polymeric and Metallic Materials

Structure, Properties, Applications and Processing of Ceramic/Glass, Composite and Advanced Materials

Corrosion and Protection of Materials

Materials Selection

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

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos abordados em qualquer unidade curricular básica de Ciência e Engenharia de Materiais, utilizando mesmo a sequência normalmente seguida pela maioria dos livros, visando dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias à aquisição dos objetivos de aprendizagem da UC. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos e a resolução de exercícios de aplicação.

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

The syllabus points cover the main topics studied in any basic UC on Materials Science and Engineering, even using the sequence normally adopted by the majority of books, with the aim of providing students the knowledge and skills required to reach the learning outcomes. The theory, the essential concepts and application examples are provided, the students being asked to study the contents and to solve the proposed exercises.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

A avaliação estará dividida em:

Avaliação continua (mini-exercícios): 25%

Laboratório (4 mini-relatórios): 25%

Exame: 50%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Teaching methodologies aim to foster problem-solving and project-based learning, strengthening the practical component, active learning, autonomous work and involvement of the student. The evaluation model incorporates elements of continuous evaluation in the context of active learning (e.g. mini-tests, laboratory reports) compatible with the significant reduction of the weight of evaluation by exams (≤50%).

The evaluation will be divided as:

Continuous Evaluation (mini-tests): 25%

Laboratory (4 mini-reports): 25%

Final Exam: 50%

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Materials Science and Engineering: An Introduction,, William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch, 2015, 9th Edition, J. Wiley and Sons

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

Cálculo Diferencial e Integral I

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Differential and Integral Calculus I

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

MatGer

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

56.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist12267, Pedro Simões Cristina de Freitas, 0h.

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

ist12407, Maria da Cruz Teixeira Pinto, 56h.

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

Dominar conceitos e técnicas de cálculo diferencial e integral a uma variável. Desenvolver pensamento analítico, criatividade e capacidade de inovação, através da aplicação desses conceitos e técnicas em contextos diferenciados.

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

Master concepts and techniques of differentiable and integral calculus in one variable. Develop analytic thinking, creativity and innovation capacity, through the application of those concepts and techniques in different contexts.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Números reais: axiomas algébricos, de ordem e do supremo. Números naturais e indução matemática. Sucessões; aplicações. Funções reais de uma variável real; limites e continuidade; funções elementares. Propriedades globais de funções contínuas: teoremas do valor intermédio e de Weierstrass. O conceito de derivada. Derivadas das funções elementares. Teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy. Regra de l'Hôpital. Derivadas de ordem superior. Funções inversas. Primitivação: partes, substituição, funções racionais. Integral de Riemann. Teorema Fundamental do Cálculo. Regra de Barrow. Aplicações: cálculo de áreas; definição de funções (ex.: logaritmo, erro, gama); exemplos de equações diferenciais separáveis da forma $f(y) y'(t) = g(t)$. Polinómio de Taylor. Séries numéricas. Critérios de convergência. Convergência simples e absoluta. Séries de potências, raio de convergência. Séries de Taylor: definição, exemplos e convergência.

4.4.5. Syllabus:

Real numbers: algebraic, order and supremum axioms. Natural numbers and mathematical induction. Sequences: the concept of limit; applications. Real functions of one real variable: limits and continuity; elementary functions. Global properties of continuous functions: intermediate value and Weierstrass theorems. The concept of derivative. Derivatives of elementary functions. Rolle, Lagrange and Cauchy theorems. L'Hôpital's rule. Derivatives of higher order. Inverse functions. Primitives: parts, substitution, rational functions. Riemann's integral. Fundamental Theorem of Calculus. Barrow's rule. Applications: calculation of areas; definition of functions (ex.: logarithm, error and gamma functions); examples of separable differential equations of the form $f(y) y'(t) = g(t)$. Taylor's polynomial. Numerical series. Convergence criteria. Simple and absolute convergence. Power series, convergence radius. Taylor series: definition, examples and convergence.

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

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

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

A colocação e resolução de problemas, o desenvolvimento do trabalho autónomo e uma aprendizagem activa da parte

do estudante implicam necessariamente que este tenha adquirido ao longo do curso um domínio seguro e dinâmico dos conceitos e técnicas leccionados, sendo capaz de os relacionar e utilizar em contextos diferenciados.

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

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

Mapa IV - Processos de Separação

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processos de Separação

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Separation Processes

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

CEQ

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

49.0

4.4.1.6. ECTS:

6.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Ana Maria de Figueiredo Brites Alves (ist11853), 25 h

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

Miguel Angelo Joaquim Rodrigues (ist31579), 24 h

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

1. Obter uma visão global sobre os Processos de Separação de maior relevância e descrever e/ou enumerar de linhas gerais a seguir para a escolha adequada de um dado processo de separação.

- 2. Utilizar os conhecimentos básicos das Ciências de Engenharia, na resolução de problemas que envolvam vários tipos de separações de misturas binárias e/ou multi-componentes.**
- 3. Introduzir critérios de análise escolha e optimização de condições operatórias.**
- 4. Introdução aos fundamentos do projecto: escolha de equipamento adequado para um dado processo e seu dimensionamento.**
- 5. Com base em 1., 2. e 3., desenvolver a capacidade para definir, identificar dados relevantes, formular e resolver problemas de separação.**

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

- 1. Acquisition of a global view over Separation Processes and describe and/or enumerate general rules to assess an adequate choice of a given Separation Process.**
- 2. Usage of basic knowledge of Engineering Sciences for solving problems involving several types of binary and multicomponent mixtures.**
- 3. Ability to establish criteria for the selection and optimization of operating conditions.**
- 4. Introduction to design fundamentals: choice of equipment for a given process and its design.**
- 5. Based on 1., 2. and 3., to develop capacities to define, identify relevant data, formulate and solve separation problems.**

4.4.5. Conteúdos programáticos:

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

4.4.5. Syllabus:

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

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

50% Exame final + 50% Avaliação contínua

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

50% final Exam + 50% Continuous evaluation

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

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

Mapa IV - Gestão de Efluentes Industriais**4.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Gestão de Efluentes Industriais

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Industrial Effluents Management

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EPP

4.4.1.3. Duração:

Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:

84.0

4.4.1.5. Horas de contacto:

24.5

4.4.1.6. ECTS:

3.0

4.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

ist12351, Maria Joana Castelo Barnco de Assis Teixeira Neiva Correia, 6,5h

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

ist12192, Maria Cristina Carvalho da Silva Fernandes, 6h,

ist12605, Maria Tereza Angelino Reis, 6h

ist416959, Moisés Luzia Gonçalves Pinto, 6h,

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

Os objectivos desta UC são fornecer aos alunos conhecimentos introdutórios na área da gestão de efluentes industriais e que adquiram a capacidade de: 1) compreender os princípios da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável; 2) compreender os modelos conceptuais de gestão de resíduos e efluentes; 3) conhecer os tipos de poluição (atmosférica, hídrica, solo, resíduos) para diferentes industriais; 4) compreender metodologias para prevenção de efluentes.

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

To provide students with basic knowledge in the area of industrial effluent management and to develop the ability to 1) understand the principles of sustainability and sustainable development; 2) understand conceptual models of waste

and effluent management; 3) be aware of the types of pollution (air, water, soil, waste) for different industries; 4) understand the methodologies for effluent prevention.

4.4.5. Conteúdos programáticos:

Desenvolvimento sustentável. Ambiente e Economia (interacção ambiente/economia; nível óptimo de despoluição; custos e impactos da poluição). Principais poluentes do ar, água e solo. Legislação. Modelos conceptuais de gestão de resíduos e efluentes. Fluxos de materiais. Políticas dos Três Rs. Estratégias de ZLD (zero liquid discharge). Introdução a software para minimização de consumos de água e produção de efluentes. A gestão ambiental na indústria química portuguesa: cimenteira, petroquímica, papel, produção de energia e outros.

