I. Evolução do ciclo de estudos desde a avaliação anterior

1. Decisão de acreditação na avaliação anterior.

1.1. Referência do anterior processo de avaliação.
ACEF/1314/06007

1.2. Decisão do Conselho de Administração.
Acreditar

1.3. Data da decisão.
2016-03-10

2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE.

2. Síntese de medidas de melhoria do ciclo de estudos desde a avaliação anterior, designadamente na sequência de condições fixadas pelo CA e de recomendações da CAE (Português e em Inglês, PDF, máx. 200kB).

[2._Ponto 2_Melhoria CE desde a avaliação anterior.pdf](#)

3. Alterações relativas à estrutura curricular e/ou ao plano de estudos(alterações não incluídas no ponto 2).

3.1. A estrutura curricular foi alterada desde a submissão do guião na avaliação anterior?
Sim

3.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.
Ver ponto 2.

3.1.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.
See point 2.

3.2. O plano de estudos foi alterado desde a submissão do guião na avaliação anterior?
Sim

3.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma explanação e fundamentação das alterações efetuadas.
Ver ponto 2.

3.2.1. If the answer was yes, present an explanation and justification of those modifications.
See point 2.

4. Alterações relativas a instalações, parcerias e estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem (alterações não incluídas no ponto 2)

4.1. Registaram-se alterações significativas quanto a instalações e equipamentos desde o anterior processo de avaliação?
Sim

4.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma breve explanação e fundamentação das alterações efetuadas.
Na sequência das recomendações da CAE na avaliação anterior foram reforçadas as estruturas de segurança nos laboratórios, nomeadamente: i) foram instalados armários de segurança para reagentes e solventes; ii) foram melhoradas as salas onde estão armazenados os produtos químicos; iii) foi melhorada a sinalética de evacuação; iv) foram instalados novos chuveiros e lava-olhos. Apesar de os equipamentos necessários ao funcionamento do ciclo de estudos já existirem na UÉ, foram adquiridos alguns equipamentos para alguns laboratórios, nomeadamente um Microscópio Eletrónico de Varrimento, um Espectrómetro de UV-Vis, acessório para ATR e Espectrofotómetro de Dispersão de Luz Dinâmica.

4.1.1. If the answer was yes, present a brief explanation and justification of those modifications.
Following the recommendations of CAE in the previous evaluation, laboratories safety structures were reinforced, namely: i) safety cabinets for reagents and solvents were installed; ii) the rooms where the chemical products are stored were improved; iii) evacuation signage was improved; iv) new eye washers and emergency showers have been installed. Despite the equipment required for this study cycle already exists at UÉ, some equipment was purchased for some laboratories, such as a Scanning Electron Microscope, an UV-Vis Spectrometer, an ATR accessory and a Dynamic Light Scattering Spectrophotometer.

4.2. Registaram-se alterações significativas quanto a parcerias nacionais e internacionais no âmbito do ciclo de estudos desde o anterior processo de avaliação?
Sim

4.2.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.
Na sequência do último processo de avaliação das unidades I&D pela FCT, os membros do Centro de Química de Évora (CQE) foram integrados em Centros de Investigação com avaliação de Excelente. A maioria dos seus membros, e docentes deste ciclo de estudos, ficaram integrados na Rede de Química e Tecnologia-Laboratório Associado para a Química Verde (REQUIMTE-LAQV), sendo a Universidade de Évora uma das 19 Instituições Participantes na rede de Química nacional e também uma das 5 Instituições de Gestão. Desta forma foi fomentada a parceria com grupos nacionais e abriu-se a possibilidade de uma maior parceria com grupos estrangeiros que já colaboram com as atividades desses centros. Quanto a parcerias internacionais houve alargamento dos acordos Erasmus, como por exemplo, a Universidades de Marrocos e estando em curso o estabelecimento de um novo acordo bilateral com uma Universidade da Turquia.

4.2.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.
After the last evaluation process of the R&D units by FCT, the members of the Évora Chemistry Center (CQE) were integrated into research centers with excellent evaluation. Most of its members, and teachers of this study cycle, were integrated in the Chemistry and Technology Network-Associated Laboratory for Green Chemistry (REQUIMTE-LAQV), being the University of Evora one of the 19 Participating Institutions in the national Chemistry network and one of the 5 Management Institutions. In this way, the partnership with national groups was fostered and the possibility of a greater partnership with foreign groups already collaborating with the activities of these centers was opened. Concerning international partnerships, Erasmus agreements have been extended, such as Universities of Morocco and a new bilateral agreement with a University of Turkey is underway.

4.3. Registaram-se alterações significativas quanto a estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem desde o anterior processo de avaliação?
Não

4.3.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.
<sem resposta>

4.3.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.
<no answer>

4.4. (Quando aplicável) registaram-se alterações significativas quanto a locais de estágio e/ou formação em serviço, protocolos com as respetivas entidades e garantia de acompanhamento efetivo dos estudantes durante o estágio desde o anterior processo de avaliação?

Não

4.4.1. Em caso afirmativo, apresentar uma síntese das alterações ocorridas.

-

4.4.1. If the answer was yes, present a synthesis of those changes.

-

1. Caracterização do ciclo de estudos.

1.1 Instituição de ensino superior.

Universidade De Évora

1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.

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

Escola De Ciências E Tecnologias (UE)

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

1.3. Ciclo de estudos.

Química

1.3. Study programme.

Chemistry

1.4. Grau.

Mestre

1.5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (PDF, máx. 500kB).

[1.5_Plano publicado MestradoQuimica.pdf](#)

1.6. Área científica predominante do ciclo de estudos.

Química

1.6. Main scientific area of the study programme.

Chemistry

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

442

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

-

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

-

1.8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau.

120

1.9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL n.º 74/2006, de 24 de março, com a redação do DL n.º 63/2016 de 13 de setembro):

2 anos

1.9. Duration of the study programme (article 3, DL no. 74/2006, March 24th, as written in the DL no. 63/2016, of September 13th):

2 years

1.10. Número máximo de admissões.

20

1.10.1. Número máximo de admissões pretendido (se diferente do número anterior) e respetiva justificação.

<sem resposta>

1.10.1. Intended maximum enrolment (if different from last year) and respective justification.

<no answer>

1.11. Condições específicas de ingresso.

Licenciado ou equivalente em Química, Bioquímica, Engenharia Química ou noutras áreas afins.

1.11. Specific entry requirements.

Bachelor in chemistry, biochemistry, chemical engineering or other related areas.

1.12. Regime de funcionamento.

Outros

1.12.1. Se outro, especifique:

Misto.

1.12.1. If other, specify:

Mixed.

1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

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

[1.14_Regul-Credit_UE_2019.pdf](#)

1.15. Observações.

-

1.15. Observations.

-

2. Estrutura Curricular. Aprendizagem e ensino centrados no estudante.

2.1. Percursos alternativos, como ramos, variantes, áreas de especialização de mestrado ou especialidades de doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável)

2.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor, or other forms of organisation compatible with the structure of the study programme (if applicable)

Opções/Ramos/... (se aplicável):

Especialização em Química de Materiais

Especialização em Química Orgânica

Options/Branches/... (if applicable):

Specialization in Materials Chemistry

Specialization in Organic Chemistry

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

2.2. Estrutura Curricular - Química de Materiais

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

Química de Materiais

2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)

Materials Chemistry

2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Química	QUI / CHEM	99	18	
Matemática	MAT / MATH	3	0	
(2 Items)		102	18	

2.2. Estrutura Curricular - Química Orgânica

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

Química Orgânica

2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)

Organic Chemistry

2.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*	Observações / Observations
Química	QUI / CHEM	99	18	
Matemática	MAT / MATH	3	0	
(2 Items)		102	18	

2.3. Metodologias de ensino e aprendizagem centradas no estudante.

2.3.1. Formas de garantia de que as metodologias de ensino e aprendizagem são adequadas aos objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, favorecendo o seu papel ativo na criação do processo de aprendizagem.

O Manual da Qualidade da UE define o mecanismo de garantia da qualidade do ensino/aprendizagem. Este processo envolve a recolha de informação através de inquéritos de opinião aos estudantes sobre o funcionamento das UCs, desempenho dos docentes e organização dos cursos. No âmbito dos relatórios de autoavaliação das UCs e do relatório de autoavaliação anual do curso, e com base no diagnóstico realizado, o coordenador de cada UC, no primeiro caso, e o director de curso, no segundo caso, deverá apresentar obrigatoriamente um Plano de Melhoria caso se verifiquem indicadores de avaliação extremamente negativos, cujo processo envolve vários órgãos da Universidade. Os estudantes, representados na Comissão Executiva e de Acompanhamento possuem, também por esta via, um papel ativo neste processo. A integração dos estudantes em atividades científicas é garantida não só no âmbito da Dissertação, mas também noutras UCs, conforme descrito nas fichas de unidades curriculares.

2.3.1. Means of ensuring that the learning and teaching methodologies are coherent with the learning outcomes (knowledge, skills and competences) to be achieved by students, favouring their active role in the creation of the learning process.

The UE Quality Manual defines the quality assurance mechanism of teaching / learning. This process involves collecting information through student opinion surveys on the functioning of the UCs, teacher performance and course organization. Within the scope of self-assessment reports of the UCs and the annual course self-assessment report, and based on the diagnosis made, the coordinator of each UC, in the first case, and the course director, in the second case, must present an Improvement Plan if extremely negative evaluation indicators are found, the process of which involves several University organs. Students, through their representation in the Course Executive Monitoring Committee, also play an active role in defining the learning process. The integration of students in scientific activities is ensured not only within the Dissertation, but also in other UCs, as described in the course unit forms.

2.3.2. Forma de verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.

O Relatório de UC disponibilizado no Sistema de Informação Integrado da Universidade de Évora (SIUE) para consulta dos docentes e estudantes inclui os resultados obtidos nos inquéritos de opinião aos estudantes. Este inquérito inclui a questão "Número de horas semanais que em média dedica a esta UC (incluindo consulta da informação e instruções colocadas na plataforma, estudo e realização de trabalhos individuais ou em grupo)", que permite aferir se a carga média de trabalho em cada UC é coerente com o valor estimado em ECTS. Um dos referenciais que o coordenador da UC tem de considerar na autoavaliação da UC é a "Adequação do nº de ECTS ao esforço despendido pelos estudantes", a partir do diagnóstico efetuado pelos estudantes. O inquérito inclui também a questão da "Adequação da distribuição do esforço exigido ao longo do curso", a qual tem tido como resposta para este curso um índice de comparabilidade de 2 (entre -4 e +4) mostrando, assim, que a carga média de trabalho é adequada.

2.3.2. Means of verifying that the required average student workload corresponds to the estimated in ECTS.

The UC Report available in the integrated information system of UE (SIUE) includes the results obtained in opinion surveys of students. This survey includes the question "number of weekly

hours which on average dedicates to this UC (including consultation of information and instructions placed on the platform, study and realization of individual or group work)", which allows to assess whether the average workload in each UC is consistent with the estimated value in ECTS. One of the issues that the UC coordinator must consider in the self-assessment of UC is the "adequacy of the number of ECTS to the effort spent by the students", based on the diagnosis made by the students. The opinion survey also includes the question "appropriateness of the distribution of the effort required throughout the course". In case of this 2nd cycle the Index of Comparability (between -4 and +4) that have been obtained is 2, showing that the average workload is appropriate.

2.3.3. Formas de garantia de que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objetivos de aprendizagem.

Tal como referido em 2.3.1. e 2.3.2., o Relatório de Unidade Curricular disponibilizado no Sistema de Informação Integrado da Universidade de Évora (SIUE) inclui um conjunto de informações que visa garantir uma monitorização, avaliação e melhoria contínua da qualidade dos cursos que integram a oferta formativa da Universidade de Évora. No âmbito do inquérito de opinião aos estudantes são incluídas duas questões que permitem avaliar a sua perceção relativamente a esta questão, designadamente a "Correspondência entre os conhecimentos avaliados e a matéria lecionada" e a "Adequação dos métodos de avaliação utilizados". No tratamento dos dados recolhidos é usado o índice de comparabilidade, cujos resultados se situam no intervalo [-4 e +4], calculados com base na média de respostas obtida para cada pergunta. Caso o índice de comparabilidade seja inferior a 1 são despoletados os processos de garantia de melhoria referidos em 2.3.1.

2.3.3. Means of ensuring that the student assessment methodologies are aligned with the intended learning outcomes.

As mentioned in 2.3.1. and 2.3.2., the Curricular Unit Report made available at the University of Évora Integrated Information System (SIUE) includes a set of information that aims to ensure monitoring, evaluation and continuous improvement of the quality of the courses that integrate the University's course offer. In the student opinion survey, two questions are included that allow us to evaluate their perception of this question, namely "Correspondence between the assessed knowledge and the subject taught" and "Adequacy of the assessment methods used". In the treatment of the collected data, the Index of Comparability, calculated based on the average answers obtained for each question, is used, whose results are in the range [-4; +4]. If the Index of Comparability is lower than 1, the improvement guarantee processes mentioned in 2.3.1 are initiated.

2.4. Observações

2.4 Observações.

-

2.4 Observations.

-

3. Pessoal Docente

3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

3.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos.

Paulo Jorge Gomes Mendes (Doutoramento em Química; Professor Auxiliar; Dedicção exclusiva)
 Maria Manuela Lopes Ribeiro Carrott (Doutoramento em Química; Professora Associada; Dedicção exclusiva)
 Anthony Joseph Burke (Doutoramento em Química; Professor Auxiliar com Agregação; Dedicção exclusiva)

3.3 Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)

3.3. 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 link	Informação/ Information
Maria Manuela Lopes Ribeiro Carrott	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
João Paulo Cristovão Almeida Prates Ramalho	Professor Associado ou equivalente	Doutor	CTC da Instituição proponente	Química-Física	100	Ficha submetida
Anthony Joseph Burke	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CTC da Instituição proponente	Química Orgânica	100	Ficha submetida
João Manuel Valente Nabais	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Paulo Jorge Gomes Mendes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Paulo Alexandre Mira Mourão	Investigador	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Isabel Pestana Paixão Cansado	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Alfredo Jorge Palace Carvalho	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CTC da Instituição proponente	Química	100	Ficha submetida
António Manuel Deométrio Rodrigues Lourenço Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química / Bioquímica	100	Ficha submetida
Luís Filipe Guerreiro Martins	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Cristina Maria Barrocas Dias	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CTC da Instituição proponente	Química	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Ginja Teixeira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
José Eduardo dos Santos Félix Castanheiro	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química na especialidade Engenharia da Reação Química	100	Ficha submetida
António Paulo da Silva Teixeira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Maria Elmina Gouveia Barreira Lopes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química do Estado Sólido	100	Ficha submetida
Ana Vitória Martins Neves Barrocas Dordio	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CTC da Instituição proponente	Química Ambiental	100	Ficha submetida
Henrique Agostinho Oliveira Moiteiro Vicente	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	CTC da Instituição proponente	Química	100	Ficha submetida
António Manuel Teixeira Martins do Canto	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Bioquímica	100	Ficha submetida
					1800	

<sem resposta>

3.4. Dados quantitativos relativos à equipa docente do ciclo de estudos.

3.4.1. Total de docentes do ciclo de estudos (nº e ETI)

3.4.1.1. Número total de docentes.

18

3.4.1.2. Número total de ETI.

18

3.4.2. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

3.4.2. Corpo docente próprio – docentes do ciclo de estudos em tempo integral / Number of teaching staff with a full time employment in the institution.*

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº de docentes / Staff number	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of teaching staff with a full time link to the institution:	17	94.444444444444

3.4.3. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

3.4.3. 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	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff holding a PhD (FTE):	18	100

3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

3.4.4. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialised teaching staff of the study programme

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
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	15	83.333333333333
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

3.4.5. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

3.4.5. 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	Nº de docentes (ETI) / Staff number in FTE	% em relação ao total de ETI* / % relative to the total FTE*
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	18	100
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

4. Pessoal Não Docente

4.1. Número e regime de dedicação do pessoal não docente afeto à lecionação do ciclo de estudos.

3 Assistentes técnicas e 1 Assistente Administrativa afetos ao Departamento de Química da UÉ. Existe também um conjunto de trabalhadores não docentes afetos aos diferentes Serviços da Universidade e à Escola de Ciências e Tecnologia (ECT) que apoiam indiretamente o ciclo de estudos. Todo o pessoal não-docente possui um vínculo com a Universidade de Évora a tempo integral.

4.1. Number and employment regime of the non-academic staff allocated to the study programme in the present year.

3 Technical Assistants and 1 Administrative Assistant, 100% in the Chemistry Department of the UÉ. There are also several non-teaching staff working at different University Services and the School of Science and Technology (ECT) who indirectly support the study cycle. All non-academic staff has a full-time link with University of Évora.

4.2. Qualificação do pessoal não docente de apoio à lecionação do ciclo de estudos.

No Departamento de Química, em específico, o pessoal não docente é qualificado com 12º ano e, num caso, tem adicionalmente curso de técnico profissional de laboratório.

4.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.

In the Chemistry Department, Non-teaching staff are qualified with 12th school year and, in one case, additionally have a professional laboratory.

5. Estudantes

5.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso

5.1.1. Estudantes inscritos no ciclo de estudos no ano letivo em curso

5.1.1. Total de estudantes inscritos.

<sem resposta>

5.1.2. Caracterização por género

5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	0
Feminino / Female	0

5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular.

5.1.3. Estudantes inscritos por ano curricular / Students enrolled in each curricular year

Ano Curricular / Curricular Year	Nº de estudantes / Number of students
1º ano curricular do 2º ciclo	0

5.2. Procura do ciclo de estudos.**5.2. Procura do ciclo de estudos / Study programme's demand**

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano/ Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	0	10	10
N.º de candidatos / No. of candidates	0	0	4
N.º de colocados / No. of accepted candidates	0	0	0
N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	0	0	0
Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	0	0	0
Nota média de entrada / Average entrance mark	0	0	0

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes**5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.**

-

5.3. Eventual additional information characterising the students.

-

6. Resultados**6.1. Resultados Académicos****6.1.1. Eficiência formativa.****6.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency**

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º graduados / No. of graduates	3	1	0
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	1	0	0
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	1	1	0
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	0
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	1	0	0

Pergunta 6.1.2. a 6.1.3.**6.1.2. Apresentar relação de teses defendidas nos três últimos anos, indicando, para cada uma, o título, o ano de conclusão e o resultado final (exclusivamente para cursos de doutoramento).**

-

6.1.2. List of defended theses over the last three years, indicating the title, year of completion and the final result (only for PhD programmes).

-

6.1.3. Comparação do sucesso escolar nas diferentes áreas científicas do ciclo de estudos e respetivas unidades curriculares.

A análise ao sucesso escolar nos anos letivos 2013/2014 a 2016/2017 (último ano letivo em que houve estudantes ativos no Mestrado) permite concluir que não existe uma área científica problemática. A taxa média de sucesso nas unidades curriculares dos estudantes inscritos é cerca de 80 % e sobe para 100% quando se considera a taxa de sucesso dos estudantes avaliados. Os estudantes foram, na sua globalidade, assíduos, empenhados e participativos, o que contribuiu determinadamente para a elevada taxa de sucesso conseguida. As classificações variaram entre unidades curriculares, mas em todas elas se verificaram boas classificações.

6.1.3. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and the respective curricular units.

The analysis of school success in the academic years 2013/2014 to 2016/2017 (last school year in which there were active students in the Master) allows us to conclude that there is not a problematic scientific area. The average success rate for enrolled students is around 80% and rises to 100% when considering the success rate of the evaluated students. The students were assiduous, committed and participative, which contributed decisively to the high success rate achieved. The classifications varied between curricular units, but in all of them there were good classifications.