4.4.5. Syllabus:

- 1. Sustainable development. The environment and the economy: interactions (environment/economy; optimal level of de-pollution; costs and impacts of pollution). Main pollutants of air, water and soil. Legislation.*
- 2. Conceptual models of waste and effluent management. Material flows. Policies of the Three Rs. ZLD (zero liquid discharge) strategies.*
- 3. Introduction to software for minimizing water consumption and effluent production.*
- 4. Environmental management in the Portuguese chemical industry: cement, petrochemical, paper, energy production, ...*

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

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

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

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

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As metodologias de ensino pretendem fomentar a aprendizagem baseada em resolução de problemas e por projectos, reforçando-se a componente prática, a aprendizagem, activa e trabalho autónomo. A avaliação prevista envolve Teste individual- 50% e avaliação contínua (50%): fichas/quizzes e outras actividades individuais (15 %); projecto em grupo de 2-3 elementos incluindo apresentação oral (35%);

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

The teaching methodologies intend to promote problem based learning and projects, reinforcing the practical component, active learning and autonomous work. The planned evaluation is: Individual final test- 50% and Continuous evaluation- 50% (individual mini-tests /quizzes- 15 %; team work (2 or 3 students) including oral presentation (35%).

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Introduction to Environmental Engineering: M. L. Davis, D. A. Cornwell, 5 ed, 2013. McGraw-Hill.
<https://www.mheducation.com/highered/product/introduction-environmental-engineering-davis-cornwell/M9780073401140.html>*

*Air Pollution Control Engineering, Noel de Nevers, 3 Ed, 2017. Ed. by Waveland Press, Inc., ISBN 978-1478629054.
<https://waveland.com/browse.php?t=376&pgtitle=Noel%20%20de%20Nevers>*

Wastewater Engineering : Treatment and Resource Recovery : Metcalf & Eddy, Inc., G. Tchobanoglous, F. L. Burton, H. D. Stensel, R. Tsuchihashi, 5 ed, 2014. McGraw-Hill. <https://www.mheducation.com/highered/product/wastewater-engineering-treatment-resource-recovery-metcalf-eddy-inc-tchobanoglous/M9780073401188.html#buying-options>

Mapa IV - Termodinâmica de Engenharia Química

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Termodinâmica de Engenharia Química

4.4.1.1. Title of curricular unit:
Chemical Engineering Thermodynamics

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

4.4.1.3. Duração:
Semestral

4.4.1.4. Horas de trabalho:
168.0

4.4.1.5. Horas de contacto:
56.0

4.4.1.6. ECTS:
6.0

4.4.1.7. Observações:
<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:
<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):
ist12699, Eduardo Jorge Morilla Filipe (14 h)

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:
ist13160, José Nuno Aguiar Canongia Lopes (14 h)
ist134419, Ana Paula Serro (14 h)
ist31579, Miguel Ângelo Rodrigues (14 h)

4.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
A Termodinâmica de Engenharia Química destina-se a aplicar os princípios básicos da Termodinâmica Química Clássica para descrever o comportamento de fluidos puros e de misturas reais; analisar e construir diagramas de fase de misturas binárias e ternárias envolvendo equilíbrio líquido/vapor, líquido/líquido e sólido/líquido; analisar processos em fluxo de modo a compreender o funcionamento de sistemas de produção de energia e de refrigeração.

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):
The objective of Chemical Engineering Thermodynamics is to apply the basic principles of classical Chemical Thermodynamics to describe the behaviour of pure fluids and real mixtures; to build and analyse phase diagrams of binary and ternary mixtures involving liquid/vapor, liquid/liquid and solid/liquid equilibria; to study flow processes aiming to understand the operation of systems for power generation and refrigeration.

4.4.5. Conteúdos programáticos:
Soluções reais Coeficientes de actividade e funções de excesso. Equações de coeficientes de actividade: Margules, Van Laar, Wilson, UNIQUAC e UNIFAC. Introdução ao ASPEN. Equilíbrio líquido-vapor de misturas reais. Azeotropia. Equilíbrio líquido-líquido: sistemas imiscíveis e parcialmente miscíveis. Destilação de misturas com azeótropos e de líquidos imiscíveis Equilíbrio sólido-líquido. Diagramas ternários. Processos em fluxo: Equações de balanço; Conservação da massa e da energia. Processos em fluxo e estacionários.

Balço de energia: Válvulas de expansão, Tuberias, Turbinas, Permutadores de Calor, Bombas e Compressores.
Processos em fluxo e regime transiente. Balço de entropia.
Produção de energia. Ciclos de Carnot e de Rankine. Eficiência. Ciclos de Rankine modificados.
Refrigeração e Bombas de Calor. Ciclo de vaporização-compressão. Definição de COP.
Trabalho em processos em fluxo. Compressão por andares.

4.4.5. Syllabus:

Real solutions. Activity coefficients and excess functions. Activity coefficients equations: Margules, Van Laar, Wilson, UNIQUAC and UNIFAC. **Introduction to ASPEN.**
Liquid/vapor equilibrium in real mixtures. Azeotropy. Liquido/liquid equilibrium: immiscible and partially miscible systems. **Distillation of mixtures with azeotropes and immiscible liquids.**
Solid/liquid equilibrium. Ternary diagrams.
Flow processes: Balance equations; Mass and energy conservation. **Steady flow processes. Energy balance:** Throttling valves, Nozzles, Turbines, Heat exchangers, Pumps and Compressors. **Transient flow processes. Entropy balance. Power generation. Carnot and Rankine cycles. Efficiency. Modified Rankine cycles.**
Refrigeration and Heat pumps. Vapor-compression refrigeration cycle. Definition of COP.
Work in flow processes. Multistage compression.

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

Os conteúdos programáticos, descritos em 5, abrangem os principais tópicos de uma cadeira de Termodinâmica com forte componente de engenharia. São fornecidas as bases teóricas, os conceitos essenciais e exemplos de aplicação prática, solicitando-se aos alunos o estudo dos conteúdos, a resolução de exercícios de aplicação e racionalização/interpretação dos resultados de implementação de trabalhos experimentais..
Atendendo aos objetivos de aprendizagem da UC, descritos em 4, é possível constatar que todos os pontos dos conteúdos programáticos visam dotar os alunos com os conhecimentos e competências necessárias para a aquisição dos referidos objetivos.

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

The syllabus, described in 5, cover the main topics of a Thermodynamics course aimed at engineering applications. Theoretical background, essential concepts and examples of practical applications are provided, the students being asked to study the contents, solve application exercises and rationalize/interpret experimental results.
In view of the learning objectives of the CU, described in 4, it is possible to see that all points of the syllabus aim to provide students with the knowledge and skills necessary for the acquisition of these objectives.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Exame: 50%
Avaliação Contínua (2 Quizzes nas semanas 1 e 5 + apresentação oral do Projecto em ASPEN na semana azul): 30%
Trabalhos laboratoriais, incluindo relatórios entregues nas semanas 3 e 7: 20%

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Exam: 50%
Continuous evaluation (2 Quizzes in weeks 1 e 5 + oral presentation of ASPEN project in the blue week): 30%
Laboratory works, including reports delivered in weeks 3 and 7: 20%

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

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

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

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

4.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Termodinâmica Aplicada , Edmundo Gomes de Azevedo , 2018, 4ª Ed., Escolar Editora

4.5. Metodologias de ensino e aprendizagem

4.5.1. Adequação das metodologias de ensino e aprendizagem aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) definidos para o ciclo de estudos:

Várias estratégias estão previstas(ver 4.7)muitas já foram implementadas,nomeadamente:Introdução/reforço de unidades curriculares(UC)baseadas em Project-Based Learning,Research-Based Learning,Problem-Based Learning,Client-Based Learning, Hands-on,com um maior envolvimento dos estudantes na sala de aula e em processos de avaliação mútua e feed-back;Reforço da utilização de ferramentas e plataformas digitais(e.g. mooc.tecnico.ulisboa.pt)que permitem um feedback instantâneo,assim como aprendizagem à distancia e avaliação.Integração de estudantes no âmbito de projectos interdisciplinares/multidisciplinares,em institutos de investigação e/ou empresas,a nível do 1ºciclo .Valorizando projectos multidisciplinares,organização de jornadas, cursos/ estágios de Verão,etc,que permitem o desenvolvimento de competências transversais.Reforço da avaliação continua com a redução significativa(< 50%)do peso da avaliação por exames.