6.1.4. Empregabilidade.**6.1.4.1. Dados sobre desemprego dos diplomados do ciclo de estudos (estatísticas da DGEEC ou estatísticas e estudos próprios, com indicação do ano e fonte de informação).**

De acordo com os dados estatísticos da Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC) relativos a dezembro de 2018 não há indicação de haver diplomados no Mestrado em Química registados como pessoas em situação de desemprego no Instituto do Emprego e Formação Profissional (IEFP). A comissão executiva e de acompanhamento do curso acompanha com regularidade o percurso profissional dos diplomados neste ciclo de estudos e não possui informação de que haja pessoas sem emprego. Adicionalmente, alguns estudantes frequentaram o ciclo de estudos com o estatuto de trabalhador-estudante, mantendo o vínculo à instituição empregadora após a conclusão do mestrado.

6.1.4.1. Data on the unemployment of study programme graduates (statistics from the Ministry or own statistics and studies, indicating the year and the data source).

According to statistics from the Directorate-General for Education and Science Statistics (DGEEC) for December 2018 there is no indication that there are graduates in the Master of Chemistry registered as unemployed at the Institute of Employment and Vocational Training (IEFP). The executive and monitoring committee of the course regularly monitors graduates' professional career in this study cycle and has no information that there are people without jobs. Additionally, some students attended the study cycle with the status of worker-student, maintaining the link with their employer until completion of the master's degree.

6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

É gratificante verificar haver uma situação de pleno emprego nos diplomados deste ciclo de estudos pelo que as competências adquiridas no Mestrado em Química permitiram aos diplomados integrar-se com sucesso no mercado de trabalho. As ocupações profissionais vão desde atividades de Investigação e Desenvolvimento, trabalho em empresas e ensino.

6.1.4.2. Reflection on the employability data.

It is gratifying to see a full employment situation for the graduates of this study cycle, indicating that the skills acquired in the MSc course have allowed our graduates to successfully integrate into the job market. Professional occupations range from research and development to corporate work and teaching.

6.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.

6.2.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

6.2.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica / Research Centre(s) in the area of the study programme, where the teachers develop their scientific activities

Centro de Investigação / Research Centre	Classificação (FCT) / Mark (FCT)	IES / Institution	N.º de docentes do ciclo de estudos integrados/ No. of integrated study programme's teachers	Observações / Observations
Laboratório Associado para a Química Verde - Tecnologias e Processos Limpos (REQUIMTE) / Associated Laboratory for Green Chemistry - Clean Technologies and Processes (REQUIMTE)	Excelente / Excellent	Universidade de Évora (Instituição de Gestão) / University of Évora (Management Institution) REQUIMTE - Rede de Química e Tecnologia (REQUIMTE-P) (Instituição de Gestão Principal) / REQUIMTE - Network of Chemistry and Technology (REQUIMTE-P) (Main Management Institution)	9	-
Laboratório Hércules	Excelente / Excellent	Universidade de Évora / University of Evora	3	-
Centro de Investigação Integrada em Saúde - Investigação, Educação e Inovação em Investigação Clínica e Saúde Pública (CHRC) / Comprehensive Health Research Center (CHRC)	Excelente / Excellent	Universidade de Évora (Instituição de Gestão) / University of Évora (Management Institution) Universidade Nova de Lisboa / NOVA	1	-
MARE-UE - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente	Excelente / Excellent	Universidade de Évora (Instituição de Gestão) / University of Évora (Management Institution) Universidade de Coimbra / University of Coimbra	1	-

Pergunta 6.2.2. a 6.2.5.

6.2.2. Mapa-resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos em revistas internacionais com revisão por pares, livros ou capítulos de livros, ou trabalhos de produção artística, relevantes para o ciclo de estudos.

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/20b3573b-1feb-fb9b-58e5-5db18a766de4>

6.2.3. Mapa-resumo de outras publicações relevantes, designadamente de natureza pedagógica:

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/20b3573b-1feb-fb9b-58e5-5db18a766de4>

6.2.4. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada na(s) área(s) científica(s) fundamental(ais) do ciclo de estudos, e seu contributo real para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica e a ação cultural, desportiva e artística.

O número e qualidade de publicações em revistas de divulgação internacional do corpo docente é um contributo relevante para a cultura científica e afirmação da Universidade de Évora (UE) e do Alentejo. Publicações também relevantes a nível local incluem artigos curtos de divulgação científica publicados em escolas e em jornais regionais, da autoria de docentes e de mestrandos. Docentes deste ciclo de estudos fazem parte do Grupo de Promoção e Divulgação do Departamento de Química, coordenando as atividades de promoção e divulgação científica, nomeadamente palestras, workshops experimentais e visitas de divulgação destinados, nomeadamente, a estudantes do Ensino Básico, Secundário e da Universidade Sénior, Agrupamentos de Escuteiros, e entidades afins. Os docentes participam também ativamente em ações de divulgação científica promovidas pela UE, nomeadamente no dia aberto da Escola de Ciências e Tecnologia e nos Summer School. A divulgação científica passa também por projetos financiados Ciência Viva.

Neste ciclo de estudos existem práticas de relacionamento com o tecido empresarial e o sector público, registando-se trabalhos de dissertação realizados em colaboração, nomeadamente com a Kemet, Fisipe, Lab. Saúde Pública de Évora e Águas do Algarve com protocolo interinstitucional para este 2º ciclo. Existem também protocolos de colaboração com a Valorpneu e a Recipneu, para ações de colaboração nos domínios de formação, investigação e partilha de recursos materiais. Docentes deste ciclo de estudos participaram no projeto de criação do Parque de Ciência e Tecnologia do Alentejo (PCTA) em Évora e na criação do 1º "spin-off" da UE, a empresa Chiratechnics.

O conhecimento técnico-científico dos docentes/investigadores tem contribuído também para o desenvolvimento regional e nacional e prestação de serviços à comunidade nomeadamente através de:

- prestação de serviços de análise e caracterização química a empresas, nomeadamente Recipneu, Kemet, Tyco e SAPEC Agro SA;*
- estudos de impacto ambiental e assessoria em reabilitação de ambientes contaminados (solo e água);*
- modelos para avaliação da disponibilidade de água, na análise, caracterização e situações hidrológicas;*
- apoio à gestão dos sistemas urbanos de água e uso eficiente da água.*

6.2.4. Technological and artistic development activities, services to the community and advanced training in the fundamental scientific area(s) of the study programme, and their real contribution to the national, regional or local development, the scientific culture and the cultural, sports or artistic activity.

The number and quality of the publications of academic staff in internationally published journals is relevant for scientific culture and the affirmation of the UE and the Alentejo. Locally relevant publications include short scientific articles published in schools and regional journals by both lecturers and master's students. Teachers of this cycle of studies are part of the Outreach Group of the Department of Chemistry, coordinating the activities of scientific promotion and dissemination, namely lectures, experimental workshops and dissemination visits directed to students of Elementary, Secondary and Senior University, Scout Groups, and related entities. Lecturers also actively participate in scientific dissemination actions promoted by UE, namely during the open day of the School of Science and Technology (ECT) and the Summer School. Scientific dissemination also includes projects financed by Ciência Viva program. Relationships have also been established with the business community and the public sector, which has been achieved by dissertation works carried out in collaboration with Kemet, Fisipe, Public Health Lab of Évora and Águas do Algarve which have established protocols for this 2nd cycle. There are also collaboration protocols in place with Valorpneu and Recipneu for training, research and sharing of material resources. Lecturers of this course participated in the project to create the Alentejo Science and Technology Park (PCTA) in Évora and created the 1st UE spin-off, the Chiratechnics company. The technical-scientific knowledge of teachers/researchers has also contributed to regional and national development and community service, namely through:

- provision of chemical analysis and characterization services to companies, that include: Recipneu, Kemet, Tyco and SAPEC Agro SA;*
- environmental impact studies and advice on rehabilitation of contaminated environments (soil and water);*
- models for assessing water availability, analysis, characterization and hydrological situations;*
- support for the management of urban water systems and efficient water use.*

6.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais, incluindo, quando aplicável, indicação dos principais projetos financiados e do volume de financiamento envolvido.

Os docentes/investigadores têm estado envolvidos num alargado número de projetos de I&D nacionais e com parcerias internacionais com o objetivo de reforçar a Investigação, o Desenvolvimento Tecnológico e a Inovação, incluindo projetos financiados por programas nacionais e regionais, nomeadamente Fundação para a Ciência e Tecnologia e Portugal 2020. Atualmente, os projetos em curso com relevância para o ciclo de estudos apresentam um volume de financiamento global na ordem de 1.900.000 €.

6.2.5. Integration of scientific, technologic and artistic activities in projects and/or partnerships, national or international, including, when applicable, the main projects with external funding and the corresponding funding values.

Faculty / researchers have been involved in a large number of national R&D projects and with international partnerships aimed to reinforcement of Research, Technological Development and Innovation, including projects funded by national and regional programs, including the Science and Technology Foundation and Portugal 2020. Currently, ongoing projects relevant to this study cycle have an overall funding of € 1,900,000.

6.3. Nível de internacionalização.

6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes

6.3.1. Mobilidade de estudantes e docentes / Mobility of students and teaching staff

	%
Alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Foreign students enrolled in the study programme	0
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	5.6
Alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Students in international mobility programmes (out)	0
Docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Foreign teaching staff, including those in mobility (in)	7.4
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out).	15.6

6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

6.3.2. Participação em redes internacionais com relevância para o ciclo de estudos (redes de excelência, redes Erasmus).

A UE, através da Divisão de Mobilidade e Relações Internacionais (SCC), possui parcerias no âmbito do Programa Erasmus e protocolos com instituições internacionais que permitem a mobilidade, na sua maioria, para estudos e estágios dos estudantes de qualquer ciclo de estudos. A informação pode consultar-se na página <https://www.estudar.uevora.pt/Mobilidade>.

Estudantes deste ciclo de estudos tiveram oportunidade de usufruir destes protocolos, em mobilidade in e out. A colaboração internacional registou-se também a nível de estágios no âmbito da dissertação, por exemplo com a Universidade de Extremadura e Instituto Nacional del Carbón, bem como em palestras no âmbito de Seminário proferidas por professores/investigadores de, por exemplo, Universidades de Regensburg, Colónia, Sevilha, Manchester, Federal de Minas Gerais, Karlsruhe Inst. of Technology, Max Planck Institute of Colloids and Interfaces, Berzelii Center EXSELENT on Porous Materials e J. Gutenberg-Universität, entre outras.

6.3.2. Participation in international networks relevant for the study programme (excellence networks, Erasmus networks, etc.).

The UÉ through Mobility and International Relations Division (SCC), has established partnerships under the Erasmus program and protocols with international institutions that allow mobility, mostly for studies and training periods of students in any cycle of studies. The information can be seen at <https://www.estudar.uevora.pt/Mobilidade>. Students in this study cycle had the opportunity to take advantage of these protocols, whether through mobility in or out. Also, international collaboration was implemented at the level of training periods within the dissertation, for example with the University of Extremadura and Instituto Nacional del Carbón, as well as lectures within the Seminar UC given by professors/researchers from, for example, Universities of Regensburg, Cologne, Sevilla, Manchester, Federal of Minas Gerais, Karlsruhe Institute of Technology, Max Planck Inst. of Colloids and Interfaces, Berzelii Center EXSELENT on Porous Materials and J. Gutenberg-Universität, among others.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

-

6.4. Eventual additional information on results.

-

7. Organização interna e mecanismos de garantia da qualidade

7.1 Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES

7.1. Existe um sistema interno de garantia da qualidade certificado pela A3ES (S/N)?

Se a resposta for afirmativa, a Instituição tem apenas que preencher os itens 7.1.1 e 7.1.2, ficando dispensada de preencher as secções 7.2.

Se a resposta for negativa, a Instituição tem que preencher a secção 7.2, podendo ainda, se o desejar, proceder ao preenchimento facultativo dos itens 7.1.1 e/ou 7.1.2.

Sim

7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.

<http://gdoc.uevora.pt/318501>

7.1.2. Anexar ficheiro PDF com o último relatório de autoavaliação do ciclo de estudos elaborado no âmbito do sistema interno de garantia da qualidade (PDF, máx. 500kB).

[7.1.2._Ponto 7_1_2 Relatório 2016-2017.pdf](#)

7.2 Garantia da Qualidade

7.2.1. Mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos e das atividades desenvolvidas pelos Serviços ou estruturas de apoio aos processos de ensino e aprendizagem, designadamente quanto aos procedimentos destinados à recolha de informação (incluindo os resultados dos inquéritos aos estudantes e os resultados da monitorização do sucesso escolar), ao acompanhamento e avaliação periódica dos ciclos de estudos, à discussão e utilização dos resultados dessas avaliações na definição de medidas de melhoria e ao acompanhamento da implementação dessas medidas.

<sem resposta>

7.2.1. Mechanisms for quality assurance of the study programmes and the activities promoted by the services or structures supporting the teaching and learning processes, namely regarding the procedures for information collection (including the results of student surveys and the results of academic success monitoring), the monitoring and periodic assessment of the study programmes, the discussion and use of the results of these assessments to define improvement measures, and the monitoring of their implementation.

<no answer>

7.2.2. Indicação da(s) estrutura(s) e do cargo da(s) pessoa(s) responsável(eis) pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade dos ciclos de estudos.

<sem resposta>

7.2.2. Structure(s) and job role of person(s) responsible for implementing the quality assurance mechanisms of the study programmes.

<no answer>

7.2.3. Procedimentos de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

<sem resposta>

7.2.3. Procedures for the assessment of teaching staff performance and measures for their continuous updating and professional development.

<no answer>

7.2.3.1. Hiperligação facultativa ao Regulamento de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente.

<sem resposta>

7.2.4. Procedimentos de avaliação do pessoal não-docente e medidas conducentes à sua permanente atualização e desenvolvimento profissional.

<sem resposta>

7.2.4. Procedures for the assessment of non-academic staff performance and measures for their continuous updating and professional development.

<no answer>

7.2.5. Forma de prestação de informação pública sobre o ciclo de estudos.

<sem resposta>

7.2.5. Means of providing public information on the study programme.

<no answer>

7.2.6. Outras vias de avaliação/acreditação nos últimos 5 anos.

<sem resposta>

7.2.6. Other assessment/accreditation activities over the last 5 years.

<no answer>

8. Análise SWOT do ciclo de estudos e proposta de ações de melhoria

8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

8.1.1. Pontos fortes

- Coerência com as recomendações para 2º ciclo de “Tuning Chemistry Subject Area Group” e “European Chemistry Thematic Network/European Chemistry and Chemical Engineering Education Network”;
- Coerência com a Missão e a Estratégia da Universidade de Évora;
- Objetivos distintos dos de outros 2ºs ciclos da Escola de Ciência e Tecnologia da UÉ e de outros 2º ciclos existentes numa vasta região que abrange todo o Alentejo e o Algarve;
- Os estudantes fazem uma avaliação global positiva da estrutura curricular e das competências adquiridas, como se comprova pelos resultados dos inquéritos de opinião;
- Única fileira de formação em Química (1º, 2º e 3º Ciclos) em todo o Alentejo e Algarve;
- Docentes integrados em Centros de Investigação com classificação Excelente e reconhecidos internacionalmente;
- Todos os docentes desenvolvem investigação na Universidade de Évora proporcionando em permanência excelente ambiente de integração na investigação;
- Corpo docente estável, adequado em número e qualificação, empenhado e motivado;
- Turmas pequenas permitindo excelente relação estudantes-docentes e ensino personalizado;
- Cidade pequena e acolhedora com proximidade entre espaços habitacionais, laboratoriais e outros serviços necessários, proporcionando um salutar ambiente académico e usufruto de uma intensa vida cultural;
- Os diplomados deste ciclo de estudos estão integrados no mercado de trabalho.

8.1.1. Strengths

- Consistency with the recommendations for 2nd cycle of “Tuning Chemistry Subject Area Group” and “European Chemistry Thematic Network / European Chemistry and Chemical Engineering Education Network”.
- Consistency with the Mission and Strategy of the University of Évora.
- The objectives of this 2nd cycle are different from those of other 2nd cycles of ECT and those of other 2nd cycles existing in a wide region that covers all the Alentejo and the Algarve;
- Students make a positive overall assessment of the curriculum structure and skills acquired, as evidenced by the results of the opinion surveys;
- Teachers integrated in Research Centers with excellent evaluation and internationally recognized;
- All teaching staff develop research at the University of Évora providing permanently excellent research integration environment;
- Stable teaching staff, adequate in number and qualification, committed and motivated;
- Small classes allowing excellent student-teacher ratio and personalized teaching;
- Small and welcoming city with proximity to housing, social, health and other necessary services, providing a healthy academic environment and at the same time being able to enjoy an intense cultural experience;
- Graduates from this study cycle are integrated readily into the labour market.

8.1.2. Pontos fracos

- Insuficiente número de candidatas (< 8) ao ciclo de estudos nos últimos anos, que inviabilizou a sua abertura nos anos letivos 2019/2020 e 2018/2019;
- Existência de oferta formativa na UÉ na área da Química em excesso face ao número de candidatas para formação nesta área.

8.1.2. Weaknesses

- Insufficient number of candidates (<8) to the study cycle in recent years, which made it impossible to open in the academic years 2019/2020 and 2018/2019;
- Existence of excess training offer in Chemistry area at UÉ, considering the history of the number of candidates for training in this area.

8.1.3. Oportunidades

- Capacidade instalada na UÉ para poder oferecer 1º ciclo em Química, aproveitando o número crescente nos últimos anos do número de estudantes no Ensino Secundário em turmas de Química e do preenchimento total das vagas nos cursos de Química nas Universidades Portuguesas, desde 2017/2018;
- Única fileira de formação em Química em todo o Alentejo e Algarve;
- Atração de estudantes que completaram o 1º ciclo noutras universidades ou ainda de países de língua oficial portuguesa (PALOP), ou outra, através de parcerias existentes ou a celebrar;
- A integração dos docentes em Centros de Investigação de excelência cria condições para criação de novas sinergias, reforço de colaborações interinstitucionais e candidaturas fortes a fundos comunitários;
- Financiamento da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo no novo quadro comunitário de apoio a partir de 2020.

8.1.3. Opportunities

- Installed capacity at UÉ to be able to offer a 1st cycle in Chemistry, taking advantage of the growing number in recent years of students in High School Education in Chemistry classes and the fact that most Chemistry courses at Portuguese Universities have been filled to capacity, since 2017/2018;
- The only complete sequence of training in Chemistry (1st, 2nd and 3rd cycles) in all the Alentejo and Algarve regions.
- Attraction of students who have completed the 1st cycle in chemistry in other universities or in Portuguese-speaking countries (PALOP), or other, through existing or to be celebrated partnerships;
- The integration of lecturing staff in research centers of excellence creates the conditions for creating new synergies, strengthening interinstitutional collaborations and strong applications for European Community financial support;
- Financial support from the Alentejo Regional Coordination and Development Commission is expected through funding from the European Community after 2020.

8.1.4. Constrangimentos

- Risco de diminuição de licenciados em Química no âmbito nacional;
- Não inclusão da Química (1º Ciclo) na oferta formativa resultante da restrição no número máximo de cursos que a UÉ pode abrir vagas, imposto no Despacho anual de fixação de vagas;
- Provas de ingresso para a Química (1º Ciclo) requeridas mais exigentes do que para outros 1º ciclos;
- Crescente concorrência entre instituições, a nível regional, nacional e internacional;
- Localização da Universidade em território de baixa densidade demográfica e carente do ponto de vista socioeconómico;
- Situação de crise económica e social cíclica do país pode interferir no número de estudantes inscritos e no aumento das taxas de abandono escolar;
- Falta de incentivos para prosseguimento de estudos a nível superior no interior;
- Limitado investimento financeiro resultado da indefinição das políticas de financiamento público para o Ensino Superior e Investigação comprometem a manutenção e atualização de recursos materiais e a contratação ou progressão na carreira de recursos humanos.

8.1.4. Threats

- Risk of decreased number of graduates in Chemistry at national level;
- Not included of Chemistry (1st Cycle) in the University graduation offer resulting from the restriction on the maximum number of programmes that UÉ can open vacancies, imposed in the annual vacancy fixing order;
- Entrance requirements for Chemistry (1st Cycle) are stricter than for other 1st cycles;
- Increasing competition between institutions at regional, national and international level;
- Location of the University in a territory of low demographic density and socio-economically disadvantaged;
- Situation of cyclical economic and social crisis of the country can interfere in the number of students enrolled and in the increase of the dropout rates;
- Lack of incentives to pursue higher education in the disadvantaged territories;
- Limited financial investment resulting from the lack of definition of public funding policies for Higher Education and Research compromise the maintenance and updating of material resources and the hiring or career evolution of human resources.

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

- Reestruturar o ciclo de estudos de forma a torná-lo mais apelativo, consubstanciada na proposta de reestruturação curricular (ponto 9.);

- Reduzir o número de mestrados na área da Química na oferta formativa da UÉ através da fusão entre o 2º Ciclo em Química e o 2º ciclo em Análises Químicas Ambientais (que terminará). A ação de melhoria está consubstanciada na proposta de reestruturação curricular do 2º Ciclo em Química (ponto 9.).

8.2.1. Improvement measure

- Restructuring of the study cycle in order to make it more appealing, expressed in the proposed changes (point 9.);

- Reduce the number of masters in the area of Chemistry in the training offer of UÉ through the fusion between the 2nd Cycle in Chemistry and the 2nd Cycle in Environmental Chemical Analysis (that will no longer offered). The improvement action is embodied in the proposed curriculum restructuring of the 2nd Cycle in Chemistry (point 9.).

8.2.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida

- Reestruturar o ciclo de estudos: Alta (1 ano);

- Reduzir o número de mestrados na área da Química na oferta formativa da UE: Alta (1 ano).

8.2.2. Priority (high, medium, low) and implementation time.

- Restructuring of the study cycle: High (1 year);

- Reduce the number of masters in the area of Chemistry in the training offer of UE: High (1 year).

8.1.3. Indicadores de implementação

- Reestruturar o ciclo de estudos: Número de candidatas;

- Reduzir o número de mestrados na área da Química na oferta formativa da UE: 2º ciclo em Análises Químicas Ambientais não constante na oferta formativa da UE.

8.1.3. Implementation indicator(s)

- Restructuring of the study cycle: Number of candidates;

- Reduce the number of masters in the area of Chemistry in the training offer of UE: 2nd cycle in Environmental Chemical Analysis not included in the training offer of UE.

9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

9.1. Alterações à estrutura curricular

9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

A proposta de reestruturação deste ciclo de estudos vem na sequência da recomendação da CAE na avaliação anterior para reduzir o nº de mestrados na área da Química no sentido de evitar a competição entre diferentes mestrados pelos mesmos candidatos. Optou-se por manter a aposta de uma fileira de formação em Química (1º, 2º e 3º Ciclos) consistente e coerente, assente em programas de formação modernos e, atualmente, em processo de reestruturação. Sem comprometer os objetivos gerais em vigor, pretende-se aumentar a atratividade do 2º ciclo através de um reforço da visibilidade do programa de formação, já existente, que procura abranger as áreas temáticas da Química alinhadas com os desafios sociais atuais, em particular, nos domínios da saúde, ambiente, energia e materiais com aplicações nessas áreas. Na proposta de reestruturação pretendida, a área da Química do Ambiente é reforçada pela introdução de UCs estratégicas provenientes do Mestrado em Análises Químicas Ambientais (que será descontinuado) e também de uma nova UC obrigatória nesta área. A área da Saúde é valorizada com a inclusão de uma nova UC optativa e reforço dos tópicos programáticos noutras UCs. Conteúdos no domínio da energia são incrementados em UCs já existentes ou em novas UCs.

De forma obter um plano de estudos consistente e coerente com os objetivos propostos e de forma a respeitar princípios orientadores na reestruturação de ciclos de estudo que constam no anexo ao Despacho nº 102 /2017 da UE, algumas UCs são renomeadas e com conteúdos atualizados, novas UCs são introduzidas, a oferta de UCs optativas é revista, as horas de contacto em algumas UCs são ajustadas e o número de ECTS é normalizado.

Pretende-se ainda suprimir as áreas de especialização em "Química dos Materiais" e "Química Orgânica" apesar do plano de estudos manter essencialmente o foco nestas áreas. Em cada edital de abertura do mestrado é necessário definir um nº mínimo de candidatas para abertura do curso. Um curso com áreas de especialização implicaria a necessidade de ter de se definir um nº mínimo de candidatas para cada uma delas (na prática corresponderia a ter vários cursos), o que poderia pôr em causa o funcionamento do ciclo de estudos caso houvesse uma elevada dispersão de estudantes pelas várias áreas. Propõe-se agora uma estrutura sem áreas de especialização em que o estudante se possa direcionar para um domínio da sua preferência através da escolha adequada das UCs optativas e, posteriormente, através do tema da dissertação.

Em resumo, apresentam-se as principais alterações propostas:

- Supressão das áreas de especialização em "Química dos Materiais" e "Química Orgânica" (nova estrutura curricular sem áreas de especialização);

-Número de UCs: novas - 3; eliminadas - 7; renomeadas - 8;

-Tipologia de UCs: 1 UC obrigatória passa a optativa;

-UCs (Semestres): 1 UC transita do 1º para o 2º semestre;

-Normalização de ECTS: UCs com 5 ECTS passam a ter 6 ECTS;

-Atualização de tópicos programáticos.

9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.

The proposed restructuring of this study cycle follows the recommendation of CAE in the previous evaluation to reduce the number of masters in the area of chemistry to avoid competition between different masters by the same candidates. We opted to maintain a consistent and coherent complete sequence of training in Chemistry (1st, 2nd and 3rd Cycles) at University of Évora based on modern training programs that are currently in the process of curricular restructuring. Without compromising the general objectives of the 2nd cycle, it is intended to increase its attractiveness by enhancing the visibility of the existing training program, which pursues to cover the thematic areas of chemistry aligned with current societal challenges, in particular in health, environment, energy and materials fields with applications in these areas. In the proposed restructuring proposal, the environmental chemistry area is reinforced by the introduction of strategic UCs from the master's in Environmental Chemical Analysis (which is no longer offered) and a new mandatory UC in this area. The area of Medicinal Chemistry is valued with the inclusion of a new optional UC and reinforcement of programmatic topics in other UCs. Programmatic topics in the energy domain are enhanced in existing UCs or new UCs.

In order to obtain a plan consistent with the proposed objectives and in order to respect the guiding principles in the restructuring of study cycles set out in the annex to UE Order No. 102/2017, some UCs are renamed and with updated content, new UCs are introduced, the offer of optional UCs is revised, contact hours on some UCs are adjusted and the number of ECTS is normalized. It is also intended to remove the specialization areas in "Chemistry of Materials" and "Organic Chemistry" despite the study plan is still focused on these areas. In each application for admission to the Master Program in Chemistry it is necessary to define a minimum number of candidates to open the course. A course with areas of specialization would imply that a minimum number of candidates had to be defined for each of them (in practice it would have several courses), which could put at risk the course opening if there was a high dispersion of students within the various areas. It is now proposed a structure without areas of specialization in which the student can choose a favorite domain through the appropriate choice of optional UCs and, subsequently, through the theme of the dissertation.

In summary, in relation to the previous study plan, the main changes proposed are:

- Elimination of the areas of specialization in "Chemistry of Materials" and "Organic Chemistry" (new curriculum structure without areas of specialization);

- Number of UCs: new - 3; eliminated - 7; renamed - 8;

- UC typology: 1 mandatory UC becomes optional;

- UCs (Semesters): 1 UC from the 1st semester is allocated in the 2nd semester;

- ECTS normalization: UCs with 5 ECTS now have 6 ECTS;

- Update of programmatic topics.

9.2. Nova estrutura curricular pretendida (apenas os percursos em que são propostas alterações)

9.2.

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

<sem resposta>

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

<no answer>

9.2.2. Áreas científicas e créditos necessários à obtenção do grau / Scientific areas and number of credits to award the degree

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*	Observações / Observations
Química / Chemistry	QUI	102	18	
(1 Item)		102	18	

9.3. Plano de estudos

9.3. Plano de estudos - - 1º Ano / 1º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

<sem resposta>

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º Ano / 1º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

1st year / 1st semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise e Caracterização de Materiais / Analysis and Characterisation of Materials	QUI	Semestral /Semestral	156	T-24; PL-12; OT- 3	6	
Materiais Porosos / Porous Materials	QUI	Semestral /Semestral	156	T-24; PL-12; OT- 3	6	
Química Orgânica Aplicada / Applied Organic Chemistry	QUI	Semestral /Semestral	156	T-30; TP-6	6	
Análise e Caracterização de Compostos Orgânicos / Analysis and Characterisation of Organic Compounds	QUI	Semestral /Semestral	156	T-33; PL- 12	6	
Química do Ambiente / Environmental Chemistry	QUI	Semestral /Semestral	156	T-18; TP-30	6	

(5 Items)

9.3. Plano de estudos - - 1º Ano / 2º Semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

<sem resposta>

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

1º Ano / 2º Semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

1st year / 2nd semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Modelação e Simulação em Química / Modeling and Simulation in Chemistry	QUI	Semestral /Semestral	156	T-15; PL-30	6	
Catálise e Métodos Catalíticos / Catalysis and Catalytic Methods	QUI	Semestral /Semestral	156	T-30; TP-9; PL-6	6	
Quadro de Optativas	QUI	Semestral /Semestral	156	-	6	Optativa / Optional
Quadro de Optativas	QUI	Semestral /Semestral	156	-	6	Optativa / Optional
Quadro de Optativas	QUI	Semestral /Semestral	156	-	6	Optativa / Optional

(5 Items)

9.3. Plano de estudos - - 2º Ano - 3º e 4º semestre

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

<sem resposta>

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:

2º Ano - 3º e 4º semestre

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

2nd Year - 3rd and 4th semester

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminário / Seminar	QUI	Anual / Annual	78	S-10	3	
Dissertação / Dissertation	QUI	Anual / Annual	1482	OT-230	57	

(2 Items)

9.3. Plano de estudos - - Quadro de Optativas

9.3.1. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

<sem resposta>

9.3.1. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

<no answer>

9.3.2. Ano/semestre/trimestre curricular:
Quadro de Optativas

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
Optional Table

9.3.3 Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Adsorção em Materiais / Adsorption by Materials	QUI	Semestral /Semestral	156	T-24; PL-12; OT- 3	6	Optativa / Optional
Materiais Funcionais / Functional Materials	QUI	Semestral /Semestral	156	T-30; TP-9; PL-6	6	Optativa / Optional
Polímeros e Aplicações / Polymers and Applications	QUI	Semestral /Semestral	156	T-30; PL-15	6	Optativa / Optional
Química Medicinal / Medicinal Chemistry	QUI	Semestral /Semestral	156	T-30; PL-12	6	Optativa / Optional
Síntese de Compostos Bioativos / Synthesis of Bioactive Compounds	QUI	Semestral /Semestral	156	T-27; PL-6	6	Optativa / Optional
Análise e Tratamento de Águas e Valorização de Efluentes Líquidos / Water Analysis and Treatment and Valorization of Liquid Effluents	QUI	Semestral /Semestral	156	T-30; TP-10; PL-10; TC-6	6	Optativa / Optional
Valorização de Resíduos Sólidos / Solid Waste Valorization	QUI	Semestral /Semestral	156	T-30; TP-10; TC-10	6	Optativa / Optional
Eletroquímica e Corrosão / Electrochemistry and Corrosion	QUI	Semestral /Semestral	156	T-30; PL-15	6	Optativa / Optional
Moléculas e Tecnologia / Molecules and Technology	QUI	Semestral /Semestral	156	TP-45	6	Optativa / Optional

(9 Items)

9.4. Fichas de Unidade Curricular

Anexo II - Análise e Caracterização de Materiais

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Análise e Caracterização de Materiais

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Analysis and Characterisation of Materials

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
QUI

9.4.1.3. Duração:
Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
156

9.4.1.5. Horas de contacto:
T-24; PL-12; OT- 3

9.4.1.6. ECTS:
6

9.4.1.7. Observações:
-

9.4.1.7. Observations:
-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Maria Manuela Lopes Ribeiro Carrott (15 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
João Manuel Valente Nabais (9 h)
Paulo Alexandre Mira Mourão (15 h)

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Nesta unidade curricular, pretende-se que os estudantes adquiram conhecimentos fundamentais sobre técnicas e métodos de análise e caracterização de materiais mais utilizadas na atualidade, tanto em investigação como em indústria. No final da unidade curricular deverão ser capazes de: compreender os fundamentos teóricos de diferentes técnicas e métodos; selecionar técnica(s) e método(s) adequado(s) na perspetiva do domínio a estudar e da informação pretendida consoante aplicações específicas, reconhecendo a complementaridade e identificando vantagens, desvantagens e limitações; interpretar corretamente os resultados tendo por base os princípios teóricos subjacentes; conhecer e aplicar normas inerentes a diferentes técnicas e metodologias, no sentido de validar os resultados obtidos. Pretende-se também desenvolver a capacidade de autonomia dos estudantes no planeamento e execução de tarefas laboratoriais, na organização e apresentação da informação, bem como a integração em investigação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
In this curricular unit it is intended that the students acquire fundamental knowledge on techniques and methods for materials analysis and characterisation, with special focus on those commonly used, both in research and industry. At the end of the course the students should be able to: understand the theoretical foundations of the different techniques and methods; select appropriate technique(s) and method(s) with a view on the domain to study and required information for specific applications, recognizing the complementarity and identifying advantages, disadvantages and limitations; correctly interpret results on the basis of the underlying theoretical principles; know and apply standards of the different techniques and methodologies in order to validate the results. It is also intended to develop the students' capacity for autonomy in the planning and execution of laboratory tasks, in the organisation and presentation of the information, as well as their integration into research.

9.4.5. Conteúdos programáticos:
Componente teórica

1. Teoria, sistemas e equipamentos de vácuo. 2. Química superficial. Centros coordenativamente insaturados, hidratação e hidroxilação, acidez de Brønsted e de Lewis. Ponto isolétrico e ponto de carga zero. Método de Boehm. 3. Sistematização de algumas técnicas baseadas em emissão, absorção e dispersão de raios X. Difração de raios X. Espectroscopia de fotoelétrons de raios X. 4. Densidade verdadeira, densidade aparente e densidade global de sólidos. 5. Espectroscopias de infravermelho, de Raman e de ressonância magnética nuclear. 6. Microscopia. 7. Termoanálise e microcalorimetria. 8. Digestão de amostras sólidas e análise por ICP.

Componente prática

Análise e caracterização, por diferentes técnicas, dos materiais preparados na unidade curricular *Materiais Porosos*.

9.4.5. Syllabus:

Theoretical component

1. Vacuum systems, theory and equipments. 2. Surface chemistry. Insaturated centres, hydration and hydroxylation, Brønsted and Lewis acidity. Isoelectric point and point of zero charge. Boehm method. 3. Systematization of some techniques based on emission, absorption and dispersion of X rays. X ray diffraction. X ray photoelectron spectroscopy. 4. True, apparent and bulk density of solids. 5. Infrared, Raman and NMR spectroscopies. 6. Microscopy. 7. Thermal analysis and microcalorimetry. 8. Digestion of solid samples and analysis by ICP.

Practical component

Analysis and characterisation, by different techniques, of materials prepared in the curricular unit *Porous Materials*.

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

Os conteúdos programáticos estão desenvolvidos para que os estudantes possam no final da unidade curricular ter completado o processo de ensino/aprendizagem de uma forma eficaz e abrangente, nomeadamente adquirindo uma visão global dos fundamentos de técnicas de caracterização de materiais com uma abordagem correta aos problemas, a novos factos e desafios, desenvolvendo capacidades nos domínios cognitivo, psicomotor e de compreensão e execução do processo investigativo. Estas capacidades são alicerçadas pelo trabalho experimental realizado no decorrer da unidade curricular. A caracterização de materiais nas aulas práticas é coerente com os objetivos de complementaridade visados para a unidade curricular permitindo englobar os conhecimentos nela adquiridos com as competências e conhecimentos desenvolvidos na unidade curricular de *Materiais Porosos*.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The syllabus is designed such that the students at the end of the curricular unit will have completed the process of teaching/ learning in an effective and comprehensive way, namely by acquiring an overview of the phenomena of materials characterisation techniques with a correct approach to problems, new facts and challenges, by developing cognitive and psychomotor skills and by understanding and execution of the investigative process. These skills are underpinned by experimental work carried out during the course. The characterisation of materials in practical classes is consistent with the objectives of complementarity delineated for the curricular unit allowing the knowledge acquired here to be integrated with the skills and knowledge developed in the curricular unit *Porous Materials*.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino dos conteúdos concretiza-se em aulas teóricas, que funcionam em regime modular, e em aulas laboratoriais. O processo de ensino/aprendizagem baseia-se no trabalho dos estudantes, apoiado em bibliografia e notas recolhidas durante as aulas e na pesquisa individual, e assenta em metodologias interativas, visando a participação ativa dos estudantes nas aulas, nomeadamente na discussão de questões e resolução de problemas. A componente prática laboratorial funciona em articulação e complementaridade com a componente teórica. Incentiva-se a componente de trabalho em grupo adicionalmente à de trabalho individual.

A avaliação continua é realizada através de uma prova de avaliação escrita (NE) individual e de avaliação de empenho e desempenho nas aulas laboratoriais e relatório desenvolvido (NP). A nota final é dada por: $NF=0,4NE+0,6NP$. Se o estudante optar pelo regime de avaliação final, a nota final será a que obtiver no exame.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching is carried out in theoretical lectures, which operate in a modular regime, and laboratory classes. The process of teaching/learning is based on students' work, supported by bibliography and notes taken during lectures and individual research, and based on interactive methodologies, seeking the active participation of students in the classes, particularly in the discussion of issues and resolution of problems. The practical component works in coordination and complementarity with the theoretical component. Group work is encouraged in addition to individual work.

The continuous evaluation is accomplished through an individual written exam (NE) and evaluation of effort and performance in the laboratory classes and of the developed report (NP). The final grade is given by: $NF=0.4NE+0.6NP$. If the student chooses final evaluation scheme, the final mark will be the one obtained in the exam.