4.5.1. Evidence of the teaching and learning methodologies coherence with the intended learning outcomes of the study programme:

Several strategies are foreseen(see 4.7)and many have already been implemented, namely:Introduction / reinforcement of curricular units (UC) based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on, aiming at a greater involvement of students in the classroom in mutual evaluation processes and feed-back;Reinforcement of the use of digital tools and platforms (e.g. mooc.tecnico.ulisboa.pt) that allow instant feedback, as well as e-learning and evaluation. Integration of students within the scope of interdisciplinary / multidisciplinary projects, in research institutes and / or companies, at the level of the 1st cycle. Valuing multidisciplinary projects, organization of days, courses / summer internships, etc., which allow the development of transversal skills. of the evaluation continues with the significant reduction (<50%) of the weight of the evaluation by exams.

4.5.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho que será necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS:

No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher uma questão relativa à carga de trabalho relativa a cada UC. A informação obtida a partir de todos os estudantes de cada UC é compilada e tratada para comparar a carga prevista com a carga estimada pelos estudantes. Quando há um grande desajuste entre a carga estimada e a carga prevista (superior a 1,5 ECTS) a situação é analisada no âmbito da Comissão QUC do Conselho Pedagógico. Nos casos em que se justifique é estabelecido um plano de acção envolvendo os departamentos e coordenações.

4.5.2. Means to verify that the required students' average workload corresponds the estimated in ECTS.:

Under the QUC forms (Course Unit Quality System), students must answer a question related to the workload involved in each UC. The information obtained from all students in each QUC is compiled and treated to compare the expected workload with the workload estimated by the students. When the imbalance between the estimated workload and the expected workload is significant (greater than 1,5 ECTS) the situation is analysed under the QUC Committee of the Pedagogical Council. Where applicable, a plan of action is devised by getting departments and programme coordinators involved.

4.5.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes será feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular:

Em julho de cada ano são efectuadas reuniões de coordenação dos vários cursos, de forma a calendarizar o trabalho exigido aos estudantes ao longo dos semestres lectivos e dos períodos de avaliação, pretendo-se distribuir o trabalho dos estudantes ao longo do tempo, dando-se especial ênfase à aprendizagem contínua. Esta calendarização atempada permite ao estudante planear o seu ano lectivo/semestre, potenciando o sucesso escolar. No âmbito do preenchimento dos inquéritos QUC (Qualidade das Unidades Curriculares) os estudantes têm de preencher um bloco de questões específicas relativo à aquisição e/ou desenvolvimento de competências obtidas no âmbito de cada UC, que inclui perguntas sobre o desenvolvimento de conhecimentos e compreensão das matérias, bem como a melhoria da capacidade de aplicação de conhecimentos de forma autónoma e de desenvolvimento do sentido crítico na utilização prática das mesmas.

4.5.3. Means of ensuring that the students assessment methodologies are adequate to the intended learning outcomes:

Every year in July, meetings are held with programme coordinators, in order to schedule the work required from students throughout the semesters and evaluation periods. The purpose is to distribute student workload throughout time, giving special attention to continuous learning. This timely scheduling allows the student to plan his academic year/semester, enhancing academic achievement. Under the QUC surveys, students should complete a number of specific questions regarding the acquisition and/or development of skills acquired under each QUC, in particular about the development of knowledge and understanding of subject matters, and improvement of the capacity of application of knowledge autonomously and development of critical judgment in their practical application.

4.5.4. Metodologias de ensino previstas com vista a facilitar a participação dos estudantes em atividades científicas (quando aplicável):

Neste curso está previsto que os alunos possam escolher unidades curriculares opcionais que são habitualmente

oferecidas por docentes ou investigadores doutorados nas suas áreas de especialidade ou investigação (6ECTS). Assim, em grupos mais pequenos os alunos podem ter um contacto mais próximo com as atividades científicas. Está também previsto que os alunos possam usar 12 ECTS no 6.º Semestre (3.º ano) no desenvolvimento de um projeto multidisciplinar (denominado JUNO) que envolverá por certo temáticas próximas da área de investigação dos orientadores.

4.5.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities (as applicable):

In this course, it is planned that students can choose optional curricular units that are usually offered by professors or researchers with a PhD in their areas of specialty or research (6ECTS).

Thus, in smaller groups students can have closer contact with scientific activities.

It is also planned that students can use 12 ECTS in the 6th. Semester (3rd year) in the development of a multidisciplinary project (called JUNO) that will certainly involve themes close to the supervisors' research area.

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:

Tendo em consideração que a normativa legal aponta para uma formação de 1º ciclo entre 180 e 240 créditos ECTS, e considerando os objectivos definidos para este ciclo de estudos no ensino universitário, entendeu-se estabelecer, à semelhança de outros ciclos similares da unidade orgânica, um total de 180 créditos ECTS, decorrendo ao longo de seis semestres lectivos.

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:

Given that the legal regulation points to a formation of the 1st cycle between 180 and 240 credits ECTS, and considering the established objectives for this university course, it was decided to establish, like to other similar cycles of the organic unities, a total of 180 ECTS, elapsing over six semesters.

4.6.2. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

O Instituto Superior Técnico tem um padrão para a definição de ECTS nas unidades curriculares de todos os seus ciclos de estudo, e recentemente, uma reflexão e discussão aprofundada na escola conduziu a uniformização da oferta de UC de 12, 9, 6 e 3 ECTS; Alterações específicas a esse padrão são analisadas caso a caso pelo Conselho Científico mediante proposta das coordenações de curso. A coordenação do curso em conjunto com os docentes envolvidos em cada UC, adaptou os seus conteúdos para este padrão definido pela escola.

4.6.2. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

IST has a pattern to define the ECTS for the course units of all its study cycles, and recently, in-depth reflection and discussion in the school has led to the standardization of the UC offer of 12, 9, 6 and 3 ECTS; Specific amendments to that pattern are analyzed on a case-by-case approach at the request of the Scientific Board on a proposal from the course coordinators.

The coordination of the course together with the teachers involved in each UC, adapted its contents to this standard defined by the school.

4.7. Observações

4.7. Observações:

O Técnico estabeleceu como uma das suas prioridades a actualização e adaptação do seu modelo de ensino e práticas pedagógicas aos dias de hoje. Neste contexto desencadeou um processo de análise e reflexão sobre o seu modelo de ensino e práticas pedagógicas, visando definir as linhas orientadoras para uma reorganização da formação na Escola. Em Janeiro de 2018 foi constituída a “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas”- CAMEPP do IST, mandatada pelos órgãos da Escola, para repensar o modelo de formação pedagógica do IST. Dessa análise resultou um conjunto de medidas relativamente à estrutura curricular, organização, filosofia, e práticas pedagógicas, que estão reflectidas no documento PERCIST- “Princípios enquadramentos para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122”. O PERCIST estabeleceu as linhas gerais para a reestruturação de todos os cursos conferentes de grau de 1º e 2º ciclos do Instituto Superior Técnico (IST) que vão ser implementados em 21-22.

As principais medidas que vão ser implementadas e que foram incorporadas na reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclos do IST são aqui apresentadas de forma genérica:

- **Reconhecimento da importância da formação de base sólida em Ciências de Engenharia;**
- **Alteração para UCs de 12, 9, 6 e 3 unidades do Sistema europeu de transferência e acumulação de créditos (ECTS);**
- **Aumento generalizado da flexibilidade curricular a nível de 1º ciclo com a criação de pre-major (até 12ECTS), e no 2º ciclo com a oferta de opções livres (18-30ECTS);**
- **Criação de minors coerentes de 18 ECTS, ao nível do 2.º ciclo, numa área de formação complementar e multidisciplinar, que pode ser intra- ou interdepartamental;**
- **Criação/reforço de projetos integradores e interdisciplinares que envolverá trabalho preferencialmente em equipa e podendo ter por base problemas e desafios reais: i) num projeto tipo Capstone ii) numa Unidade de Investigação, ou iii) em ambiente empresarial (UC “Projeto Integrador de 1º ciclo (PIC1));**
- **A nível de 2º ciclo, a dissertação de mestrado poderá ser enquadrável também em uma de três modalidades: i) tese científica, ii) projeto em empresa e iii) projeto CAPSTONE, potenciando a interdisciplinaridade.**
- **Reconhecimento curricular de atividades extracurriculares;**
- **Introdução da formação em Humanidades, Artes e Ciências Sociais (HASS);**
- **Reforço das competências transversais integradas nas unidades curriculares;**
- **Reforço das valências em computação e programação;**
- **Aumento da formação em empreendedorismo e inovação**
- **Mudança de paradigma de ensino com introdução/reforço de unidades curriculares baseadas em Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;**

Informação mais detalhada sobre algum destes aspectos poderá ser disponibilizada e consultada em: Relatório CAMEPP e documento PERCIST.