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

Procura-se problematizar as situações e interpretar os factos e matérias em estudo, desenvolvendo a atitude crítica e investigativa dos estudantes. Sendo esta uma unidade curricular muito aplicada ao estudo de vários tipos de sólidos através do uso de variadas técnicas, e na qual se pretende que os estudantes adquiram múltiplas competências, é desejável que as aulas e a avaliação sejam efetuadas de um modo também ele muito aplicado e dinâmico tendo em vista as matérias abordadas. As aulas serão lecionadas no sentido de dar oportunidade aos estudantes para pesquisarem e aprofundarem assuntos do seu interesse e para perceberem a complementaridade na caracterização global dos materiais através da compreensão do funcionamento e potencialidades das técnicas abordadas. Os trabalhos são desenvolvidos em parte no tempo de contacto estabelecido, e concluídos em horário extra-aula, esperando-se iniciativa dos estudantes em complementar com novos aspetos, indo além do previamente estabelecido. Este modo de funcionamento da unidade curricular permite consolidar os conhecimentos, fomentar as capacidades de iniciativa e de autonomia e a integração da aprendizagem em contexto de investigação. Os relatórios das aulas práticas a realizar permitem um novo espaço de discussão e trocas de ideias fundamentais para o evoluir das competências dos estudantes. Assim, a concretização do objetivo de uma aprendizagem centrada no trabalho extra-aula dos estudantes, não se limita a estudo, pesquisa e realização de trabalhos escritos, mas estende-se, também à componente laboratorial. A procura sistemática de assuntos do interesse particular dos estudantes, os quais serão depois discutidos entre todos os participantes da unidade curricular, permite incentivar a autoavaliação, o aperfeiçoamento da aprendizagem dos estudantes e ajustar o ensino às necessidades do grupo de estudantes.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

An effort is made to problematize situations and interpret the facts and material under study, developing an investigative and critical attitude of the students. Since this is a curricular unit strongly applied to the study of various types of solids through the use of various techniques, where the aim is for students to acquire multiple skills, it is desirable that the classes and the evaluation are also carried out in a very dynamic and applied manner taking into account the subjects involved. Classes are taught in order to give the students the opportunity to search and develop in greater depth issues of interest and to understand the complementarity for a full characterisation of materials by understanding the operation and potential of the techniques covered. The reports of the practical classes provide a new space for discussion and exchange of ideas essential for the progress of the students' skills. A systematic search for topics of particular interest for the students, which will then be discussed among all participants of the curricular unit, gives incentive for self-assessment, improvement of student learning and adjustment of teaching to the needs of the particular student group.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Van Der Voort, P., Leus, K., De Canck, E. (2019). *Introduction to porous materials*. Chichester: Wiley.

Gabbott, P. (2008). *Principles and applications of thermal analysis*. Oxford: Blackwell Publishing.

Flewitt, P.E.J., Wild, R. K. (2005). *Physical methods for materials characterisation* (2nd ed.). Bristol: CRC.

Klug, H. P., Alexander, L. E. (1974). *X-ray diffraction procedures for polycrystalline and amorphous materials* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.

Outros elementos bibliográficos específicos (incluindo livros, artigos e Proceedings de conferências) serão indicados pelo docente que leciona a correspondente parte da matéria.

Anexo II - Materiais Porosos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Materiais Porosos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Porous Materials

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

156

9.4.1.5. Horas de contacto:
T-24; PL-12; OT- 3

9.4.1.6. ECTS:
6

9.4.1.7. Observações:
-

9.4.1.7. Observations:
-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Maria Manuela Lopes Ribeiro Carrott (15 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
João Manuel Valente Nabais (9 h)
Paulo Alexandre Mira Mourão (15 h)

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Nesta unidade curricular pretende-se que os estudantes adquiram conhecimentos sobre estrutura porosa de diferentes tipos de materiais, principais estratégias de preparação e controlo de propriedades, bem como aplicações. Os estudantes deverão ser capazes de: conhecer e identificar materiais porosos de relevância atual em diferentes contextos; compreender a estrutura porosa de diferentes materiais e implicações; compreender bases científicas subjacentes a vários métodos de preparação; relacionar métodos e condições com o tipo de porosidade pretendida; conhecer as principais estratégias de modificação para controlo de porosidade e de química superficial; compreender a necessidade de reutilizar materiais porosos de elevado valor, conhecendo técnicas para o executar; explorar problemas concretos no dia-a-dia, em áreas que vão desde a indústria à saúde, passando pelo ambiente, e identificar materiais porosos possíveis de os solucionar. Pretende-se também a integração em investigação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
This course aims that students acquire knowledge of the porous structure of different types of materials, the main strategies for preparation and control of properties as well as applications. Students should be able to: understand and identify existing porous materials of present relevance in different contexts; understand the porous structure of different materials and implications; understand the scientific basis underlying the various methods of preparation; relate methods and conditions to the type of porosity desired; know the major modification strategies to control porosity and surface chemistry; understand the need to reuse porous materials with high value, knowing the techniques to perform it; explore specific day-to-day problems in areas ranging from industry to healthcare and the environment and identify porous materials that could solve them. It is also the intention their integration into research.

9.4.5. Conteúdos programáticos:
Componente teórica
Definições e princípios gerais. Principais materiais porosos e sua relevância em contextos científicos e tecnológicos. Método sol-gel. Estrutura porosa, fundamentos de métodos de preparação, influência das condições na porosidade e aplicações de materiais porosos, nomeadamente: materiais de carbono; zeólitos e zeótipos; argilas e argilas com pilares; materiais mesoporosos ordenados; materiais híbridos inorgânicos-orgânicos; materiais compósitos porosos. Métodos de regeneração de materiais porosos. Métodos de modificação para controlo das propriedades dos materiais.

Componente prática
Preparação de materiais microporosos e mesoporosos de vários tipos em diferentes condições e por diferentes métodos. Os materiais serão caracterizados na unidade curricular Análise e Caracterização de Materiais.

9.4.5. Syllabus:
Theoretical component
Definitions and general principles. Main microporous and mesoporous materials and their relevance in scientific and technological contexts. Sol-gel method. Porous structure, fundamentals of methods of preparation, influence of conditions on the porosity and applications of porous materials, namely: carbon materials; zeolites and zeotypes; clays and pillared clays; ordered mesoporous materials; inorganic-organic hybrid materials; porous composite materials. Regeneration methods of porous materials. Modification methods to control the properties of materials.

Practical component
Preparation of microporous and mesoporous materials of various types under different conditions and by different methods. The materials will be characterised in the curricular unit Analysis and Characterisation of Materials.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os conteúdos programáticos contemplam os aspetos que se consideram essenciais no âmbito de materiais porosos e que se organizam em quatro vertentes: descrição da estrutura, preparação, aplicações e regeneração, permitindo atingir os objetivos delineados. São considerados vários tipos de porosidade de materiais microporosos e mesoporosos dada a sua importância atual em diferentes contextos. A unidade curricular inicia-se com conteúdos transversais a vários tipos de materiais, e posteriormente funciona em regime modular, permitindo que sobre cada classe de material se desenvolvam os aspetos relacionados com a descrição das características porosas, metodologias, fundamentos científicos e influência de parâmetros de preparação na porosidade, bem como as principais aplicações e possibilidade de regeneração. São também considerados procedimentos de modificação de materiais produzidos para controlar as propriedades de alguns materiais visando a otimização em aplicações emergentes.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The programmed content contemplates the aspects which are considered essential in the field of porous materials and is organised along four vectors: description of structure, preparation, applications and regeneration, which allows the defined objectives to be achieved. Consideration is given to various types of porosity of microporous and mesoporous materials due to their current importance in different contexts. The curricular unit begins with transversal content applicable to various types of material and subsequently functions in a modular fashion, allowing, for each class of material, development of aspects related to the description of the porous structure, methodologies, scientific fundamentals and influence of preparation parameters on porosity, as well as principal applications and the possibility of regeneration. Consideration is also given to procedures for modification of materials in order to control their properties with a view to optimisation in emerging applications.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O ensino concretiza-se em aulas teóricas que funcionam em regime modular e em práticas laboratoriais.
O processo de ensino/aprendizagem baseia-se no trabalho dos estudantes, apoiado em bibliografia e notas recolhidas durante as aulas e na pesquisa realizada individualmente, e assenta em metodologias interativas visando a participação ativa dos estudantes nas aulas presenciais. A componente prática funciona em articulação e em complementaridade com a componente teórica, recorrendo ao planeamento e execução de trabalho laboratorial. Incentiva-se o trabalho em grupo adicionalmente ao trabalho individual.
A avaliação contínua é realizada através de uma prova escrita individual (NE) e de uma monografia e sua apresentação oral (NT), sendo a nota final (NF) dada por $NF=0,3NE+0,7NT$. Se o estudante optar pelo regime de avaliação final, a nota final será a que obtiver no exame.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):
Teaching is carried out in theoretical lectures, that operate in a modular regime, and laboratory classes. The process of teaching/learning is based on students' work, supported by bibliography and notes taken during lectures and individual research, and is based on interactive methodologies aimed at active participation of students in the classroom. The practical component works in coordination and complementarity with the theoretical, using the planning and execution of laboratory work. Group work is incentivated in addition to individual work.
The continuous evaluation is accomplished through an individual written test (NE) and a monograph and its oral presentation (NT). The final grade is given by $NF=0.3NE+0.7NT$. If the student chooses final evaluation scheme, the final mark will be the one obtained in the exam.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
As aulas teóricas contemplam a apresentação dos assuntos programados, com ilustração e discussão de exemplos concretos e incentiva-se a participação ativa dos estudantes. A realização da monografia visa complementar os conhecimentos adquiridos, em resposta a desafios lançados nas aulas ou propostas dos estudantes. A componente prática funciona em plena articulação e em complementaridade com a componente teórica, recorrendo ao planeamento e execução de trabalho laboratorial diretamente relacionado com conteúdos programáticos das aulas teóricas. São fornecidos aos estudantes protocolos resumidos, com orientações mínimas necessárias, no sentido de fomentar a autonomia, embora sejam acompanhados nas aulas pelos docentes. Os conteúdos da componente prática incluem a preparação e modificação, em diferentes condições e por diferentes métodos, de diferentes tipos de materiais micro e mesoporosos, do tipo dos envolvidos nas atividades de investigação dos docentes da unidade curricular. Por exemplo, em diversas edições do mestrado foram incluídos carvões ativados, zeólitos e materiais

mesoporosos ordenados. Os trabalhos são desenvolvidos em parte no tempo de contacto estabelecido, e concluídos em horário extra-aula, esperando-se iniciativa dos estudantes em complementar com novos aspetos, indo além do previamente estabelecido. Este modo de funcionamento da unidade curricular permite consolidar os conhecimentos, fomentar as capacidades de iniciativa e de autonomia e a integração da aprendizagem em contexto de investigação. Assim, a concretização do objetivo de uma aprendizagem centrada no trabalho extra-aula do estudante, não se limita a estudo e realização de trabalhos escritos, mas estende-se também à componente laboratorial. Globalmente, o processo de ensino/aprendizagem baseia-se fundamentalmente no trabalho dos estudantes, e incentiva-se o trabalho em grupo adicionalmente ao trabalho individual.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The theoretical classes contemplate presentation of the programmed course content, with illustration and discussion of concrete cases, and the active participation of the students is encouraged. The elaboration of a monograph aims at complementing the knowledge acquired in response to the challenges set during classes or proposed by the students. The practical component functions in an articulated and complementary manner with the theoretical component, as the planning and execution of the laboratory work is directly related with the programmed theoretical course content. Summary protocols, just with the necessary orientation, are given to the students in order to stimulate autonomy and initiative. The practical course contents include preparation and modification, under different conditions and by different methods, of different types of micro and mesoporous materials, of types involved in the research activities of the lecturers. For example, in several editions of the master they included activated carbons, zeolites and ordered mesoporous materials. The work is carried out partially in the programmed contact periods and concluded in out of class time, and the students are expected to show initiative in completing new aspects, going beyond what was initially summarily indicated. This modus operandi of the curricular unit allows for consolidation of knowledge, stimulation of initiative and autonomy, and integration of learning in the context of research. In this way, the realization of the objective of learning centred on the out of class work of the students also extends to the practical component. Overall, the process of teaching/learning is centred on the work of the students, and incentive is given as much to group learning as to individual learning.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Van Der Voort, P., Leus, K., De Canck, E. (2019). *Introduction to porous materials*. Chichester: Wiley.
Duke, M., Zhao, D., Semiat, R., Lu, M. (Eds.). (2013). *Functional nanostructured materials and membranes for water treatment*. Weinheim: Wiley-VCH.
Su, B.-L., Sanchez, C., Yang, X.-Y. (Eds.). (2012). *Hierarchically structured porous materials: From nanoscience to catalysis, separation, optics, energy, and life science*. Weinheim: Wiley-VCH.
Aegerter, M. A., Leventis, N., Koebel, M. M. (Eds.). (2011). *Aerogels handbook*. New York: Springer.
Bruce, D. W., O'Hare, D., Walton, M. M. (Eds.). (2011). *Porous materials*. Chichester: John Wiley & Sons.
Schüth, F., Sing, K. S. W., Weitkamp, J. (Eds.). (2002). *Handbook of porous solids*. Weinheim: Wiley-VCH.

Outros elementos bibliográficos específicos (incluindo livros, artigos e Proceedings de conferências) serão indicados pelo docente que leciona a correspondente parte da matéria.

Anexo II - Química Orgânica Aplicada

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Orgânica Aplicada

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Applied Organic Chemistry

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

156

9.4.1.5. Horas de contacto:

T-30; TP-6

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Anthony Joseph Burke (24 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

António Paulo da Silva Teixeira (6 h)

Paulo Jorge Gomes Mendes (6 h)

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

Pretende-se que os alunos relacionem a estrutura e a forma da entidade química com a função e a ação das moléculas, como um medicamento, um poluente ou dispositivo de criação ou armazenamento de energia, por exemplo.

O aluno também obterá informações e formação sobre vários modos de reatividade química, incluindo métodos fotoquímicos e enzimáticos.

Os alunos tornar-se-ão mais experientes na resolução de problemas; principalmente no contexto da reatividade química.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The students will be expected to relate the structure and form of the chemical entity with the molecules function and action, as a medicine, pollutant or as an energy harvesting or storage device.

The student will also gain insights into various modes of chemical reactivity, including photochemical and enzymatic methods.

The students will become more experienced in problem solving; principally in the context of chemical reactivity.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Compostos orgânicos antropogénicos. Poluentes orgânicos persistentes (POPs), hidrocarbonetos, solventes orgânicos e compostos orgânicos voláteis (VOCs), compostos perfluorados (PFCs), retardantes de chama, produtos de limpeza e inibidores de corrosão, fármacos e produtos de cuidado pessoal, pesticidas e outros.

Reações de compostos orgânicos (como por exemplo, medicamentos, poluentes etc.) e mecanismos. Reações de hidrólise, redução, oxidação e reações na formação de ligações C-C.

Reações fotoquímicas de compostos selecionados.

Biotransformações. Reações mediadas por microorganismos. Reações catalisadas por enzimas.

9.4.5. Syllabus:

Anthropogenic organic compounds. Persistent organic pollutants (POPs), hydrocarbons, organic solvents and volatile organic compounds (VOCs), perfluorinated compounds (PFCs), flame retardants, cleaning agents and corrosion inhibitors, pharmaceuticals and personal care products, pesticides and others.

Reactions of organic compounds (such as drugs or pollutants etc) and mechanisms. Hydrolysis, reduction, oxidation and C-C bond forming reactions. The photochemical and electronic behaviour of conjugated and aromatic compounds. Photochemical reactions of selected compounds.

Biotransformations. Reactions mediated by microorganisms. Enzyme Catalyzed Reactions.

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

Esta unidade curricular visa permitir ao aluno conhecer e compreender a relação de estrutura e forma do composto orgânico e a sua função; como um poluente, um medicamento ou dispositivo para criar ou para o armazenamento de energia. Para tal, são também explorados os conceitos e princípios fundamentais associados com a síntese (criação de novas ligações) e a degradação destas moléculas.

O aluno vai relacionar estes conceitos e princípios a problemas reais no âmbito, de medicina, proteção do ambiente e na criação e armazenamento de energia.

Através deste programa é esperado que o aluno desenvolver um espírito crítico e capacidade de resolver problemas sozinho.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

This syllabus will allow the student to understand the relationship between structure and form of organic compounds with their function; whether it be as a pollutant, a medicine or device for creating or storing energy. To this end, the fundamental concepts and principles associated with the creation (synthesis, through chemical bond formation) and degradation of these molecules will also be explored.

The student will relate these concepts and principles to real problems in medicine, in environmental protection and in energy creation and storage.

In this program the student is expected to develop critical thinking and problem solving skills essential for later on in their professional activities.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

São utilizadas diferentes ferramentas de ensino. Para além das aulas presenciais, o aluno é ainda motivado a resolver vários exercícios em casa ao longo do semestre. É ainda usada a plataforma de e-learning da Universidade para apresentar testes e para a divulgação do material letivo. A matéria seria aprofundada pela realização de vários exercícios em aulas teórico-práticas.

A avaliação será baseada na aferição da aquisição e compreensão dos conhecimentos e na aferição do desenvolvimento de competências nas várias componentes da disciplina. A avaliação do componente teórica decorrerá através de exame final, com opção por dois testes de frequência (com um peso de 75% na nota final). Essa avaliação é complementada por avaliação contínua do interesse e do desempenho alcançados pelos alunos durante o semestre, através de mini-testes e participação em seminários (com um peso de 25% da nota final).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

During the course of this lecture program different teaching tools are used. Besides the normal lectures the student is encouraged to resolve a series of exercises concerning material given in the lecture program. E-learning and other internet platforms are used to provide mini-tests and make available the lecture material and other relevant information. The material given will be supported by a number of problem-solving theoretical-practical classes.

The assessment will be based on measuring the acquisition and understanding of knowledge and measuring the development of skills in the various components of the discipline.

The evaluation is conducted principally on the basis of a final written exam with option for two tests (representing 75% of the final grade) and the remaining part of the evaluation focuses on mini-tests and on the participation in departmental seminars (representing 25% of the final grade).

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

Conforme mencionado acima, o material apresentado nas aulas teóricas será consolidado e aprofundado pela realização de vários exercícios escritos durante o semestre. Nestes exercícios, a conexão entre a estrutura química da molécula e sua função será fortemente enfatizada.

Além disso, o conhecimento adquirido nas aulas também será consolidado por vários mini-testes on-line, para substanciar novamente a relação da estrutura química com sua função.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

As stated above the material given in the lectures will be consolidated by the realization of various written exercises during the semester. In these exercises the connection between the chemical structure of the molecule and its function will be strongly emphasised.

Not only that, the knowledge gained in the classes will also be consolidated by a number of on-line mini-tests, to again substantiate the relationship of the chemical structure with its function.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Clayden, Greeves, Warren (2012), Organic Chemistry, 2a edição, Oxford University Press

M.B. Smith (2018), Advanced Organic Chemistry, Reactions, Mechanisms and structure, 7a Edição Wiley

Van Loon, Duffy (2018), Environmental Chemistry a Global Perspective, 4a edição, Oxford University Press

R. P. Schwarzenbach et al. (2016) Environmental Organic Chemistry, 3a edição, Wiley

Anexo II - Análise e Caracterização de Compostos Orgânicos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise e Caracterização de Compostos Orgânicos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Analysis and Characterization of Organic Compounds

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

156

9.4.1.5. Horas de contacto:

T-33; PL- 12

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

António Manuel Deométrio Rodrigues Lourenço Pereira (16 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Cristina Maria Barrocas Dias (29 h)

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

A unidade curricular de Análise e Caracterização de Compostos Orgânicos tem como principais objetivos:

Estudo dos principais métodos separativos usados em Química Orgânica, para a separação e isolamento de compostos orgânicos.

Estudos de técnicas espectroscópicas e espectrométricas para a análise estrutural de compostos orgânicos.

Esta unidade curricular tem também como objetivo contribuir para o aperfeiçoamento de competências no que concerne à utilização e seleção das fontes bibliográficas disponíveis na Internet e na apresentação oral de trabalhos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The Analysis and Characterization of Organic Compounds curricular unit main goals are:

Study of the main analytical methods used in Organic Chemistry, for the separation and isolation of organic compounds.

*Study of the main spectroscopic and spectrometric techniques used for the structural analysis of organic compounds.
This curricular unit also intends to contribute for the improvement of competences concerning the use and selection of the available bibliographical sources in the Internet. Students will also practice and improve their oral presentation skills.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Técnicas de separação e isolamento de compostos orgânicos:

Cromatografia em coluna, HPLC e GC.

Fases estacionárias, sistemas de eluição e modos de deteção.

Técnicas hífenadas (LC e GC-MS).

Técnicas espectroscópicas e espectrométricas avançadas para a análise estrutural de compostos orgânicos:

Técnicas mono e bidimensionais de espectrometria de RMN (1H, 13C, DEPT, COSY, HMBC, HMQC, INADEQUATE, NOESY, TOCSY,...).

Espectrometria de RMN de outros núcleos importantes (15N, 19F, 31P e 29Si).

Espectroscopia de Infravermelho (FT-IR).

Espectrometria de Massa.

9.4.5. Syllabus:

Separation techniques and isolation of organic compounds:

Column chromatography, HPLC and GC.

Stationary phases, eluents and detection methods.

Hyphenated techniques (LC and GC-MS).

Advanced spectroscopic and spectrometric techniques for structural analysis of organic compounds:

One and two-dimensional of spectrometric techniques of NMR (1H, 13C, DEPT, COSY, HMBC, HMQC, INADEQUATE, NOESY, TOCSY,...).

NMR spectrometry of other important nuclei (15N, 19F, 31P and 29Si).

Infrared spectrometry (FT-IR).

Mass spectrometry.

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

Esta unidade curricular visa permitir ao aluno conhecer e compreender os princípios fundamentais e os avanços mais recentes utilizados na separação e isolamento de compostos orgânicos e a sua importância no mundo atual. Estes conhecimentos serão usados na compreensão e exploração de múltiplas técnicas espectroscópicas e espectrométricas de análise estrutural de compostos orgânicos.

Estes conhecimentos serão aplicados em atividades práticas laboratoriais, fundamentais para o desenvolvimento experimental, para a interpretação e espírito crítico dos resultados e sua relação com os conteúdos lecionados na componente teórica.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

This course aims to enable students to know and understand the basic principles and the latest advances used in the separation and isolation of organic compounds and its importance in today's world. This knowledge will be used in understanding and exploration of multiple spectroscopic and spectrometric structural analysis of organic compounds

This knowledge will be applied in practical laboratory activities are essential for the experimental development, to the interpretation and criticism of results and their relationship with what is taught in the theoretical component.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O processo de ensino/aprendizagem baseia-se no trabalho individual dos alunos, apoiado em bibliografia recomendada pelo docente e em notas obtidas pelos alunos durante as aulas. As aulas teóricas são aulas de exposição da matéria durante as quais há lugar à resolução de alguns exercícios, esclarecimento de dúvidas e discussão de tópicos relacionados com a matéria lecionada. As aulas práticas laboratoriais funcionam articulada e complementarmente com as aulas teóricas e práticas não laboratoriais, recorrendo ao planeamento e execução de trabalho laboratorial que concretize exemplos práticos dos conteúdos teóricos.

A avaliação dos alunos nesta unidade curricular terá duas componentes, uma teórica e uma prática laboratorial. Para a avaliação da componente teórica os alunos dispõem de duas modalidades optativas, a contínua (2 testes de frequência) ou o exame final. A avaliação final é dada pela contribuição das componentes teórica (70%) e prática laboratorial (30%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching / learning process is based on the students' individual work, supported by the bibliography recommended by the teacher and notes obtained by the students during the classes.

The lectures are classes of exposition of the subject during which there is the resolution of some exercises, clarification of doubts and discussion of topics related to the subject taught. The laboratory practical classes work in conjunction with and complement the theoretical and non-laboratory practical classes, using the planning and execution of laboratory work that gives practical examples of the theoretical contents.

The student's evaluation in this curricular unit will have two components, a theoretical and a laboratory practice. For the evaluation of the theoretical component students have two optional modalities, the continued evaluation (2 frequency tests) or the final exam. The final evaluation is given by the contribution of the theoretical components (70%) and laboratory practice (30%).

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

A metodologia de ensino/aprendizagem proposta permite o desenvolvimento de um conjunto de competências consideradas essenciais, ao nível da interpretação e aquisição de informação e da identificação de problemas e soluções na área da Separação e Isolamento de Compostos Orgânicos e áreas relacionadas com ela.

A complementaridade das componentes teórica e prática laboratorial permite a integração das competências científicas adquiridas e a aplicação dos conhecimentos na resolução de problemas concretos na área da Separação e Isolamento de Compostos Orgânicos, potenciando a capacidade de trabalhar em grupo, desenvolvendo o planeamento, a execução e a discussão do trabalho experimental.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching/learning proposal allows the development of a set of skills considered essential in terms of interpretation and acquisition of information and identifying problems and solutions in the area of Separation and Isolation of Organic Compounds and areas related to it.

The complementarity of theoretical and practical laboratory allows the integration of scientific expertise and application of acquired knowledge in solving concrete problems in the area of Separation and Isolation of Organic Compounds, enhancing the ability to work in groups developing the planning, implementation and discussion experimental work.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Kitson, F. G., Larsen B. S., McEwen C. N., Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide. 2nd Edition, Academic Press, 2011.

- Snyder, L. R., Kirkland, J. J., Dolan, J. W., Introduction to Modern Liquid Chromatography. 3rd Edition, Wiley, New Jersey, 2009.

- Silverstein, R.; Webster, F.; Kiemle, D., Spectrometric Identification of Organic Compounds. 8th Ed., John Wiley and Sons, New York, 2014.

- Rahman, A.; Choudary, M.; Wahab, A., Solving problems with NMR spectroscopy. 2nd Edition, Academic Press Limited, London, 2015.

Anexo II - Química do Ambiente

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química do Ambiente

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Environmental Chemistry

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

156

9.4.1.5. Horas de contacto:

T-18; TP-30

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Luis Filipe Guerreiro Martins (24 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Henrique Agostinho Oliveira Moiteiro Vicente (24)

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

A unidade curricular tem como objectivo dotar os estudantes de conhecimentos sobre a poluição, suas causas e efeitos, sobretudo em dois compartimentos ambientais: ar e água. As sessões centrar-se-ão nos princípios físicos e químicos da poluição atmosférica e aquática, bem como nos métodos de controlo e monitorização.

No fim da unidade o aluno deverá ser capaz de:

- discutir as razões da poluição atmosférica e as suas consequências;

- conhecer os principais poluentes e a forma como se monitorizam;

- conhecer a melhor estratégia para a resolução das situações de emissões de gases e partículas;

- conhecer os desenvolvimentos recentemente na modelação destes sistemas, em particular aqueles que permitem quer a sua monitorização em tempo real, quer a previsão de cenários futuros.

Por outro lado, a unidade deve contribuir para a formação de uma consciência e uma ética ambientais nos alunos, a qual deve balizar a sua actuação profissional futura.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The course aims to equip students with knowledge on pollution, its causes and effects, mainly in two environmental compartments: air and water. The sessions will focus on physical and chemical principles of air and aquatic pollution and methods of control and monitoring.

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

- discuss the reasons for air pollution and its consequences;

- identify the main pollutants and how they can be monitored;

- know the best strategy for addressing situations of emissions of gases and particles;

- Know and understand the central role of modeling in explaining and interpretation of phenomena in many areas of science and technology and apply their knowledge to solve concrete problems in order to preserve, promote and enhance this kind of systems.

On the other hand, the course must contribute to the formation of an environmental awareness and ethics in students, which should delimit their future professional activity.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Poluentes e sua ação. Ozono estratosférico. Smog fotoquímico. Chuvas ácidas. Partículas em suspensão. Compostos orgânicos voláteis. Gases de efeito de estufa. Metais e compostos metálicos. Monitorização de poluentes atmosféricos. Legislação ambiental. Métodos padrão de monitorização dos principais poluentes.

Equilíbrios Químicos em Águas Naturais: Equilíbrios ácido-base, de solubilidade e redox. Ciclo e Regulação Natural de Metais Vestigiários em Ambientes Aquáticos: Ciclo global dos metais;

Interface sólido - líquido; Complexação por substâncias húmicas; Sistemas hidrofóbicos; Regulação de metais pesados em rios, lagos e oceano. Regulação da Composição Química das Águas Naturais: Ciclo biogeoquímico do carbono, do azoto, do enxofre e suas interdependências. Natureza e Tipos de Poluentes dos Meios Aquáticos: Eutrofização. Modelação da Qualidade da Água.

9.4.5. Syllabus:

Air pollutants and its action. Stratospheric ozone. Photochemical smog. Acid rain. Air particles in suspension. Volatile organic compounds. Greenhouse effect gases. Metals and metallic compounds. Air pollutants monitoring. Environmental laws. Standard methods for monitoring the main air pollutants.

Chemical equilibriums in natural waters: acid-base equilibrium; solubility equilibriums; redox equilibriums. Natural cycle and regulation of trace metals in aquatic environments: Global cycling of metals; solid - water interface; complexation by humic substances; hydrophobic systems; regulation of heavy metals in rivers, lakes and oceans. Regulation of the chemical composition of natural waters: biogeochemical cycles of carbon, nitrogen and sulfur; Interdependence of biogeochemical cycles. Nature and types of aquatic pollutants: Eutrophication. Modelling applied to environmental systems.

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

Esta UC está dividida em dois temas ambientais em que são abordados os principais tipos de poluentes, causas, efeitos e as formas de monitorizar as suas concentrações e de controlar as suas emissões. Esta organização de conteúdos concretiza uma abordagem integrada e interdisciplinar que permite aos alunos adquirir um conhecimento mais alargado do problema da poluição. São focadas as origens dos poluentes, reatividade, consequências para o ambiente e formas de redução das emissões ou do seu tratamento. De seguida, discutem-se os métodos de deteção, doseamento e monitorização de cada um dos tipos de poluentes relevantes, bem como se dá a conhecer a legislação em vigor sobre emissões e qualidade do ar e da água. O estudo dos vários poluentes atmosféricos e aquáticos, a discussão das suas causas e efeitos e a consciencialização da globalidade dos problemas que levantam contribuem para a formação de uma consciência e uma ética ambientais, cumprindo um dos grandes objetivos da UC.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

This UC is divided into two environmental themes that address the main types of pollutants, causes, effects, and forms of monitoring, such as their analysis and control as applicable. This UC organization materialize an integrated approach to the subject of pollution that allows the students to obtain a deeper knowledge on these subjects. Each type of pollutant is addressed focusing on their origins, reactivity, implications for the environment and ways of reducing emissions of pollutants or their treatment. Then we discuss the methods of detection, determination and monitoring of each type of relevant pollutants as well as providing information about the legislation on emissions and ambient air and water quality. The study of various air and aquatic pollutants, the discussion of its causes and effects and the awareness of the global nature of the problems arising contribute to the formation of an environmental awareness and ethics, fulfilling a key objective of the course.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade organiza-se em aulas teóricas e teórico-práticas. As aulas teóricas serão essencialmente expositivas, embora permitam momentos importantes de discussão e interatividade. Nas aulas teórico-práticas, tem lugar a abordagem de questões e conceitos numa perspetiva prática, a aplicação dos conhecimentos adquiridos, o desenvolvimento e consolidação de competências, através da resolução de problemas, devidamente corrigidos e debatidos.

A avaliação decorrerá em exame final mediante prova escrita (com opção por provas de frequência no regime de avaliação contínua) e/ou de trabalhos escritos. Sempre que haja lugar a trabalhos escritos, quer em regime de avaliação contínua ou final, estes têm um peso de 30 % na classificação (com 70 % para as provas escritas).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is composed by theoretical and theoretical-practical sessions. The theoretical classes are essentially composed by structured exposition, complemented with important moments of interaction and discussion. The theoretical-practical classes constitute moments of studying questions and concepts on a practical approach, settling and structuring the knowledge, as well as development of skills, where some application problems are solved and discussed.

The evaluation is composed by a final exam (with the option of tests in a continuous assessment regime) and/or monographies. Whenever a monography is proposed, its weight will be 30 % of the final mark, either on a continuous or final assessment basis, with 70 % accounting for final exam.

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

As aulas teóricas são sobretudo de carácter expositivo, mas apresentam momentos importantes de interatividade e discussão. As aulas teórico-práticas são desenhadas para trabalhar conceitos numa perspetiva prática. Os temas abordados, com incidência na poluição atmosférica e aquática, seus agentes, causas e consequências, legislação e política ambiental prestam-se a debate de ideias e discussão, sendo estes estimulados durante as aulas. A explicação dos fenómenos químicos e físicos subjacentes aos episódios de poluição nestes dois compartimentos ambientais será feita da forma mais clara possível, recorrendo, por exemplo a meios informáticos.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The lectures are mainly expository in nature, but have moments of interactivity and discussion. The theoretical-practical classes are design to work concepts on a practical approach. The themes, focusing on air and aquatic pollution, its agents, causes and consequences, legislation and environmental policy are open to debate and discussion of ideas, which are stimulated during class. The explanation of the physical and chemical phenomena underlying the episodes of pollution in these two environmental compartments will be made as clear as possible, e.g. by using computerized means.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Colin Baird, Michael Cann, *Environmental Chemistry*, 5th ed., W. F. Freeman and Company, New York, 2012
2. Noel de Nevers, *Air Pollution Control Engineering*, Waveland Press, 3rd ed., 2016
3. João Gomes, *Poluição Atmosférica*, Publindústria, Porto, 2001
4. Stumm, W. e Morgan, J.J. *Aquatic Chemistry - Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*. 3ª edição, John Wiley & Sons, Toronto, 1996
5. Chin, D.A. *Water-Quality Engineering in Natural Systems: Fate and Transport Processes in the Water Environment*. 2ª Edição, John Wiley & Sons, Chichester, 2012.
6. *Environmental Modelling Finding Simplicity in Complexity*. 2ª Edição, J. Wainwright e M. Mulligan Ed., John Wiley & Sons, 2013.

Anexo II - Modelação e Simulação em Química

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Modelação e Simulação em Química

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Modeling and Simulation in Chemistry

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
QUI

9.4.1.3. Duração:
Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
156

9.4.1.5. Horas de contacto:
T-15; PL-30

9.4.1.6. ECTS:
6

9.4.1.7. Observações:
-

9.4.1.7. Observations:
-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Alfredo Jorge Palace Carvalho (21 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
João Paulo Cristóvão Almeida Prates Ramalho (18)
António Manuel Teixeira Martins do Canto (6 h)

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

Pretende-se com esta disciplina dar uma panorâmica sobre as técnicas de simulação molecular e da previsão de propriedades. Pretende-se que os alunos adquiram conhecimentos sobre os conceitos e fundamentos teóricos subjacentes às técnicas de simulação, familiarização com alguns dos algoritmos mais importantes, bem como com as técnicas usadas na análise dos resultados das simulações. Pretende-se ainda que os alunos adquiram alguma experiência com os parâmetros que influenciam a qualidade das amostragens e da convergência dos métodos de simulação.

Após a conclusão desta disciplina, os alunos devem ser capazes de planejar uma simulação molecular, fazendo a seleção criteriosa dos parâmetros necessários à sua execução. Devem ainda ser capazes de efetuar a validação dos modelos utilizados nas simulações. Dos seus resultados devem ser capazes de extrair/calcular as propriedades pretendidas bem como estimar os erros que afetam os resultados.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

It is intended, with this curricular unit, to present an overview of the techniques of molecular simulation and property prediction. The students should acquire an understanding of the theoretical concepts and fundamentals underlying the simulation techniques, become familiar with some of the most important simulation algorithms, as well as the techniques used in the analysis of the simulation results. The students should also gain some experience with the parameters influencing the quality of the samplings and the convergence of the simulation methods. After concluding this curricular unit the students should be capable of planning a molecular simulation, including a thoughtful selection of the parameters necessary to its execution. The students should also be capable of validating the models used in the simulations. From the simulation results they should be capable of extracting/calculating the desired properties as well as estimating the errors affecting the results.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Interações moleculares. Modelos de interação intra-molecular e modelos de interação inter-molecular. Mecânica molecular e campos de forças. Revisões de Mecânica Estatística.

Introdução às simulações. Condições de fronteira periódicas. Trajetórias e propriedades.

Dinâmica molecular. Simulações no ensemble microcanónico, canónico e isobárico.

Monte Carlo de Metropolis. Ensemble canónico, isotérmico-isobárico, grande canónico e de Gibbs. Amostragens não-Boltzmannianas. Análise de resultados de simulação. Análise da equibração das simulações. Funções de distribuição radial. Propriedades mecânicas. Funções de correlação. Propriedades dinâmicas. Exemplos de aplicação de simulação de Monte Carlo e Dinâmica Molecular para o cálculo de propriedades (densidade, pressão de vapor, coeficiente de difusão, viscosidade, solubilidade) e análise de estrutura em sistemas modelo envolvendo soluções aquosas de poluentes, solventes alternativos, gases dissolvidos em líquidos, combustíveis e lubrificantes

9.4.5. Syllabus:

Molecular interactions. Intra-molecular and inter-molecular interaction models. Molecular mechanics and force-fields. Review of Statistical Mechanics fundamentals. Introduction to Molecular Simulations. Periodic boundary conditions. Trajectories and properties. Molecular dynamics. Simulations in the micro-canonical, canonical and isobaric ensembles. Metropolis Monte Carlo. Canonical, isothermal-isobaric, grand-canonical and Gibbs ensembles. Non-Boltzmannian sampling. Analysis of simulation results. Analysis of the simulation equilibration. Radial distribution functions. Mechanical properties. Correlation functions. Dynamical properties.

Examples of the use of Monte Carlo and Molecular Dynamics simulations for the calculation of properties (density, vapor pressure, diffusion coefficient, viscosity, solubility) and analysis of the structure of model systems involving aqueous solutions of pollutants, alternative solvents, gases dissolved in liquids, fuels and lubricants.

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

Os conteúdos programáticos são similares aos de idênticas unidades curriculares lecionadas noutras Universidades nacionais ou estrangeiras. Seguem também, na generalidade, a estrutura apresentada e temas abordados na bibliografia aconselhada. Com esta unidade curricular pretende-se dotar o aluno com as bases da Mecânica Estatística e Simulação Molecular e dar-lhe a capacidade de planejar e executar simulações moleculares e, com essas ferramentas, calcular as propriedades estruturais e termodinâmicas dos sistemas estudados, tendo os conteúdos programáticos sido estruturados na perspetiva de atingir estes objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The syllabus of this curricular unit focuses similar topics as other curricular units with identical objectives taught in other national or foreign universities. The syllabus also follows, in general, the structure and subjects contained in the suggested bibliography. The aims of this curricular unit are to provide the student with the fundamentals of Statistical Mechanics and Molecular Simulations and with the ability to plan and execute molecular simulations and, with those tools, to calculate the structural and thermodynamic properties of the studied systems. Thus, the syllabus has been structured as to address these objectives.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino consiste de aulas teóricas expositivas e aulas práticas onde são resolvidos exercícios de aplicação dos temas lecionados nas aulas teóricas. A avaliação contínua é feita mediante a realização de um trabalho e elaboração de um relatório (peso de 50% na avaliação) com apresentação e discussão dos resultados (peso de 50% na avaliação). No regime de exame, o aluno realiza uma única prova de avaliação (100%) que incide sobre toda a matéria lecionada.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching consists of lectures where the theory will be exposed and of practical classes where exercises will be solved for illustrative purposes of the subjects taught in the lectures. The continued evaluation is carried out by the accomplishment of an assignment and writing of a report (weight of 50% in the evaluation) with the presentation and discussion of the results (weight of 50% in the evaluation). In the examination regime, the student accomplishes a single evaluation test (weight of 100% in the evaluation).