4.7. Observations:

Técnico established, as one of its priorities, the reshaping of its teaching model and pedagogical practices to today's world. In this context, it started a process of analysis and reflection on its teaching model and pedagogical practices, aiming to define the guidelines for a reorganization of the courses curricula and pedagogical model in the School. In January 2018, the “Comissão de Análise do Modelo de Ensino e Práticas Pedagógicas - CAMEPP” was set up, mandated by the School bodies, to rethink the IST's pedagogical training model. This analysis resulted in a set of measures regarding the curricular structure, organization, philosophy, and pedagogical practices, which are reflected in the document PERCIST “Princípios enquadadores para a reestruturação dos cursos de 1º e 2º ciclo do Instituto Superior Técnico 2122””. PERCIST has established the general guidelines for restructuring all courses of Instituto Superior Técnico (IST), conferring degrees from 1st and 2nd cycles, and that will be implemented in 21-22.

The main measures that are going to be implemented, and that were incorporated in IST's 1st and 2nd cycle courses, are presented here in a generic way:

Recognition of the importance of solid training in Engineering Sciences;

- **Change to UCs of 12, 9, 6 and 3 units of the European credit transfer and accumulation system (ECTS);**
- **Increased of curricular flexibility at the 1st cycle level with the creation of pre-major curricular units (up to 12ECTS), and in the 2nd cycle with curricular units as free options (18-30ECTS);**
- **Creation of coherent minors of 18 ECTS, at the level of the 2nd cycle, in an area of complementary and multidisciplinary training, which can be intra- or interdepartmental;**
- **Creation / reinforcement of integrative and interdisciplinary projects that will involve preferably team work and may be based on real problems and challenges: i) in a Capstone project ii) in a Research Unit, or iii) in a business environment (UC “Projeto Integrador de 1st cycle (PIC1));**
- **At the 2nd cycle level, the master's dissertation may also fit into one of three types: i) scientific thesis, ii) company project and iii) CAPSTONE project, enhancing interdisciplinarity.**

- **Curricular recognition of extracurricular activities;**
- **Introduction of training in Humanities, Arts and Social Sciences (HASS);**
- **Reinforcement of transversal competences integrated in the curricular units;**
- **Reinforcement of computing and programming skills;**
- **Increased training in entrepreneurship and innovation**
- **Changing the teaching paradigm with the introduction / reinforcement of curricular units based on Project-Based Learning, Research-Based Learning, Problem-Based Learning, Client-Based Learning, Hands-on;**

More detailed information on any of these aspects can be made available and consulted: CAMEPP report and PERCIST document.

5. Corpo Docente

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

5.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos.

Henrique Aníbal Santos de Matos

Sebastião Silva Alves

5.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

5.3. Equipa docente do ciclo de estudos / Study programme's teaching staff

Nome / Name	Categoria / Category	Grau / Degree	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment regime	Informação/ Information
Juha Hans Videman	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Giovani Loiola da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Costa Lourenço Caleiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor		MATEMATICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Faria de Barros Henriques	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Margarida Maria Portela Correia dos Santos Romão	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Henrique Aníbal Santos de Matos	Professor Associado ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Isabel Maria Delgado Jana Marrucho Ferreira	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Chemical Engineering	100	Ficha submetida
Ana Paula Valagão Amadeu do Serro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria de Lurdes Dos Santos Serrano	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Cristina De Carvalho Silva Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida

Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Sílvia De Vasconcelos Chaves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
Filipe José Da Cunha Monteiro Gama Freire	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Fernanda Do Nascimento Neves de Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria do Rosário De Oliveira Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria Amélia Nortadas Duarte de Almeida Lemos	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Amélia Martins de Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Eduardo Jorge Morilla Filipe	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Mário Nuno de Matos Sequeira Berberan e Santos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Moisés Luzia Gonçalves Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Yasser Rashid Revez Omar	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Pedro Paulo De Lacerda e Oliveira Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
Licínio Mendes Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Sílvia Nogueira da Rocha Ravasco dos Anjos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Fábio Monteiro Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química	30	Ficha submetida
António Manuel Pacheco Pires	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA APLICADA	100	Ficha submetida
Zita Carla Torrão Pinto Martins	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Carla Isabel Costa Pinheiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
João Paulo Nunes Cabral Telo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
Luís Filipe Moreira Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA FISICA TECNOLÓGICA	100	Ficha submetida
Luís Filipe Coelho Veiros	Professor Associado ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
João Alfredo Vieira Canário	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Química Ambiental	20	Ficha submetida
José Nuno Aguiar Canongia Lopes	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Isabel Maria De Sá Correia Leite de Almeida	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Eng ^a Química -Biotecnologia (Ciências Biológicas)/ Biological Sciences)	100	Ficha submetida
Luís Manuel Gonçalves Barreira	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Miguel Ângelo Joaquim Rodrigues	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
João Paulo Fernandes Teixeira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMÁTICA	100	Ficha submetida

José Manuel Vergueiro Monteiro Cidade Mourão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Miguel Nobre Parreira Cacho Teixeira	Professor Associado ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Maria Filipa Gomes Ribeiro	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Cristina Froes Brilhante Dias Gomes de Azevedo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Alda Maria Pereira Simões	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Pedro Simões Cristina de Freitas	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Vítor Manuel Gerales Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
João Carlos Salvador Santos Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Luís Pereira de Quintanilha e Mendonça Dias Torres Magalhães	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Francisco Manuel Da Silva Lemos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Clara Henriques Baptista Gonçalves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA METALURGICA E DE MATERIAIS	100	Ficha submetida
Sebastião Manuel Tavares da Silva Alves	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Ana Maria de Figueiredo Brites Alves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Dulce Elisabete Bornes Teixeira Pereira Simão	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Rosinda Da Costa Ismael	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
João Agostinho De Oliveira Soares	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
João Maria da Cruz Teixeira Pinto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
José Pizarro de Sande e Lemos	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Maria Tereza Angelino Reis	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Joana Castelo-Branco de Assis Teixeira Neiva Correia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Carlos Manuel Ferreira Monteiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL	100	Ficha submetida
Adélia da Costa Sequeira dos Ramos Silva	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida
Maria de Fátima Grilo da Costa Montemor	Professor Associado ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Roger Francis Picken	Professor Associado ou equivalente	Doutor	FÍSICA	100	Ficha submetida
Maria Paula Antunes Abrantes Gouveia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	MATEMATICA	100	Ficha submetida

Ana Cristina Anjinho Madeira Viegas	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	BIOTECNOLOGIA	100	Ficha submetida
Hermínio Albino Pires Diogo	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
João Paulo Costa Tomé	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Maria de Fátima Costa Guedes da Silva	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
José Armando Luísa da Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria de Fátima Guerreiro Coelho Soares Rosa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria Teresa Nogueira Leal da Silva Duarte	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
Maria do Rosário Gomes Ribeiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	ENGENHARIA QUIMICA	100	Ficha submetida
				6850	

<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.

70

5.4.1.2. Número total de ETI.

68.5

5.4.2. Corpo docente próprio - Docentes do ciclo de estudos em tempo integral

5.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral.* / "Full time teaching staff" – number of teaching staff with a full time link to the institution.*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem / Percentage
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	68	99.270072992701

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):	68.5	100

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

5.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / "Specialised teaching staff" of the study programme.

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff holding a PhD and specialised in the fundamental areas of the study programme	48.5	70.802919708029	68.5
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists not holding a PhD, with well recognised experience and professional capacity in the fundamental areas of the study programme	0	0	68.5

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente.