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

As metodologias de ensino utilizadas são idênticas às praticadas em unidades curriculares deste tipo e com o mesmo tipo de objetivos, lecionadas noutras Universidades nacionais ou estrangeiras. A parte expositiva das aulas teóricas permitirá ao aluno a aquisição dos conceitos e princípios fundamentais que lhe permitirá elaborar o raciocínio na compreensão e resolução de problemas relacionados com o tema da unidade curricular. Nas aulas práticas, através da resolução de problemas concretos, o aluno poderá aplicar os conceitos adquiridos e praticar a solução de problemas que contribuirão para um melhor entendimento desses conceitos.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies are similar to the ones employed in other curricular units of the same kind and with similar objectives that are taught in other national or foreign universities. The expository part of the lectures will allow the student to obtain fundamental concepts and principles which will allow him/her to develop a reasoning towards the understanding and solution of problems related with the subject of the curricular unit. In the practical lessons, by solving real-case problems, the student will apply the the learned concepts and will practice the solutions of problems which will contribute for a better understanding of such concepts.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Allen, M.P., & Tildesley, D.J. (2017) *Computer Simulation of Liquids* (2nd ed.). Oxford University Press.
Frenkel, D. & Smit, B. (2002) *Understanding Molecular Simulation* (2nd ed.) Orlando, FL: Academic Press .
Leach, A.R. (2001) *Molecular Modelling: Principles and Applications* (2nd ed.) Prentice Hall.

Anexo II - Catálise e Métodos Catalíticos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Catálise e Métodos Catalíticos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Catalysis and Catalytic Methods

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

156

9.4.1.5. Horas de contacto:

T-30; TP-9; PL-6

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Paulo Jorge Gomes Mendes (18)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Anthony Joseph Burke (15)
José Eduardo Félix Castanheiro (12)

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

O objetivo da UC é fornecer uma visão geral sobre catálise e métodos catalíticos e a sua importância no contexto atual. Pretende-se apresentar os aspetos essenciais sobre catálise homogénea e heterogénea, caracterização e preparação de catalisadores, e reatores catalíticos. Pretende-se mostrar casos de estudo e aplicações no contexto da química pesada, química fina, fontes de energia limpa e remediação ambiental.

A unidade curricular permitirá a aquisição das seguintes competências: a) conhecer os princípios fundamentais da catálise e métodos catalíticos; b) caracterizar os sistemas catalíticos para os diferentes tipos de catálise; c) compreender a importância da catálise no contexto dos desafios sociais atuais; d) capacidade de planear e efetuar trabalhos experimentais nesta área; e) pesquisar, compilar informação relevante e apresentar trabalhos realizados no âmbito dos conteúdos programáticos; f) integração em investigação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of the curricular unit is to provide an overview of catalysis and catalytic methods and their importance in the current context. It is intended to present the essential aspects about homogeneous and heterogeneous catalysis, characterization and preparation of catalysts, and catalytic reactors. It is intended to show case studies and applications in the context of heavy chemistry, fine chemistry, clean energy sources and environmental remediation.

The curricular unit will allow the acquisition of the following competences: a) to know the fundamental principles of catalysis and catalytic methods; b) characterize the catalytic systems for the different types of catalysis; c) understand the importance of catalysis in the context of current societal challenges; d) ability to plan and perform experimental work in this area; e) search, compile relevant information and present works carried out within the scope of the syllabus; f) integration into research.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Importância da catálise e modo de funcionamento dos catalisadores. Visão geral dos tipos de catálise.

Catálise homogénea. Conceitos fundamentais. Química de coordenação e organometálica: conceitos, reações fundamentais e mecanismos. Papel do centro metálico e dos ligandos. Ciclos catalíticos, aspetos cinéticos e de regeneração de catalisadores. Novas tendências em catalisadores homogéneos e novos ligandos.

Catálise heterogénea. Conceitos fundamentais. Materiais para catálise heterogénea. Desativação e preparação de catalisadores. Cinética e Mecanismos. Caracterização espectroscópica de catalisadores e superfícies. Introdução aos reatores catalíticos.

Bio-, electro- e fotocatálise. Organocatálise. Catálise supramolecular. Organocatalisadores imobilizados. Líquidos iónicos como catalisadores.

Casos de estudo: aplicações em síntese química, fontes de energia a partir de recursos renováveis e remediação ambiental.

9.4.5. Syllabus:

Importance of catalysis and mode of operation of catalysts. Overview of catalysis types.

Homogeneous catalysis. Fundamental concepts. Organometallic and coordination chemistry: concepts, fundamental reactions and processes. Role of the metallic center and ligands. Catalytic

cycles, kinetic aspects and catalyst regeneration. New trends in homogeneous catalysis and new ligands. Heterogeneous catalysis. Fundamental concepts. Materials for heterogeneous catalysis. Deactivation and preparation of catalysts. Kinetics and Mechanisms. Spectroscopic characterization of catalysts and surfaces. Introduction to catalytic reactors. Bio-, electro and photocatalysis. Organocatalysis. Supramolecular catalysis. Immobilized organocatalysts. Ionic liquids as catalysts. Case studies: applications in chemistry, energy sources from renewable resources and environmental remediation.

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

A unidade curricular está, em termos de conteúdos programáticos, dividida em três partes. Na 1ª parte são abordados os aspetos essenciais da catálise, tipos de catálise e métodos catalíticos, com particular enfoque na catálise homogénea. A 2ª parte é dedicada aos aspetos fundamentais da catálise heterogénea. Na 3ª parte é fundamentalmente dedicada a dar relevo a métodos catalíticos emergentes e a sua importância em várias áreas que vão desde a química pesada e fina, à obtenção de energia limpa e à remediação ambiental. O estudo destes vários tópicos permite fornecer uma visão geral sobre catálise e métodos catalíticos e a sua importância no contexto atual da sociedade, os principais objetivos da unidade curricular. Estes conhecimentos são ainda aplicados em contexto laboratorial, fundamentais para o desenvolvimento experimental, para a interpretação e análise crítica dos resultados e integração na investigação.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

In terms of syllabus, the curricular unit is divided into three parts. The first part deals with the essential aspects of catalysis, types of catalysis and catalytic methods, with particular focus on homogeneous catalysis. Part 2 is devoted to the fundamentals of heterogeneous catalysis. Part 3 is primarily devoted to highlighting emerging catalytic methods and their importance in several areas, ranging from heavy and fine chemistry, to obtaining clean energy and environmental remediation. Studying these various topics provides an overview of catalysis and catalytic methods and their importance in the current context of society, the main objectives of the course. This knowledge is also applied in the laboratory context, fundamental for experimental development, interpretation and critical analysis of results and integration in research.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino assenta em aulas teóricas (T), teórico-práticas (TP) e práticas laboratoriais (PL). Nas aulas T são apresentados os conceitos sobre os conteúdos da UC seguindo uma metodologia essencialmente expositiva, mas com muitos momentos de discussão e interatividade. Nas aulas teórico-práticas pretende-se uma abordagem de questões e conceitos numa perspetiva prática, a aplicação dos conhecimentos adquiridos, o desenvolvimento e consolidação de competências, através da análise, debate e resolução de questões desafiantes. Nas aulas PL será aplicada a matéria lecionada a situações práticas concretas, sempre que possível no âmbito de projetos de investigação. Os alunos são ainda incentivados a integrar e aplicar conhecimentos através de recolha de informação, análise e discussão de um tema selecionado no âmbito do programa. A avaliação decorrerá em exame final mediante prova escrita (70%), desempenho laboratorial (10%) e da análise e discussão de um tema selecionado (20%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching is based on theoretical (T), theoretical-practical (TP) and laboratory (PL) classes. In theoretical classes the concepts about the contents of the curricular unit are presented following mainly an expository methodology, but with many moments of discussion and interactivity. Theoretical-practical classes aim to approach issues and concepts from a practical perspective, the application of acquired knowledge, the development and consolidation of competences, through the analysis, debate and resolution of challenging questions. In PL classes will be applied the subject taught to concrete practical situations, whenever possible within the scope of research projects. Students are further encouraged to integrate and apply knowledge through information gathering, analysis and discussion of a selected theme within the program. The evaluation will take place through a final exam (70%), laboratory performance (10%) and the analysis and discussion of a selected subject (20%).

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

As metodologias de ensino estão em coerência com os objetivos da unidade curricular que visam capacitar o aluno em interpretar, descrever e relacionar o conhecimento atual sobre os aspetos fundamentais da catálise e métodos catalíticos e a sua importância no contexto dos desafios sociais atuais. As aulas teóricas não são totalmente expositivas, procurando-se recorrer a uma estratégia de exposição interpretativa e interativa. As aulas teórico-práticas são desenhadas para trabalhar conceitos numa perspetiva prática. As práticas laboratoriais funcionam em articulação e em complementaridade com a componente teórica, recorrendo ao planeamento e execução de trabalho laboratorial diretamente relacionado com conteúdos programáticos e no âmbito, sempre que possível, de projetos de investigação. Os alunos tomam contacto técnicas e usam metodologias experimentais idênticas às das atividades de investigação dos docentes envolvidos. Estas aulas funcionarão com base no método científico. Privilegiar-se-á o desenvolvimento de uma atitude analítica e investigativa nos alunos, valorizando a pesquisa de informação, a interpretação de resultados do trabalho experimental e o desenvolvimento de uma atitude crítica e do rigor científico. Nesse sentido, é fornecido aos alunos informação resumida do trabalho a realizar, apenas com as orientações necessárias, no sentido de fomentar as capacidades de iniciativa e de autonomia e a integração da aprendizagem em contexto de investigação. O estudante é ainda incentivado a produzir trabalho individual ou em grupo através da pesquisa de conteúdos no âmbito de um tema selecionado para que possa aplicar e aumentar o seu grau de conhecimentos. As metodologias de ensino estão fundamentalmente direcionadas para o desenvolvimento de competências, nomeadamente, na capacidade de aplicar os conhecimentos em situações de alguma complexidade, na capacidade de comunicar as conclusões e os conhecimentos de forma clara e inequívoca e assumir a responsabilidade pelo desenvolvimento de uma aprendizagem autónoma. A orientação da aprendizagem efetua-se complementarmente através da plataforma "Moodle" onde são disponibilizados conteúdos fornecidos pelos docentes, artigos científicos, "ligações" para páginas da Internet de interesse e outra informação relevante para a unidade curricular. O regime de avaliação permite verificar se as competências de integração de conhecimentos foram alcançadas.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies are consistent with the curricular unit objectives that aim to enable the student to interpret, describe and relate current knowledge about the fundamental aspects of catalysis and catalytic methods and their importance in the context of current societal challenges. Theoretical classes are not totally expository, trying to recourse to an interpretative and interactive exposition strategy. Theoretical-practical classes are designed to work concepts in a practical perspective. Laboratory practices work in articulation and complementarity with the theoretical component, employing the planning and execution of laboratory work directly related to syllabus and, whenever possible, within research projects. Students get in touch with techniques and use experimental methodologies identical to the research activities of the teachers involved. These classes will work based on the scientific method. The development of an analytical and investigative attitude in the students will be privileged, valuing the research of information, the interpretation of results of the experimental work and the development of a critical attitude and the scientific objectivity. In this sense, students are provided with a summary information of the work to be done, with only the necessary orientations, in order to encourage the capacities of initiative and autonomy and the integration of learning in a research context. Students are also encouraged to produce individual or group work by researching content within a selected theme so that they can apply and increase their degree of knowledge. Teaching methodologies are mainly directed towards skills development, namely the ability to apply knowledge in situations of some complexity, the ability to communicate conclusions and knowledge clearly and unambiguously and to take responsibility for the development of learning autonomously. The learning orientation is complemented through the "Moodle" platform where content provided by teachers, scientific articles, "links" to web pages of interest and other relevant information for the course unit are available. The assessment scheme allows to check whether the knowledge integration skills have been achieved.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- 1) Corniis, B., Herrmann W., Beller, M., Paciello, R. (Eds) (2018) *Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds: A Comprehensive Handbook*, Wiley-VCH
- 2) Luque, R. & Lam F. (Eds) (2018) *Sustainable Catalysis: Energy-Efficient Reactions and Applications*, Wiley-VCH
- 3) Hanefeld, U., Lefferts, L. (Eds) (2018) *Catalysis: an integrated textbook for students*, Wiley-VCH
- 4) Bagheri, S. (2017) *Catalysis for Green Energy and Technology*, Springer
- 5) Santen, R. (2017) *Modern heterogeneous catalysis: An Introduction*, Wiley-VCH
- 6) Schmal, M. (2016) *Heterogeneous Catalysis and its Industrial Applications*, Springer
- 7) Umile, T. (2015) *Catalysis for Sustainability: Goals, Challenges, and Impacts*. CRC Press Inc
- 8) Bochmann, M. (2015) *Organometallics and Catalysis. An Introduction*, Oxford
- 9) Bhaduri, S. & Mukesh, D. (2014) *Homogeneous Catalysis: Mechanisms and Industrial Applications*, Wiley
- 10) Burke, A.J. (2018), *Active Pharmaceutical Ingredients in Synthesis*, Wiley-VCH.

Anexo II - Seminário

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Seminário

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Seminar

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Anual / Annual

9.4.1.4. Horas de trabalho:

78

9.4.1.5. Horas de contacto:
S-10

9.4.1.6. ECTS:
3

9.4.1.7. Observações:
-

9.4.1.7. Observations:
-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Maria Manuela Lopes Ribeiro Carrott (10 h)
Em todas as sessões estão presentes os dois docentes da UC.

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
Paulo Jorge Gomes Mendes (10 h)
Outros (da Universidade de Évora e de outras instituições nacionais ou estrangeiras) por convite.
Em todas as sessões estão presentes os dois docentes da UC.

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
O objetivo desta unidade curricular é complementar a formação dos estudantes no que respeita ao aprofundamento de conhecimentos e atitudes de investigação. Nesta unidade curricular os estudantes deverão melhorar as capacidades de síntese, de compreensão de temas avançados e novas ideias, bem como de trabalho individual, de pesquisa bibliográfica e de elaboração de apresentações orais.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
The objective of this curricular unit is to complement the formation of the students in relation to research knowledge and attitudes. In this curricular unit the students should improve their capacities of ideological synthesis and of comprehending advanced themes and new ideas, as well as of individual work, bibliographical research and elaboration of oral presentations.

9.4.5. Conteúdos programáticos:
A UC contempla duas componentes distintas, mas complementares. Por um lado, os estudantes deverão assistir a palestras, tendo posteriormente de elaborar individualmente um resumo escrito de palestras selecionadas. Os temas das palestras não são fixos, sendo alguns exemplos de palestras convidadas: "Molybdenum (VI) oxo complexes: versatile catalysts for olefin epoxidation"; "Highly active hydroformylation catalysts: development, performance and immobilisation"; "Silicatos e MOF microporosos e fotoluminescentes"; "Fighting cancer with new ruthenium drugs: a challenge"; "Fluorescência molecular: dos vetores de fase aos OLEDs de 3ª geração". Por outro lado, na outra componente da unidade curricular cada estudante fará duas apresentações orais individuais. A 1ª será sobre um tema a estabelecer nas primeiras aulas por proposta dos docentes e/ou estudantes, e que poderá estar relacionado com o tema da dissertação. A 2ª será sobre resultados obtidos no âmbito do trabalho de dissertação.

9.4.5. Syllabus:
The curricular unit contemplates two distinct but complementary components. On the one hand, the students should attend research lecturers and subsequently elaborate individually a written summary of selected lectures. The themes are not fixed, and some examples of invited lecturers are: "Molybdenum (VI) oxo complexes: versatile catalysts for olefin epoxidation"; "Highly active hydroformylation catalysts: development, performance and immobilisation"; "Silicatos e MOF microporosos e fotoluminescentes"; "Fluorescência molecular: dos vetores de fase aos OLEDs de 3ª geração". On the other hand, in the other component of the curricular unit each student will do two individual oral presentations. The first will be on a theme established during the first classes and proposed by the lecturers and/or students, and which may be related with the theme of the student's dissertation. The second will be on the results obtained within the dissertation work.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os conteúdos estão planeados de forma a abordar assuntos da atualidade que complementem e aprofundem os conhecimentos dos estudantes adquiridos na parte curricular do mestrado. Na segunda componente, promove-se o trabalho individual, nas vertentes indicadas, o que constitui uma preparação para o trabalho de dissertação de mestrado.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The course contents are planned in order to include topical subjects which complement and provide more in-depth knowledge of the curricular part of the master. In the second part, individual work is promoted in the aspects indicated and is intended to help the student's preparation for the master's dissertation.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
Relativamente à primeira componente, consiste em palestras apresentadas por oradores convidados, a que se segue um período de discussão. No que respeita à segunda componente, o processo de ensino/aprendizagem é baseado fundamentalmente no trabalho individual dos estudantes, havendo também lugar a períodos de discussão em que intervêm docentes e discentes. A avaliação é baseada nos resumos das palestras (nota R) e nas apresentações orais (notas A1 e A2) incluindo a participação dos estudantes na discussão. A nota final (NF) será dada por $NF=0,1R+0,4A1+0,5A2$.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):
In relation to the first component, this involves lectures presented by invited speakers, followed by discussion periods. In relation to the second component, the teaching/learning process is based primarily on the individual work of the students, although there are also discussion periods in which teachers and students can participate. Evaluation is based on the summaries of the lecturers (mark R) and in oral presentations (marks A1 and A2) including the participation of the students in the discussion. The final grade (NF) will be given by $NF=0.1R+0.4A1+0.5A2$.

9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.
Na assistência às palestras os estudantes beneficiarão da aquisição de novos conhecimentos, e ainda no caso das palestras em língua estrangeira constitui também uma forma de melhorar competências transversais. A componente de trabalho individual permite um desenvolvimento das capacidades de síntese, organização e autonomia embora o desempenho de cada estudante possa beneficiar de propostas e questões, nos períodos de discussão em que intervêm docentes e estudantes.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.
During attendance of the lecturers the students will benefit from the acquisition of new knowledge and also, in the case of those given in foreign language, this will also be a way to improve transversal skills. The component of individual work will allow development of capacities of synthesis, organization and autonomy, although the performance of each student will benefit from proposals and questions in the discussion periods where teachers and other students participate.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:
A bibliografia não é fixa, sendo dependente dos temas envolvidos.