5.4.5. Estabilidade e dinâmica de formação do corpo docente. / Stability and development dynamics of the teaching staff

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*	
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Teaching staff of the study programme with a full time link to the institution for over 3 years	67	97.810218978102	68.5
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / FTE number of teaching staff registered in PhD programmes for over one year	0	0	68.5

Pergunta 5.5. e 5.6.

5.5. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

A avaliação do desempenho do pessoal docente do IST assenta no sistema multicritério definido no "Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes do Instituto Superior Técnico" (Despacho n.º 3855/2017, DR 2ª série, n.º 88 de 8 de maio de 2017, que actualiza o Despacho n.º 262/2013, DR, 2ª série, n.º 4, de 7 de janeiro de 2013, e o despacho n.º 4576/2010, DR 2ª Série, n.º 51 de 15 de março), sendo aplicado a cada docente individualmente e é aplicado nos períodos estipulados por Lei.

Permite a avaliação quantitativa da atuação do pessoal docente nas diferentes vertentes, e reflete-se nomeadamente sobre a distribuição de serviço docente regulamentada pelo Despacho Reitoral n.º 8985/2011 (DR, 2ª Série, N.º 130 de 8 de julho).

5.5. Procedures for the assessment of the teaching staff performance and measures for their permanent updating and professional development.

Performance assessment of IST teaching-staff relies on the multi-criteria system defined in the "Regulations of Performance of IST Teaching-staff" (Rectoral Order 3855/2017 Government Journal 2nd Series, No 88 of May 8, that updates the Rectoral Order 262/2013 Government Journal 2nd Series, No 4 of January 7 and the Rectoral Order 4576/2010, Government Journal 2nd Series, No. 51 of 15 March), which is applied to each professor individually and for periods established under the law. It allows for the quantitative assessment of the performance of the teaching staff in different strands and is reflected particularly on the allocation of the teaching duties, which is governed by the Rectoral Order 8985/2011 (Government Journal, 2nd Series, No. 130 of 8th July).

5.6. Observações: <sem resposta>

5.6. Observations: <no answer>

6. Pessoal Não Docente

6.1. Número e regime de tempo do pessoal não-docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

Técnicos de laboratório - 6

Secretariado - 2

Informática - 1

Gestão de edifícios- 2

Receção - 2

Segurança - 2

Estes 15 funcionários estão a tempo integral, embora sejam partilhados com outros ciclos de estudo nos quais o Departamento de Engenharia Química participa, em particular os Mestrados integrados de Engenharia Química e Engenharia Biológica, assim como diversos programas doutorais.

Para além destes funcionários, existem bolseiros que prestam apoio ao laboratório de informática e biblioteca.

6.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.

Laboratory Technicians - 6

Administrative support - 2

Computer expert -1

Building management – 2

Reception – 2

Security -2

These 15 elements work full time, although they are shared with other study cycles in which the Chemical Engineering Department is involved, in particular the integrated Masters in Chemical Engineering and Biological Engineering as well as several Doctoral Programmes

Additionally, there is a variable number of grant holders who work part time in the computer laboratory and the Library.

6.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

Dos 15 elementos, um tem Mestrado e 5 têm licenciatura

6.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

Of the 15 non-academic staff, one holds a master degree and 5 hold a bachelor degree

6.3. Procedimento de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

O IST implementa o SIADAP desde a sua criação jurídica, em 2004, tendo actualizado o funcionamento e os procedimentos, com as revisões do sistema de avaliação, em 2007 e em

2013. A avaliação integra os subsistemas:

- de Avaliação do Desempenho dos Dirigentes da Administração Pública - SIADAP 2, aplicado em ciclos de três anos, consoante as comissões de serviço dos avaliados

- de Avaliação do Desempenho dos Trabalhadores da Administração Pública - SIADAP 3, com carácter bianual, a partir do ciclo de 2013-2014.

Todo este processo foi desmaterializado e está disponível na plataforma de aplicações centrais do IST (.dot), sendo acedido pelos vários intervenientes (avaliadores, avaliados, Direcção

de Recursos Humanos e dirigentes de topo) electronicamente. O processo PREVPAP vai permitir a integração de muitos colaboradores do técnico que não detinham um vínculo com a administração pública. Mais informação está disponível na página da DRH do IST na Internet.

6.3. Assessment procedures of the non-academic staff and measures for its permanent updating and personal development

Active since it was legally created in 2004, IST has updated its functioning and procedures and reviewed the evaluation system in 2007 and 2013. The evaluation includes the following subsystems:

- the System for Performance Assessment of the Senior Officials of the Public Administration (SIADAP 2), applied in three cycles, depending on the service commissions of those evaluated;

- the System for Performance Assessment of the Public Administration

Employees (SIADAP 3), every two years, from 2013-2014. This process was dematerialized and is available on the central application form of IST (.dot). Access is made by the different actors (evaluators, evaluated, HR Division, and senior officials) electronically.

The PREVPAP regulations will drive IST to integrate diverse members of non-academic staff in the Public Administration. Further information about Human Resources Division available at IST webpage.

7. Instalações e equipamentos

7.1. Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

8 Laboratórios de ensino, com cerca de 1226 m²
 4 Sala de informática com cerca de 261 m²
 2 Bibliotecas com cerca de 990 m²
 59 Laboratórios para investigação/ensino com cerca de 2396 m²
 9 Salas de estudo com cerca de 593.5 m²
 17 Salas de aula com cerca de 1043 m²
 16 Anfiteatros para ensino com cerca de 1565.2 m²

7.1. Facilities used by the study programme (lecturing spaces, libraries, laboratories, computer rooms, ...):

8 Teaching laboratories with about 1226 sqm
 4 Sala de informática/3 Computer rooms with about 261 sqm
 2 Libraries with about 990 sqm
 59 Research/teaching laboratories with about 2396 sqm
 9 Study rooms with about 593.5 sqm
 19 Classrooms with about 1043 sqm
 16 Lecture halls with about 1565.2 sqm

7.2. Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TIC):

Computadores desktop - cerca de 50
 HPLC- 4
 Instalação de transporte pneumático - 1
 Instalação laboratorial com permutador de calor de placas (determinação de perdas de carga e coeficiente global de transferência de calor) - 1
 Instalações para teste de catalisadores - 8
 Perda de carga em leitos porosos - 1
 Queda de partículas em fluidos, Peneiração e análise granulométrica - 1
 Reactor descontínuo; 1
 Equipamento para convecção de ar (ventilador, medidor de orifício, termómetro, manómetros, tubo de pitot) - 1
 Reactores CSTR e tubular - 2
 Equipamentos de infravermelho (MIR) / (NIR) - 2
 Unidade de Fluidização e Secagem de partículas -1
 Unidade de membranas líquidas emulsionadas 1
 Unidade de ultrafiltração 1
 Unidade para o estudo de extracção líq.-líq., cementação e permuta iónica ao nível de bancada - 5
 Célula de electrodiálise 1
 Equipamento para cromatografia de permuta iónica 1
 Analisador CBO 1
 Célula de difusividade 1
 Espectrometro de NMR 4
 Difractómetro de raio X 3
 Cromatógrafo 3

7.2. Main equipment or materials used by the study programme (didactic and scientific equipment, materials, and ICTs):

Desktop computers - about 50
 HPLC-4
 Pneumatic conveying installation - 1
 Laboratory installation with a plate heat exchanger (determination of pressure losses and overall heat transfer coefficient) - 1
 Catalyst Testing Facilities - 8
 Head loss in porous beds - 1
 Falling particles in fluids, sieving and granulometric analysis - 1
 Discontinuous reactor; 1
 Air convection equipment (fan, orifice meter, thermometer, pressure gauges, pitot tube) - 1
 CSTR and tubular reactors - 2
 Infrared equipment (MIR) / (NIR) - 2
 Particle Fluidization and Drying Unit -1
 Emulsified liquid membrane unit 1
 Ultrafiltration unit 1
 Unit for the study of liquid-liquid extraction, cementation and ion exchange at the bench level - 5

Electrodialysis cell 1
Ion exchange chromatography equipment 1
CBO Analyzer 1
Diffusion cell 1
NMR 4 spectrometer
X-ray diffractometer 3
Chromatograph 3

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
CQE	Excelente/Excellent	Instituto Superior Técnico	25	
CERENA	Excelente/Excellent	Instituto Superior Técnico	15	
CeFEMA	Excelente/Excellent	Instituto Superior Técnico	3	
CAMGSD	Excelente/Excellent	Instituto Superior Técnico	3	
IBB	Excelente/Excellent	Instituto Superior Técnico	4	

Pergunta 8.2. a 8.4.

8.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, em revistas de circulação internacional com revisão por pares, livros ou capítulos de livro, relevantes para o ciclo de estudos, nos últimos 5 anos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/44c70a93-ac8b-b2a9-0d0d-5e78c0c1c798>

8.3. Mapa-resumo de atividades de desenvolvimento de natureza profissional de alto nível (atividades de desenvolvimento tecnológico, prestação de serviços ou formação avançada) ou estudos artísticos, relevantes para o ciclo de estudos:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/high-level-activities/formId/44c70a93-ac8b-b2a9-0d0d-5e78c0c1c798>

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.

Inteligência Artificial Aplicada à Previsão de Equilíbrio de Fases

Redes de coordenação de antibióticos como forma de potenciar a bioactividade dos fármacos

Nanoestrutura em Líquidos Iónicos: Fundamentos e Aplicações

Sistemas de Transporte Sustentáveis: Produção e Armazenamento de Energia usando Líquidos Iónicos

RISE MSC project "Integrated Process and Product Design for Sustainable Biorefineries" — IProPBio ; 2018-2021.

P2020 project "Solar-driven Ca-Looping Process for Thermochemical Energy Storage" (started in October 2019)

Medidas de Eficiência Energética em Sistemas Industriais" - MEESI , Out.2019-2021 (colaboração com DGEG e FAI)

Patente nº 104 203 (2009), "Processo de fabricação de sensores ópticos para detecção de iões de alumínio e magnésio e sua aplicação na monitorização de corrosão em aeronaves"

Optimization of Wastewater Quality in the Sines Refinery com a empresa GalPEnergia

DESolved - Strategic partnership for new developments and applications of natural deep eutectic solvents in agri-food sector, Twinning H2020 Program

Projeto European Surflenses - Surface modifications to control drug release from therapeutic ophthalmic lenses (M-ERA.NET/0005/2012) (2013-2017)

Projeto STEReoSTRAT - Esterilização de hidrogéis clinicamente ativos: em busca de estratégias eficazes (PTDC/CTM-BIO/3640/2014) (2016-2019)
Projeto 3D-DentalPrint - Additive manufacturing of zirconia and nanostructured alumina/zirconia dental prosthesis (02/SAICT/2016/023940) (2017-2019)
Projeto Carthel - Cartilages for hip prosthesis with controlled drug release ability, PTDC/CTM-CTM/29593/2017 (2018-2021)
Acção Marie-Curie (Innovative Training Networks - European Training Networks) ORBITAL - Ocular Research By Integrated Training And Learning (2019-20123)
Projecto ITN PIONEER: "Plasma catalysis for CO2 recycling and green chemistry": duas teses PhD em co-direcção com ENSICAEN/Univ. Caen-Normandie e Sorbonne Universités
Projecto CLEAN4G (2018-2021) liderado pela SECIL: coordena a linha de investigação "Metanação CO2"
Projecto SOLCARE (ERANET-MED, 2016-2019): O REFORMING CATALÍTICO INDUZIDO PELA ENERGIA SOLAR: UM ROCESSO HÍBRIDO PARA TRANSFORMAÇÃO DE LIXO URBANO EM ENERGIA (UPMC, Paris)
Projecto P2020 - Partiless-Redução e Captura de Partículas em Sistemas de Queima de Biomassa .com a TORBEL POCI-01-0247-FEDER-003434.
Energreen – Liquefacção de biomassa para utilização como combustível em fornos de cimento. Projecto QREN nº 30227 com a CMP-Secil
Iberdiesel – Desenvolvimento e aplicação de novos processos para produção de biocombustíveis - Projecto QREN nº 3089 com a empresa Iberol.
Projecto PTDC/MED-QUI/28721/2017 "Delivery vehicles of therapeutic gasotransmitters NO and H2S based on nanoporous materials"
Prestação de serviços Tíreruberfoam financiado pela Valorpneu, para o desenvolvimento de compósitos de espuma de poliuretano com borracha
Projecto TITAN–Novel Titanium alloys for biomedical applications, PTDC/CTM/098115/2008.

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.

Artificial Intelligence Applied to Phase Balance Forecasting
Antibiotic coordination networks as a way to enhance the bioactivity of drugs
Nanostructure in Ionic Liquids: Fundamentals and Applications
Sustainable Transport Systems: Energy Production and Storage Using Ionic Liquids
RISE MSC project "Integrated Process and Product Design for Sustainable Biorefineries" - IProPBio; 2018-2021.
P2020 project "Solar-driven Ca-Looping Process for Thermochemical Energy Storage" (started in October 2019)
Energy Efficiency Measures in Industrial Systems "- MEESI, Oct.2019-2021 (collaboration with DGEG and FAI)
Patent No. 104 203 (2009), "Process for manufacturing optical sensors for detecting aluminum and magnesium ions and their application in monitoring corrosion in aircraft"
Optimization of Wastewater Quality in the Sines Refinery with GalPenergia
DESolved - Strategic partnership for new developments and applications of natural deep eutectic solvents in agri-food sector, Twinning H2020 Program
European SurfLenses Project - Surface modifications to control drug release from therapeutic ophthalmic lenses (M-ERA.NET/0005/2012) (2013-2017)
STEReoSTRAT Project - Sterilization of clinically active hydrogels: in search of effective strategies (PTDC / CTM-BIO / 3640/2014) (2016-2019)
3D-DentalPrint - Additive manufacturing of zirconia and nanostructured alumina / dental zirconia prosthesis project (02 / SAICT / 2016/023940) (2017-2019)
Carthel Project - Cartilages for hip prosthesis with controlled drug release ability, PTDC / CTM-CTM / 29593/2017 (2018-2021)
Marie-Curie Action (Innovative Training Networks - European Training Networks) ORBITAL - Ocular Research By Integrated Training And Learning (2019-20123)
ITN PIONEER project: "Plasma catalysis for CO2 recycling and green chemistry": two PhD theses in co-direction with ENSICAEN / Univ. Caen-Normandie and Sorbonne Universités
Project CLEAN4G (2018-2021) led by SECIL: coordinates the research line "CO2 methanation"
SOLCARE Project (ERANET-MED, 2016-2019): CATALYTIC REFORMING INDUCED BY SOLAR ENERGY: A HYBRID ROCESS FOR TRANSFORMING URBAN WASTE INTO ENERGY (UPMC, Paris)
Project P2020 - Partiless-Reduction and Capture of Particles in Biomass Burning Systems. With TORBEL POCI-01-0247-FEDER-003434.
Energreen - Liquefaction of biomass for use as fuel in cement kilns. QREN Project No. 30227 with CMP-Secil
Iberdiesel - Development and application of new processes for the production of biofuels - Project QREN nº 3089 with the company Iberol.
Project PTDC / MED-QUI / 28721/2017 "Delivery vehicles of therapeutic gasotransmitters NO and H2S based on nanoporous materials"
Tíreruberfoam service provision financed by Valorpneu, for the development of polyurethane foam composites with rubber
Project TITAN – Novel Titanium alloys for biomedical applications, PTDC / CTM / 098115/2008.

9. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)

9.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclo de estudos similares com base em dados oficiais:

Consideraram-se os dados relativos ao desemprego dos diplomados da Direcção-Geral de Estatísticas do Ensino e da Ciência (DEEC). Os dados mais recentes são relativos à situação em Junho de 2019 (Fonte: Caracterização dos desempregados registados com habilitação superior – junho de 2019 – Tabela Geral).

Para comparação considerou-se a oferta formativa congénere ao nível do 1º ciclo das Universidades de Aveiro, Beira Interior, Coimbra, Lisboa, Porto e Nova de Lisboa. Considerando o conjunto de diplomados entre 2010 e 2018, o desemprego varia entre 0% e 3%. Face a estes dados é legítimo considerar os níveis de desemprego desta oferta formativa são significativamente baixos.