Anexo II - Dissertação

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Dissertação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Anual/ Annual

9.4.1.4. Horas de trabalho:

1482

9.4.1.5. Horas de contacto:

OT-230

9.4.1.6. ECTS:

57

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Paulo Jorge Gomes Mendes (20 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Docentes da CEA: Maria Manuela Lopes Ribeiro Carrott (10 h) Anthony Joseph Burke (10 h)
Outros docentes doutorados, a indicar anualmente (190 h)

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

Esta UC tem por objetivo a realização de um trabalho de investigação e desenvolvimento de natureza científica, de cariz inovador, na área da Química. Envolve a preparação de uma dissertação, elaborada com rigor científico, que será avaliada em provas públicas. O tema, conteúdo e organização da dissertação serão estabelecidos pelo aluno sob a supervisão do(s) orientador(es). No final da UC o aluno deverá ter desenvolvido as seguintes competências: capacidade de investigar; capacidade de análise e raciocínio crítico; capacidade de aprendizagem autónoma e de resolução de problemas; capacidade de iniciativa e espírito empreendedor; capacidade de organização e planificação de informação, coerente e objetivamente; capacidade de comunicação oral e escrita; capacidade de discutir problemas com especialistas na área.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The objective of this curricular unit is to develop scientific work, innovative in the field of Chemistry. It involves the preparation of a dissertation, developed with scientific rigor, which will be assessed in public final examination. The theme, content and organization of the thesis will be established by the student under the supervision of the advisor(s). At the end of the curricular unit, the student should have developed the following skills: ability of doing research work; ability in analysis and critical thinking; capability of autonomous learning and problem solving; capability of initiative and entrepreneurship; ability to organize and planning information, coherently and objectively; capability of oral communication and writing; capability of oral communication and writing; ability to discuss topics with experts in the field

9.4.5. Conteúdos programáticos:

O programa específico será estabelecido sob a supervisão do(s) orientador(es) da dissertação em função do tema na área da Química que será objeto de investigação. O programa específico requer parecer favorável do diretor de curso e aprovação pelo Conselho Científico da Escola de Ciências e Tecnologia.

O trabalho deverá ser individual e original e, em termos gerais, envolverá:

- Pesquisa e análise bibliográfica sobre o tema;
- Realização de projeto experimental e/ou de simulação computacional;
- Escrita e apresentação oral da dissertação.

9.4.5. Syllabus:

The specific syllabus will be established under the supervision of the advisor(s) of the dissertation in function of the topic in the area of Chemistry that will be investigated. The specific syllabus requires favourable reference by the course director and approval by the Scientific Council of the School of Sciences and Technology. The work should be individual and original and, in general, it involves:

- Research and literature review on the topic;
- Execution of an experimental and/or computational simulation project;
- Writing and oral presentation of the dissertation.

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

Esta é a última unidade curricular que o aluno conclui para obter o grau de mestre. A unidade curricular prepara o aluno na realização e discussão de um trabalho de investigação original e inovador, com grande componente experimental e/ou de simulação computacional, na área da Química. O trabalho de investigação promove: uma avaliação da relevância do problema em estudo bem como o seu enquadramento e atualidade relativamente ao estado da arte; a seleção e discussão das metodologias de abordagem e respetiva implementação; a análise crítica dos resultados e conclusões; a organização da informação de forma coerente num trabalho escrito; a transmissão de um resumo do trabalho de forma clara numa apresentação oral; a sua discussão com especialistas na área, evidenciando conhecimento seguro do trabalho que realizou.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

This is the last curricular unit that the student concludes to obtain the degree of master. The course prepares the student in the execution and discussion of an original and innovative research work, with large experimental component and/or computational simulation in the field of Chemistry. The research work promotes: an evaluation of the relevance of the problem under consideration as well as the scope and current importance regarding the state of the art; the selection and discussion of the methodologies of approach and its implementation; the critical analysis of the results and conclusions; the organization of information in a coherent manner in a written work; the communication of a summary of the work in a clear manner in an oral presentation; its discussion with experts in the field, evidencing sure knowledge of his work.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O trabalho é realizado com a orientação de, pelo menos, um docente doutorado que, após uma fase inicial de acompanhamento mais intenso, deverá proceder no sentido de tornar o aluno autónomo no decurso dos trabalhos. Cabe ao orientador garantir que o aluno usa o método científico na abordagem dos problemas e que a dissertação produzida tenha conteúdos que permitam ao júri aferir dos conhecimentos do mestrando na área. Para isso, o supervisor terá reuniões regulares, de natureza tutorial, com o estudante, e fará: o aconselhamento científico; a avaliação do progresso do trabalho; a supervisão dos trabalhos experimentais; a revisão dos documentos escritos. Os docentes da Comissão Executiva e de Acompanhamento (CEA) acompanham todo o processo de forma a garantir a boa execução dos trabalhos. A classificação final será dada após a discussão pública da dissertação em que são avaliados:

- A- Qualidade científica da dissertação;
- B- Qualidade da apresentação pública;
- C- Discussão pública.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The work is performed with supervision of, at least, one professor who, after an initial phase of more intense tutoring, should behave in the sense to increase the autonomy of the student during the work. It is the responsibility of the supervisor(s) to ensure that the student uses the scientific method in addressing the problems and that the dissertation has produced content to allow the jury to assess the knowledge of the master' student in the area. For this, the supervisor(s) will have regular meetings, tutorial in nature, with the student, and will provide: scientific advice; review the progress of work; supervision of experimental work; review of written documents. The CEA follow the whole process in order to ensure the proper execution of the work. The final classification will be given after the public discussion of the thesis in which the following items are evaluated:

A-The scientific quality of the dissertation;
B-The quality of the public presentation;
C-Public discussion.

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

A natureza da dissertação de mestrado implica o contacto direto com o(s) orientador(es) garantido através de reuniões de natureza tutorial regulares. Nestas reuniões, o orientador aconselhará e transmitirá diretamente os seus conhecimentos sobre o assunto ao aluno, e orientará os trabalhos de natureza experimental da dissertação. É necessário um maior acompanhamento no início dos trabalhos para explicação de algumas técnicas específicas e/ou programas de cálculo computacional, e ajudar o aluno a ultrapassar alguns problemas iniciais. No entanto, após essa fase inicial o mestrando irá realizar o seu trabalho individualmente, sendo o papel do orientador essencialmente o de corrigir aspetos menos favoráveis que detecte, nomeadamente a nível de conhecimentos. O trabalho individual do aluno é importante para que ele desenvolva as suas capacidades de organização e de autonomia na execução de tarefas e na resolução de problemas, bem como melhora progressivamente o espírito crítico e a capacidade de iniciativa, apresentando sugestões de novas estratégias para fases seguintes do seu trabalho. A intervenção do orientador na dissertação deverá ser apenas a necessária para garantir que tenha qualidade, embora a organização e escrita da versão inicial devam resultar do trabalho individual do aluno. O trabalho autónomo do estudante, sob a supervisão do(s) orientador(es), irá proporcionar-lhe os conhecimentos para elaborar um documento escrito com qualidade e clareza sobre um tópico avançado, bem como a capacidade de apresentar os principais resultados da investigação de forma clara, coerente e motivadora. Os docentes da Comissão Executiva e de Acompanhamento (CEA) reúnem-se também de forma regular com o aluno e orientador(es) no sentido de averiguar se os trabalhos decorrem da forma prevista e também auxiliam o aluno e orientador(ss) no que for necessário. Estas metodologias contribuem para o aperfeiçoamento das competências e preparação do futuro mestre na sua vida profissional.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The nature of the dissertation involves direct contact with the supervisor(s) secured through regular meetings of tutorial nature. At these meetings the supervisor(s) advise and transmit their knowledge on the subject to the student and guide their experimental work. In the initial stages the work needs to be followed more closely, in order to explain specific techniques and/or computational calculation programs, and to help the student to overcome initial problems. However, after this initial phase the supervisor should allow the student to carry out his work individually, with the role of the supervisor being essentially to correct less favourable aspects that he detects, namely at the level of knowledge. The individual nature of the work of the student is important in order for him to develop his capacities of organisation and autonomy in the execution of tasks and resolution of problems, as well as to progressively improve his critical spirit and initiative, putting forward suggestions for new strategies for each following phase of his project. The intervention of the supervisor in the written thesis should just be the minimum necessary to guarantee that it has quality, although the organisation and writing of the initial version should be a result of the individual work of the student. The independent student work under the supervision of the supervisor(s) will provide the student with the knowledge to prepare a written document with quality and clarity on an advanced topic as well as the ability to present the main results of the investigation in a clear and motivating manner. The teachers of the Executive and Accompanying Committee (CEA) also meet regularly with the student and supervisor(s) in order to find out if the work proceeds as planned and also assist the student and supervisor(s) as needed. These methodologies contribute towards perfecting skills and preparing the future master in his professional life.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Livros e artigos científicos de revistas, proceedings de conferências, etc., em função do tema da tese.
Scientific books and papers, conference proceedings, etc., depending on the thesis topic.

Anexo II - Adsorção em Materiais

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Adsorção em Materiais

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Adsorption by Materials

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

156

9.4.1.5. Horas de contacto:

T-24; PL-12; OT- 3

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Maria Manuela Lopes Ribeiro Carrott (39 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

-

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

Nesta unidade curricular pretende-se que os estudantes adquiram conhecimentos fundamentais sobre adsorção em materiais. No final da unidade curricular, os estudantes deverão ser capazes de: compreender modelos e teorias interpretativas de adsorção a partir de fase gasosa e a partir de fase líquida; aplicar, de forma crítica e criteriosa, métodos de análise dos dados, avaliando as vantagens e limitações de cada um; reconhecer a complementaridade de métodos para obter informação sobre a porosidade e a interação com o adsorvato; compreender a adsorção de vários gases e solutos em materiais com diferentes propriedades superficiais; reconhecer o papel que o tipo de porosidade e química superficial desempenham na atuação do material em várias aplicações. Pretende-se ainda incrementar as capacidades de iniciativa e de autonomia de cada estudante no planeamento e execução de tarefas laboratoriais, na organização e apresentação da informação, bem como a integração em investigação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

In this curricular unit it is intended that the students acquire fundamental knowledge about adsorption by materials. At the end of the curricular unit, the students should be capable of: understanding models and interpretative theories of adsorption from the gas and liquid phases; critically and rationally apply data analysis methods, evaluating the advantages and limitations of each; recognise the complementary nature of methods for obtaining information on porosity and the interaction with the adsorbate; understand the adsorption of various gases and solutes by materials with different surface properties; recognise the role that the type of porosity and surface chemistry play in the performance of the material in various applications. It is also the intention to increase each student's capacity for initiative and autonomy, in the planning and execution of laboratory tasks, in the organisation and presentation of the information, as well as their integration into research.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Componente teórica

1. Conceitos gerais e terminologia. O papel da adsorção em diferentes contextos científicos e tecnológicos. 2. Adsorção a partir da fase gasosa. Metodologias experimentais. Mecanismos de adsorção. Isotérmicas de adsorção. Modelos e teorias, e sua aplicação na caracterização textural. Métodos comparativos. Adsorção de moléculas sonda para avaliação de acidez. Termodinâmica de adsorção. Cinética de adsorção. Exemplos de adsorção de diferentes gases e vapores em várias classes de materiais. 3. Adsorção a partir de fase líquida. Metodologias

experimentais. Adsorção a partir de soluções diluídas. Classificação e interpretação de isotérmicas. Cinética de adsorção. Exemplos de adsorção de cátions, solutos orgânicos e biomoléculas em diferentes materiais.

Componente prática

Análise de isotérmicas de adsorção. Determinação experimental de isotérmicas de adsorção da fase gasosa e de soluções aquosas em materiais preparados na unidade curricular Materiais Porosos.

9.4.5. Syllabus:

Theoretical component

1. General concepts and terminology. The role of adsorption in different scientific and technological contexts. 2. Adsorption from the gas phase. Experimental methodologies. Adsorption mechanisms. Adsorption isotherms. Models and theories, and their application for textural characterisation. Comparative methods. Adsorption of probe molecules for the acidity evaluation. Thermodynamics of adsorption. Kinetics of adsorption. Examples of adsorption of different gases and vapours by different classes of materials. 3. Adsorption from the liquid phase. Experimental methodologies. Adsorption from dilute solutions. Classification and interpretation of isotherms. Kinetics of adsorption. Examples of adsorption of cations, organic solutes and biomolecules by different materials.

Practical component

Analysis of adsorption isotherms. Experimental determination of isotherms of adsorption from gas phase and aqueous solutions by materials prepared in the UC Porous Materials.

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

Os conteúdos programáticos contemplam aspetos científicos e práticos fundamentais no âmbito da adsorção a partir da fase gasosa e a partir de solução em materiais e que se organizam em quatro vertentes: mecanismos de adsorção, teorias e métodos de análise de dados, metodologias experimentais e aplicações. Esta abordagem está direcionada para que os estudantes saibam obter, analisar e interpretar dados de adsorção, correta e criteriosamente, e, conseqüentemente, obter informações adequadas, tendo por base os conceitos qualitativos subjacentes e a aplicação particular a que se destinam os materiais.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The programmed course content contemplates fundamental scientific and practical aspects related with adsorption from the gas phase and from solution by materials and is organised in four vectors: mechanisms of adsorption, theories and methods of data analysis, experimental methodologies and applications. This approach is directed with the aim of enabling the students to know how to obtain, analyse and interpret adsorption data correctly and rationally, and, consequently, to obtain suitable information on the basis of the underlying qualitative concepts and the particular application for which the materials are intended.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino concretiza-se em aulas presenciais de índole teórica e em práticas laboratoriais. Adicionalmente, nas aulas iniciais são fornecidas isotérmicas de adsorção em diferentes materiais para que os estudantes, em horário extra-aula, os possam ir analisando quantitativamente com base nos conteúdos que vão sendo lecionados, sendo discutidos com a docente sempre que necessário.

A avaliação de conhecimentos poderá ser realizada através de: prova de avaliação escrita individual (nota: NE); análise de isotérmicas e elaboração de relatório sumativo e crítico individual (Nota: NT); relatório (em grupo) e desempenho nas aulas laboratoriais (Nota: NP). Apenas o teste escrito é obrigatório, deixando-se ao critério de cada estudante a entrega dos outros elementos de avaliação. Esta opção visa responsabilizar os estudantes na autoavaliação dos conhecimentos adquiridos. Dependendo dos elementos entregues, a nota final é dada por: $NF=NE$ ou $NF=0,4NE+0,6NT$ ou $NF=0,3NE+0,4NT+0,3NP$.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching is carried out in lecture classes of theoretical nature and practical. Additionally, at the beginning the students are provided with adsorption isotherms on different materials, which they should analyse, in out of time class, quantitatively on the basis of the theoretical concepts which are progressively introduced in the classes, being discussed with the teacher when needed. Knowledge evaluation may be carried out by: individual written test (mark: NE); analysis of the adsorption isotherms and individual elaboration of a critical summary report (mark: NT); group report and performance during the laboratory classes (mark: NP). Only the written test is obligatory, leaving submission of the other elements to the criterion of each student. This option aims to make the students responsible for their own auto-evaluation of acquired knowledge. Depending on the elements available, the final mark is given by: $NF=NE$ or $NF=0.4NE+0.6NT$ or $NF=0.3NE+0.4NT + 0.3NP$.

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

As aulas teóricas contemplam a apresentação dos assuntos programados, com ilustração e discussão de casos concretos e incentiva-se a participação ativa dos estudantes. Os dados de isotérmicas de adsorção de nitrogénio obtidas em seis materiais diferentes, que são fornecidos no início desta unidade curricular, permitem que os estudantes apliquem os métodos e consolidem conceitos à medida que irão aprendendo nas aulas teóricas. A componente prática laboratorial funciona também em articulação e em complementaridade com a componente teórica, recorrendo ao planeamento e execução de trabalho laboratorial diretamente relacionado com conteúdos programáticos da componente teórica. São fornecidos aos estudantes protocolos resumidos, apenas com as orientações necessárias, no sentido de fomentar a autonomia e a capacidade de iniciativa, embora sejam acompanhados nas aulas pela docente. Os conteúdos da componente prática laboratorial incluem a determinação experimental de isotérmicas de adsorção a partir da fase gasosa (métodos manométrico e gravimétrico) e de solução em materiais que prepararam na unidade curricular Materiais Porosos e que serão analisados quantitativamente com base no que foi lecionado nas aulas teóricas.

O trabalho de análise dos dados fornecidos, bem como a concretização laboratorial em articulação com os conteúdos teóricos, visam a consolidação dos conhecimentos e uma preparação contínua para o exame. Na componente laboratorial os estudantes tomam contacto com novas técnicas, nomeadamente utilizam instalações de alto vácuo e usam metodologias experimentais em condições idênticas às das atividades de investigação da docente. Os trabalhos são desenvolvidos em parte no tempo de contacto estabelecido, e concluídos em horário extra-aula, esperando-se iniciativa dos estudantes em complementar com novos aspetos, indo além do que foi previamente estabelecido. Este modo de funcionamento da unidade curricular permite consolidar os conhecimentos, fomentar as capacidades de iniciativa e de autonomia e a integração da aprendizagem em contexto de investigação. Assim, a concretização do objetivo de uma aprendizagem centrada no trabalho extra-aula dos estudantes, estende-se também à componente laboratorial. Na globalidade, o processo de ensino/aprendizagem centra-se no trabalho dos estudantes, incentivando-se a componente de trabalho em grupo adicionalmente à de trabalho individual.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The theoretical classes contemplate presentation of the programmed course content, with illustration and discussion of concrete cases, and the active participation of the students is encouraged. The data of nitrogen adsorption isotherms on six different materials which is provided at the beginning allows the students to apply the methods and consolidate concepts as they are progressively presented during the theoretical classes. The laboratory practical component functions in an articulated and complementary manner with the theoretical component, as the planning and execution of the laboratory work is directly related with the programmed theoretical course content. Summary protocols, just with the necessary orientation, are given to the students in order to stimulate autonomy and initiative, although they are supervised by the lecturer. The practical course contents include experimental determination of adsorption isotherms from the gas phase (manometric and gravimetric methods) and from solution on materials prepared in the curricular unit Porous Materials and which will be analysed quantitatively on the basis of the material lectured in the theoretical classes. The work of analysing the data provided, as well as the realization of laboratory work in articulation with the theoretical content, is aimed at consolidating knowledge and is also a continuous preparation for the final exam. During the laboratory component the students make contact with new techniques, namely, they use high vacuum installations and use experimental methodologies identical to those used in the research activities of the lecturers. The work is carried out partially in the programmed contact periods and concluded in out of class time, and the students are expected to show initiative in completing new aspects, going beyond what was initially summarily indicated. This modus operandi of the curricular unit allows for consolidation of knowledge, stimulation of initiative and autonomy, and integration of learning in the context of research. In this way, the realization of the objective of learning centred on the out of class work of the students, also extends to the practical component. Overall, the process of teaching/learning is centred on the work of the students, and incentive is given as much to group learning as to individual learning.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Wang, Q. (Ed.). (2019). Post-combustion carbon dioxide capture materials. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
Rouquerol, F., Rouquerol, J., Sing, K. S. W., Llewellyn, P., Maurin, G. (2014). Adsorption by powders and porous solids. (2nd ed.). London: Academic Press.
K.K. Kolasinski, K. K. (2012). Surface science: Foundations of catalysis and nanoscience (3rd ed.). Chichester: John Wiley & Sons
Ribeiro Carrott, M.M.L. (2008). Physisorption of gases by solids: fundamentals, theories and methods for the textural characterisation of catalysts. In Figueiredo, J. L., Pereira, M.M., Faria, J. (Eds.), Catalysis from theory to application – an integrated course (pp. 83-105). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra & Sociedade Portuguesa de Química.
Do, D.D. (2008). Adsorption analysis: Equilibria and kinetics. London: Imperial College Press.

Outros elementos bibliográficos específicos (incluindo livros, artigos e Proceedings de conferências) serão indicados pela docente.

Anexo II - Materiais Funcionais

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Materiais Funcionais

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Functional Materials

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

156

9.4.1.5. Horas de contacto:

T-30; TP-9; PL-6

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Paulo Jorge Gomes Mendes (12)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

António Paulo da Silva Teixeira (6h)

Jorge Manuel Ginja Teixeira (12h)

João Manuel Valente Nabais (6h)

António Manuel Deométrio Rodrigues Lourenço Pereira (9h)

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

O objetivo da UC é fornecer uma visão geral dos materiais funcionais e destacar as suas aplicações, em particular nas áreas da medicina, biologia, energia e ambiente. Será dada particular ênfase aos aspetos da relação entre a estrutura, respetivas propriedades e modo de atuação.