Refira-se que o actual o grau de licenciatura em Ciências de Engenharia – Engenharia Química, obtido ao atingir-se 180 ECTS do respectivo Mestrado em funcionamento no IST, para as mesmas cortes e período, apresenta um desemprego residual de 0,2%.

9.1. Evaluation of the employability of graduates by similar study programmes, based on official data:

Data on unemployment of graduates from the Directorate-General for Education and Science Statistics (DEEC) were considered. The most recent data are for the situation in June 2019 (Source: Characterization of registered unemployed with higher education - June 2019 - General Table).

For comparison, we considered the similar training offer at the 1st cycle level of the Universities of Aveiro, Beira Interior, Coimbra, Lisbon, Porto and Nova de Lisboa. Considering the group of graduates between 2010 and 2018, unemployment varies between 0% and 3%. In view of these data, it is legitimate to consider the unemployment levels of this training offer to be significantly low.

It should be noted that the current degree in Engineering Sciences - Chemical Engineering, obtained by reaching 180 ECTS of the respective Master in operation at IST, for the same cuts and period, has a residual unemployment of 0.2%.

9.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):

Apesar desta acreditação estar orientada para novos ciclos de estudo, na realidade os cursos que estão a ser contemplados neste processo resultam de uma reestruturação de cursos já em funcionamento e cujo desempenho a nível de emprego, considerando os dados da Direcção-Geral de Estatísticas do Ensino e da Ciência (DGEEC) é significativamente positivo e onde é possível verificar que os actuais ciclos de estudo em funcionamento apresentam níveis de desemprego nulos ou residuais. Não há motivo ou justificação para que os novos ciclos de estudo que estão a ser preparados não mantenham esse mesmo desempenho positivo. Sendo uma formação denominada de "banda larga" irá certamente manter o nível de atractividade que se tem registado até ao momento para o mestrado integrado da mesma área. Poderemos ainda prever uma maior procura dos alunos, pelo facto destes sentirem que no final dos 3 anos terão um diploma que os empregadores irão considerar de forma muito positiva par determinadas atividades.

9.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):

Although this accreditation is oriented towards new study cycles, in reality the courses that are being contemplated in this process result from a restructuring of courses already in operation and whose performance in terms of employment, considering the data from the Directorate-General for Education Statistics and Science (DGEEC) is significantly positive and it is possible to verify that the current study cycles in operation have zero or residual unemployment levels. There is no reason or justification for the new study cycles being prepared to not maintain that same positive performance. Being a training called "broadband" will certainly maintain the level of attractiveness that has been registered so far for the master's degree. of the same area. We can also predict a higher demand for students, because they feel that at the end of 3 years they will have a diploma that employers will consider very positively for certain activities.

9.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares:

No nosso departamento existem várias colaborações científicas e tecnológicas, que são concretizadas através do desenvolvimento de projectos de investigação a decorrer (e propostos para o futuro) e/ou através de orientação conjunta em temas conducentes a dissertações de mestrado ou teses de doutoramento. Podem-se apontar as seguintes como as mais relevantes:

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

ISEL- Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Instituto Politécnico de Setúbal.

9.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:

In our department, there are several scientific and technological collaborations, which are achieved through the

development of ongoing research projects (and proposed for the future) and/or through joint guidance on topics leading to master's dissertations or doctoral theses. The following can be pointed out as the most relevant:

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

ISEL- Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

Instituto Politécnico de Setúbal.

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:

No processo de criação deste NCE foi efectuada uma análise de outros cursos no Espaço Europeu que mostraram que no essencial tem as competências semelhantes às deste curso, tendo no entanto particularidades específicas como consequência da especialização própria do corpo docente das respectivas escolas. Foram analisados os cursos similares nas seguintes escolas no Espaço Europeu:

Stanford University, Reino Unido

Aalborg University, Dinamarca

DTU, Dinamarca

TU Delft; Holanda

Technische Universiteit Eindhoven, Holanda

EPFL, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suíça

Polimi, Politecnico di Milano, Itália

Universidade de Toulouse; ENSIACET, França

UPCatalunya, Universidade Politécnica da Catalunha Espanha

Aalto, Finlândia

UCL, Reino Unido

Imperial College, Reino Unido

10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

In the process of creating this NCE, an analysis of other courses in the European Space was carried out, which showed that, in essence, the skills are similar to those of this course, however having specific particularities as a result of the specialization of the teaching staff of the respective schools. Similar courses were analyzed at the following schools in the European Area:

Stanford University, United Kingdom

Aalborg University, Denmark

DTU, Denmark

TU Delft; Netherlands

Technische Universiteit Eindhoven, Netherlands

EPFL, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland

Polimi, Politecnico di Milano, Italy

Toulouse University; ENSIACET, France

UPCatalunya, Polytechnic University of Catalonia Spain

Aalto, Finland

UCL, United Kingdom

Imperial College, United Kingdom

10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

Os objectivos de aprendizagem encontrados nas várias escolas consultadas relativos a este NCE que corresponde ao atual 1º. ciclo do mestrado integrado em Engª. Química são muito semelhantes uma vez que se trata da leccionação de matérias relacionadas com as Ciências Básicas de Engenharia, que incluem uma forte componente de Matemática, Física e Química e ainda os conceitos básicos de Engª. Química, nomeadamente Termodinâmica, Fenómenos de transporte, Materiais, Engº. d e reacções, processos de separação e balanços de massa e energia.

10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions in the European Higher Education Area:

The learning objectives found in the various schools consulted regarding this NCE, which corresponds to the current 1st. cycle of the integrated master's degree in Engineering. Chemistry is very similar in that it deals with the teaching of

subjects related to the Basic Sciences of Engineering, which include a strong component of Mathematics, Physics and Chemistry and also the basic concepts of Engineering. Chemistry, namely Thermodynamics, Transport phenomena, Materials, Eng. d e reactions, separation processes, and mass & energy balances.

11. Estágios e/ou Formação em Serviço

11.1. e 11.2 Estágios e/ou Formação em Serviço

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):

<sem resposta>

11.2. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

NA

11.3. Institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods:

NA

11.4. Orientadores cooperantes

11.4.1. Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

11.4.1 Mecanismos de avaliação e seleção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

11.4.2. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por lei)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos com estágio obrigatório por Lei) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for study programmes with in-service training mandatory by law)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional qualifications (1)	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	--	--

<sem resposta>

12. Análise SWOT do ciclo de estudos

12.1. Pontos fortes:

1. *Garantir aos alunos uma sólida formação de base, garante de sucesso em profissões ainda não existentes*
2. *Versatilidade nas competências adquiridas pelos alunos e facilidade/capacidade de adaptação a um leque variado de áreas de atuação*
3. *Componente prática do ensino fortemente apoiada em trabalhos laboratoriais.*
4. *Componente computacional forte nomeadamente no que respeita à utilização de pacotes informáticos próprios da Eng. Química*
5. *Possibilidade de utilizar aos conhecimentos adquiridos ao longo do curso num projecto de equipa final integrador de conhecimentos ou do tipo capstone*
6. *Desenvolve competências individuais e de equipa pelos vários projectos e trabalhos feitos ao longo dos 3 anos do curso.*
7. *Sensibilidade a constrangimentos ambientais, energéticos e de segurança*
8. *Corpo docente altamente especializado para a lecionação do curso.*
9. *Estrutura da escola bem organizada com unidades de apoio, processos e ferramentas que proporcionam regularmente informação útil e monitorizam de forma adequada a qualidade do CE.*
10. *Actividades de colaboração científica e pedagógica previamente estabelecidas entre os vários membros do corpo docente*

12.1. Strengths:

1. *Ensuring students a solid basic education, guaranteeing success in professions that do not yet exist*
2. *Versatility in the skills acquired by students and ease / ability to adapt to a wide range of areas of expertise*
3. *Practical component of teaching strongly supported by laboratory work.*
4. *Strong computational component, namely regarding the use of Eng. Química's own computer packages*
5. *Possibility to use the knowledge acquired during the course in a final team project integrating knowledge or the project capstone type*
6. *Develops individual and team skills through the various projects and work done over the 3 years of the course.*
7. *Sensitivity to environmental, energy and safety constraints*
8. *Highly specialized teaching staff for teaching the course.*
9. *Well-organized school structure with support units, processes and tools that regularly provide useful information and adequately monitor the quality of the EC.*
10. *Scientific and pedagogical collaboration activities previously established between the various faculty member*

12.2. Pontos fracos:

1. *Pouca flexibilidade, apesar de algumas UC's opcionais oferecidas no 3º. ano.*
2. *A Idade média dos docentes elevada*
3. *Reduzidos incentivos para docentes investirem na componente pedagógica*
4. *Limitações de equipamentos laboratoriais não permitem acomodar de forma conveniente o número crescente de alunos; vários equipamentos laboratoriais encontram-se obsoletos e/ou no limite da sua vida útil, necessitando de substituição.*
5. *Falta de pessoal de apoio aos laboratórios de modo a flexibilizar o horário de funcionamento dos laboratórios.*
6. *Ligação incipiente com o tecido industrial na componente formativa.*
7. *A dificuldade de docentes e de alunos se adaptarem com eficácia a um paradigma de transmissão de conhecimentos centrado no aluno (ainda alguma dependência nas aulas “expositivas”).*
8. *Falta de incentivo à criatividade dos alunos.*
9. *Dificuldades no financiamento do ensino superior.*

12.2. Weaknesses:

1. *Scarce flexibility, despite some optional UC's offered on the 3rd. year.*
2. *The high average age of teachers*
3. *Reduced incentives for teachers to invest in the pedagogical component*
4. *Limitations of laboratory equipment do not allow to accommodate the growing number of students in a convenient way; several laboratory equipments are obsolete and/or at the limit of its useful life, requiring replacement.*
5. *Lack of laboratory support staff in order to make the working hours of the laboratories more flexible.*
6. *Incipient connection with the industrial fabric in the formative component.*
7. *The difficulty for teachers and students to adapt effectively to a paradigm of knowledge transmission centered on the student (still some dependence on “expository” classes).*
8. *Lack of incentive for students' creativity.*
9. *Difficulties in financing higher education.*

12.3. Oportunidades:

1. *Visibilidade e implantação de alumni IST no tecido social, administrativo e económico do país.*
2. *Existência de programas doutorais com elevado dinamismo que motivam e consolidam a formação dos estudantes, proporcionando-lhes uma maior perspectiva de prossecução após terminarem o ciclo de estudos, e potenciadores de implementação de modelos alternativos de aprendizagem (TAs, correctores etc).*
3. *Possibilidade de desenvolvimento profissional em áreas multidisciplinares e transversais.*
4. *Reestruturação dos cursos no IST com a inclusão de novas medidas de prática pedagógica podem potenciar a aprendizagem por parte dos alunos e o seu entusiasmo pelo curso.*
5. *Número elevado de recém-doutorados com grande qualidade intelectual e científica com potencial para assegurar a eventual renovação do corpo docente.*
6. *Tomada de consciência por parte dos alunos da necessidade de procurarem de forma sistemática complementar a sua formação com experiências extra-curriculares.*
7. *Possibilidade de desenvolvimento de trabalho de projeto integrador em áreas emergentes, tais como as energias renováveis, as nano-tecnologias, as tecnologias limpas ou a intensificação de processos.*
8. *A integração do Campus Tecnológico Nuclear (CTN) no IST, abre a possibilidade de formação em novas áreas de tecnologia nuclear (materiais, proteção radiológica, física médica, etc.) e acesso a equipamento experimental único em Portugal.*
9. *Crescente procura de engenheiros químicos na Europa do Norte cria oportunidades para os engenheiros formados pelo curso*

12.3. Opportunities:

1. *Visibility and implementation of IST alumni in the social, administrative and economic activity of the country.*
2. *Existence of doctoral programs with high dynamism that motivate and consolidate the training of students, providing them with a greater perspective of continuation after finishing the cycle of studies, and enhancing the implementation of alternative models of learning (TAs, correctors, etc.).*
3. *Possibility of professional development in multidisciplinary and transversal areas.*
4. *Restructuring of courses at IST with the inclusion of new measures of pedagogical practice can enhance students' learning and their enthusiasm for the course.*
5. *High number of recent doctorates with great intellectual and scientific quality with the potential to ensure the eventual renewal of the teaching staff.*
6. *Students becoming aware of the need to systematically seek to complement their training with extra-curricular experiences.*
7. *Possibility of developing integrative project work in emerging areas, such as renewable energies, nano-technologies, clean technologies or the intensification of processes.*
8. *The integration of the Nuclear Technological Campus (CTN) in IST, opens the possibility of training in new areas of nuclear technology (materials, radiation protection, medical physics, etc.) and access to unique experimental equipment in Portugal.*
9. *Growing demand for chemical engineers in Northern Europe creates opportunities for engineers trained by the course*

12.4. Constrangimentos:

1. *Dificuldades associadas à manutenção, reparação e aquisição de equipamentos, aquisição de componentes necessários para o ensino, renovação de espaços e aquisição de consumíveis*
2. *Dificuldade de contratação de professores convidados - profissionais com experiência reconhecida - para as áreas de projeto.*
3. *Dificuldade de docentes e de alunos se adaptarem com eficácia a um paradigma de transmissão de conhecimentos centrado no aluno (ainda alguma dependência notória das aulas "expositivas")*
4. *Envelhecimento do corpo docente e falta de renovação, que se acentuou com a crise económico-financeira, que faz com que se funcione acima do rácio docente/aluno desejável.*
5. *Insuficiência de meios para renovar e mesmo por vezes fazer a manutenção dos equipamentos de laboratórios.*
6. *Insuficiência de técnicos de apoio a laboratório.*

12.4. Threats:

1. *Difficulties associated with the maintenance, repair and acquisition of equipment, acquisition of necessary components for teaching, renovation of spaces and purchase of consumables*
2. *Difficulty in hiring guest professors - professionals with recognized experience - for the project areas.*
3. *The difficulty for teachers and students to adapt effectively to a student-centered knowledge transmission paradigm (still some notorious dependence on "expository" classes)*
4. *Aging of the teaching staff and lack of renewal, which was accentuated by the economic and financial crisis, which makes it work above the desirable teacher/student ratio.*
5. *Insufficient means to renew and even sometimes maintain laboratory equipment.*
6. *Insufficiency of laboratory support technicians*

12.5. Conclusões:

A reestruturação da Licenciatura em Engenharia Química seguiu o regulamento aprovado no Conselho de Gestão do Instituto Superior Técnico, cumprindo com todos os requisitos impostos pelas novas Medidas de Ensino e Práticas Pedagógicas. O novo ciclo de estudos é baseado no 1º. Ciclo do anterior curso de Mestrado Integrado de Engenharia Química e mantém uma formação base sólida em matemática, física e química. A área de especialização em engenharia química é dominante relativamente ao conjunto de unidades curriculares que é oferecido. O curso inclui agora algumas unidades curriculares de Humanidades, Artes e Ciências Sociais, e aumentando a flexibilidade de escolha de opções por parte dos alunos. Há um reforço da componente laboratorial e/ou computacional relacionada com a engenharia química e incluída de forma coerente nas várias unidades curriculares. Um projeto integrador final permitirá aos alunos consolidar os conhecimentos adquiridos através da resolução de um caso de processo industrial onde diferentes vertentes serão incluídas e avaliadas. Estas alterações permitem a este novo curso igualar os padrões internacionais a nível Europeu na área da Engenharia Química.

12.5. Conclusions:

The restructuring of the Degree in Chemical Engineering followed the regulation approved by the Management Board of the Instituto Superior Técnico, fulfilling all the requirements imposed by the new Teaching Measures and Pedagogical Practices. The new cycle of studies is based on the 1st.cycle of the previous Integrated Master's course in Chemical Engineering and maintains a solid foundation in mathematics, physics, and chemistry. The area of specialization in chemical engineering is dominant in relation to the set of curricular units that are offered. The course now includes some Humanities, Arts and Social Sciences curricular units, and increasing the flexibility of students to choose options. There is a reinforcement of the laboratory and / or computational component related to chemical engineering and included in a coherent way in the various curricular units. A final integrative project will allow students to consolidate the knowledge acquired by solving an industrial process case where different aspects will be included and evaluated. These changes allow this new course to match international standards at European level in the area of Chemical Engineering.