A unidade curricular permitirá a aquisição das seguintes competências: a) conhecer os princípios fundamentais da química aplicados a estes materiais; b) associar a grande variedade de tipos de materiais existentes com a respetiva aplicação; c) compreender a importância materiais funcionais no contexto dos desafios sociais atuais; d) capacidade de planear e efetuar trabalhos experimentais nesta área; e) pesquisar, compilar informação relevante e apresentar trabalhos realizados no âmbito dos conteúdos programáticos; f) integração em investigação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of the course is to provide an overview of functional materials and highlight their applications, particularly in medicine, biology, energy and environment. Emphasis will be given to aspects of the relationship between chemical structure, their properties and mode of action.

The curricular unit will allow the acquisition of the following skills: a) to know the fundamental principles of chemistry applied to these materials; b) associate the wide variety of existing material types with their application; c) understand the importance of functional materials in the context of current societal challenges; d) ability to plan and carry out experimental work in this area; e) search, compile relevant information and present works within the scope of the syllabus; f) integration into research.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Conceito de materiais funcionais. Visão geral dos materiais funcionais e suas aplicações.

Energia solar: células fotovoltaicas, termofotovoltaicas e fotoelectroquímicas. Síntese e design de corantes orgânicos como sensibilizadores para células solares (DSSCs).

Produção e armazenamento de hidrogénio: produção eletrolítica e métodos de armazenamento. Células de combustível: processamento de hidrocarbonetos e combustíveis alternativos.

Baterias de ião lítio e supercondensadores.

Materiais para optoelectrónica e fotónica, materiais electro- e fotocromáticos, comutação molecular, materiais luminescentes.

Sensores químicos e biosensores. Síntese e design de fluoróforos para marcação de biomoléculas.

Materiais inteligentes para libertação controlada de fármacos e outras substâncias. Biomateriais.

Materiais para decomposição química e fotocatalítica de compostos orgânicos e remoção de poluentes.

9.4.5. Syllabus:

Concept of functional materials. Overview of functional materials and their applications.

Solar energy: photovoltaic, thermophotovoltaic and photoelectrochemical cells. Molecules for Dye-sensitized solar cells (DSSCs).

Hydrogen production and storage: electrolytic production and storage methods. Fuel cells: hydrocarbon processing and alternative fuels. Lithium-ion batteries and supercapacitors.

Materials for optoelectronics and photonics, electro- and photochromic materials, molecular switching, luminescent materials.

Chemical sensors and biosensors. Biomolecular labeling.

Intelligent controlled drug and other substances delivery materials. Biomaterials.

Materials for chemical and photocatalytic decomposition of organic compounds and removal of pollutants.

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

A unidade curricular está, em termos de conteúdos programáticos, dividida em módulos. No 1º módulo são abordados os aspetos essenciais sobre materiais funcionais, seu conceito e âmbito de aplicação. Nos módulos seguintes é dado ênfase aos aspetos da relação entre a estrutura, propriedades, modo de atuação e aplicação em áreas que vão desde a energia, as comunicações e imagem, à medicina, biologia e ambiente. O estudo destes vários tópicos permite fornecer uma visão geral sobre os materiais funcionais e a sua importância no contexto atual da sociedade, os principais objetivos são ainda aplicados em contexto laboratorial, fundamentais para o desenvolvimento experimental, para a interpretação e análise crítica dos resultados e integração na investigação.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The course unit is, in terms of syllabus, divided into modules. The first module addresses the essential aspects of functional materials, their concept and scope. In the following modules a special emphasis is given to aspects of the relationship between structure, properties, mode of action and application in areas ranging from energy, communications and imaging to medicine, biology and the environment. The study of these various themes provides an overview of functional materials and their importance in the current context of society, the main objectives of the curricular units. This knowledge is also applied in the laboratory context, fundamental for experimental development, interpretation and critical analysis of results and integration in research.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino assenta em aulas teóricas (T), teórico-práticas (TP) e práticas laboratoriais (PL). Nas aulas T são apresentados os conceitos sobre os conteúdos da UC seguindo uma metodologia essencialmente expositiva, mas com muitos momentos de discussão e interatividade. Nas aulas TP promove-se desenvolvimento e consolidação de competências, através da análise, debate e resolução de questões desafiantes. Nas aulas PL será aplicada a matéria lecionada a situações práticas concretas, sempre que possível no âmbito de projetos de investigação. Os alunos são ainda incentivados a integrar e aplicar conhecimentos através de recolha de informação, análise e discussão de um tema selecionado no âmbito do programa.

A avaliação contínua é feita mediante a realização de provas de frequência (60%), desempenho laboratorial (20%) e análise e discussão de um tema selecionado (20%). No regime de avaliação final, o aluno realiza um exame (80%) a que se soma o desempenho laboratorial (20%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching is based on theoretical (T), theoretical-practical (TP) and laboratory (PL) classes. In T classes the concepts about the contents of the curricular unit are presented following mainly an expository methodology, but with many moments of discussion and interactivity. TP classes aim to the development and consolidation of competences, through the analysis, debate and resolution of challenging questions. In PL classes will be applied the subject taught to concrete practical situations, whenever possible within the scope of research projects. Students are further encouraged to integrate and apply knowledge through information gathering, analysis and discussion of a selected theme within the program.

Continuous assessment is made by performing frequency tests (60%), laboratory performance (20%) and analysis and discussion of a selected topic (20%). In the final evaluation scheme, the student performs an exam (80%) to which the laboratory performance is added (20%).

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

As metodologias de ensino estão em coerência com os objetivos da unidade curricular que visam capacitar o aluno em interpretar, descrever e relacionar o conhecimento atual sobre os aspectos fundamentais dos materiais funcionais e a sua importância no contexto dos desafios sociais atuais. As aulas teóricas não são totalmente expositivas, procurando-se recorrer a uma estratégia de exposição interpretativa e interativa. As aulas teórico-práticas são desenhadas para trabalhar conceitos numa perspectiva prática. As práticas laboratoriais funcionam em articulação e em complementaridade com a componente teórica, recorrendo ao planeamento e execução de trabalho laboratorial diretamente relacionado com conteúdos programáticos e no âmbito, sempre que possível, de projetos de investigação. Os alunos tomam contacto técnicas e usam metodologias experimentais idênticas às das atividades de investigação dos docentes envolvidos. Estas aulas funcionarão com base no método científico. Privilegiar-se-á o desenvolvimento de uma atitude analítica e investigativa nos alunos, valorizando a pesquisa de informação, a interpretação de resultados do trabalho experimental e o desenvolvimento de uma atitude crítica e do rigor científico. Nesse sentido, é fornecido aos alunos informação resumida do trabalho a realizar, apenas com as orientações necessárias, no sentido de fomentar as capacidades de iniciativa e de autonomia e a integração da aprendizagem em contexto de investigação. O estudante é ainda incentivado a produzir trabalho individual ou em grupo através da pesquisa de conteúdos no âmbito de um tema selecionado para que possa aplicar e aumentar o seu grau de conhecimentos. As metodologias de ensino estão fundamentalmente direcionadas para o desenvolvimento de competências, nomeadamente, na capacidade de aplicar os conhecimentos em situações de alguma complexidade, na capacidade de comunicar as conclusões e os conhecimentos de forma clara e inequívoca e assumir a responsabilidade pelo desenvolvimento de uma aprendizagem autónoma. A orientação da aprendizagem efetua-se complementarmente através da plataforma "Moodle" onde são disponibilizados conteúdos fornecidos pelos docentes, artigos científicos, "ligações" para páginas da Internet de interesse e outra informação relevante para a unidade curricular. O regime de avaliação permite verificar se as competências de integração de conhecimentos foram alcançadas.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies are consistent with the curricular unit objectives that aim to enable the student to interpret, describe and relate current knowledge about the fundamental aspects of functional materials and their importance in the context of current societal challenges. Theoretical classes are not totally expository, trying to recourse to an interpretative and interactive exposition strategy. Theoretical-practical classes are designed to work concepts in a practical perspective. Laboratory practices work in articulation and complementarity with the theoretical component, employing the planning and execution of laboratory work directly related to syllabus and, whenever possible, within research projects. Students get in touch with techniques and use experimental methodologies identical to the research activities of the teachers involved. These classes will work based on the scientific method. The development of an analytical and investigative attitude in the students will be privileged, valuing the research of information, the interpretation of results of the experimental work and the development of a critical attitude and the scientific objectivity. In this sense, students are provided with a summary information of the work to be done, with only the necessary orientations, in order to encourage the capacities of initiative and autonomy and the integration of learning in a research context. Students are also encouraged to produce individual or group work by researching content within a selected theme so that they can apply and increase their degree of knowledge. Teaching methodologies are mainly directed towards skills development, namely the ability to apply knowledge in situations of some complexity, the ability to communicate conclusions and knowledge clearly and unambiguously and to take responsibility for the development of learning autonomously. The learning orientation is complemented through the "Moodle" platform where content provided by teachers, scientific articles, "links" to web pages of interest and other relevant information for the course unit are available. The assessment scheme allows to check whether the knowledge integration skills have been achieved.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Atzori, M.; Artizzu F. (Eds) (2018) *Functional Molecular Materials: An Introductory Textbook*, Pan Stanford Publishing
Longo, E.; La Porta, F. (Eds) (2017) *Recent Advances in Complex Functional Materials: From Design to Application*, Springer
Tiwari, A.; Uzun, L. (Eds) (2015) *Advanced Functional Materials*. Advanced Materials Series, Scrivener Publishing & Wiley & Sons
Hardy, J. & Schacher, F. (Eds). (2015) *Functional Metallosupramolecular Materials*, RSC Publishing
Leclerc, M; Gauvin, R. (Eds) (2014) *Functional Materials: For Energy Sustainable Development and Biomedical Sciences*, Walter de Gruyter
A., Carmen & Concheiro, A. (Eds) (2013) *Smart Materials for Drug Delivery Vol. 1 & 2*. RSC Publishing
Kilner, J.; Skinner, S.; Irvine, S, Edwards, P. (Eds) (2012) *Functional materials for sustainable energy applications*. Woodhead Publishing Series in Energy: Number 35, Woodhead Publishing
Bhat, S.V. (2005) *Biomaterials*. 2nd Ed., Alpha Science International.

Anexo II - Polímeros e Aplicações

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Polímeros e Aplicações

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Polymers and Applications

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

156

9.4.1.5. Horas de contacto:

T-30; PL-15

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Paulo Alexandre Mira Mourão (45 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

-

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

Esta unidade curricular (UC) tem como objetivo dotar os alunos de competências e aptidões suportadas em conhecimentos sólidos dos variados aspetos científicos e tecnológicos envolvidos na área dos polímeros e das suas inúmeras aplicações.

O ensino dos diferentes conteúdos, síntese, modificação, processamento e aplicação de polímeros, será feito à luz das perspetivas mais atuais nesta área, em particular nos princípios sustentáveis, definidos e aceites pela comunidade académica e científica, exigidos pelas sociedades modernas, informadas e conhecedoras dos princípios de sustentabilidade.

Nesta UC demonstrar-se-á como conhecimentos aparentemente diversos de síntese química, interações moleculares, transformações de fase, etc, são essenciais para o desenvolvimento dos novos materiais que a sociedade moderna exige, bem como, para entender as suas características e modificar as suas propriedades, visando as suas aplicações.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

This curriculum unit (UC) aims to provide students with skills supported on strong knowledge of the various scientific and technological aspects involved in the field of polymers and their numerous applications. The teaching of the different contents, synthesis, modification, processing and application of polymers, will be done in the light of the most current perspectives in this area, in particular in sustainable principles, defined and accepted by the academic and scientific community, as required by modern, informed and knowledgeable societies.

In this UC it will be demonstrated as seemingly diverse knowledge of chemical synthesis, molecular interactions, phase transformations, and others, are essential for the development of new materials that modern society demands, as well as to understand its characteristics and modify its properties, targeting its applications.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1: Introdução aos Polímeros. 2: Estrutura Molecular de Polímeros. 3: Mecanismos de Polimerização. 4: Propriedades de Polímeros. 5: Processamento de Polímeros. 6: Elastómeros e Géis. 7: Polímeros Reticulados. 8: Polímeros Naturais. 9: Síntese de Polímeros. 10: Caracterização de Polímeros. 11: Biomateriais. 12: Aplicações em Saúde, Energia, Transportes, Construção,

9.4.5. Syllabus:

1: Introduction to Polymers. 2: Polymer Molecular Structure. 3: Polymerisation Mechanisms. 4: Polymer Properties. 5: Polymer Processing. 6: Elastomers and Gels. 7: Network Polymers. 8: Natural Polymers. 9: Syntheses of Polymers. 10: Polymers Characterisation. 11: Biomaterials. 12: Health, Energy, Transport, Construction and Environmental Applications. 13: Polymers on Circular Economy. 14: Future Perspectives.

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

O programa contempla todos os aspetos, desde a síntese até ao processamento, destacando relações entre estrutura molecular e propriedades. Os alunos irão adquirir a capacidade de prever o tipo de precursor molecular e as condições de síntese necessárias para obter um material com características definidas, de identificar materiais diferentes e as características que os tornam úteis em determinadas aplicações, e de explicar as suas propriedades com base na estrutura molecular. Parte-se do princípio que os alunos já possuem uma sólida formação de base, adquirida em unidades curriculares anteriores, de química física, inorgânica, orgânica e analítica e alicerça-se nos conhecimentos sobre a preparação e caracterização de materiais que os alunos adquiriram nas unidades curriculares obrigatórias do primeiro semestre. No final da uc, os alunos estarão preparados para a realização de Doutoramento na área de Polímeros ou de entrar numa empresa que fabrica, processa ou utiliza Polímeros.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The program contemplates all aspects from synthesis to processing, emphasizing relationships between molecular structure and properties. The students will acquire the ability to predict the type of molecular precursor and the synthesis conditions needed to obtain a material with defined characteristics, to identify different materials and the characteristics which make them useful in given applications and to explain their properties on the basis of their molecular structure. The discipline starts from the principle that the students already have a solid foundation of physical, inorganic, organic and analytical chemistry and builds on the knowledge of materials preparation and characterisation that the students acquired in the obligatory first semester disciplines. At the end, the students will be prepared for carrying out Doctoral research in the area of Polymers or to work in a company that produces, processes or uses Polymers.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Em cada aula teórica um único ponto do programa é abordado. Faz-se uma exposição da matéria de uma forma que estimula a participação dos alunos e simultaneamente permite que o docente detete lacunas nos conhecimentos de base. No último caso, o docente irá tentar corrigir as lacunas durante a aula teórica. O aprofundamento e consolidação de conhecimentos assentam no trabalho individual dos alunos fora dos períodos de contacto, com o apoio da bibliografia recomendada e notas recolhidas pelos alunos. A avaliação continua desta UC é composta pela nota da componente laboratorial (25%), da realização de um trabalho de pesquisa e respetiva apresentação (25%) e de um teste escrito (50%). No regime de avaliação final, o aluno realiza uma única prova de avaliação (100%), que incide sobre toda a matéria lecionada, incluindo a componente laboratorial.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

In each theoretical class a single program point is treated. The material is presented in a manner aimed at stimulating student participation and which at the same time allows the teacher to detect gaps in their fundamental knowledge. Acquisition of a deeper and consolidated understanding of the course content is based on the student's individual study supported by bibliography recommended by the lecturer and the students own notes. The continued evaluation of this UC is the result of the laboratorial component (25%), a research work and its presentation (25%) and the realization of a written test (50%). In the final evaluation regime, the student performs a single evaluation test (100%), comprising all the matters, including the laboratorial component.

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

De forma a conseguir o objetivo da unidade curricular pode considerar-se que envolve 3 fases: A) o precursor e a síntese, B) propriedades do produto final e C) previsão de A a partir de B ou racionalização de B com base em A. A e B são conhecimentos que podem ser expostos (de forma interativa e tendo em conta as características de cada aluno) e os alunos devem aprender (com a ajuda dos docentes no esclarecimento de eventuais dúvidas). C é uma competência que precisa de ser desenvolvida pelo próprio aluno - os conteúdos programáticos, a forma e sequência da sua apresentação, e os problemas resolvidos quer pelos docentes quer pelos alunos devem ser ajustados com vista a essa finalidade.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

In order to achieve the objective of the discipline 3 stages can be imagined: A) the precursor and the synthesis, B) the properties of the final product and C) prediction of A from B or rationalisation of B on the basis of A. A and B are knowledge which can be presented (in an interactive manner and with attention to the characteristics of each student) and the students should learn (with the help of the teaching staff in clarifying eventual doubts). C is a skill which needs to be acquired by the student himself - the program contents, the form and sequence of presentation and the problems resolved by the lecturers or by the students should be adjusted with this final goal in mind.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Uma coleção razoável de livros clássicos e novos, em Inglês ou Português, sobre Polímeros e Aplicações, está disponível. A Universidade tem também livre acesso online à maioria das revistas científicas. Alguns livros recomendados são:

[1] Encyclopedia of Polymer Applications, 3 Volume Set, 1st Edition

Munmaya Mishra

CRC Press, ISBN 9781498729932 - CAT# K26102

[2] Química de Polímeros, J. Seixas de Melo, M.J. Moreno, H. Burrows e H. Gil (editores), Imprensa da Universidade de Coimbra, 2004

[3] Carraher's Polymer Chemistry, 10th Edition, Charles E. Carraher Jr., CRC Press, ISBN 9781498737388 - CAT# K26535

[4] Plastics Waste Management: Processing and Disposal, 2nd Edition

Muralisrinivasan Natamai Subramanian

ISBN: 978-1-119-55618-3

Ao longo das aulas serão recomendados alguns ebooks de elevada qualidade e atualidade, que estão livre e legalmente disponíveis na internet.

Anexo II - Química Medicinal

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Medicinal

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Medicinal Chemistry

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

156

9.4.1.5. Horas de contacto:

T-30; PL-12

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

António Paulo da Silva Teixeira (38 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Anthony Joseph Burke (4 h)

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

O objetivo geral desta disciplina é dotar os alunos de um conjunto de conhecimentos básicos no âmbito da Química Medicinal. Para tal, o aluno deve conhecer e compreender os conceitos e princípios fundamentais da Química Medicinal, nomeadamente sobre o mecanismo da ação dos fármacos, sua classificação, mecanismos moleculares de ação e relações estrutura-atividade, sobre os parâmetros farmacocinéticos utilizados no estudo e avaliação dos fármacos, bem como sobre a obtenção e desenvolvimento de novos fármacos. Os alunos devem ainda ser capazes de aplicar os conhecimentos obtidos ao estudo de novas moléculas e desenvolvimento de novos fármacos e de desenvolver o sentido crítico e a capacidade de resolução de problemas em Química Medicinal.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The overall objective of this course is to provide students with a set of basic knowledge in the context of Medicinal Chemistry. The students should know and understand the concepts and principles of medicinal chemistry, in particular on the mechanism of action of drugs, their classification, molecular mechanisms of action and structure-activity relationships, pharmacokinetic parameters used in the study and evaluation of drugs, as well as on the collection and development of new drugs. Students should also be able to apply this knowledge to the study of new molecules and development of new drugs and to develop critical thinking and problem-solving skills in Medicinal Chemistry.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- Introdução à Química Medicinal, sua importância e perspetiva histórica. Nomenclatura e classificação dos fármacos.
- Modo de ação dos fármacos e alvos terapêuticos: mecanismos moleculares da ação dos fármacos em lipídios, glúcidos, proteínas e ácidos nucleicos. Recetores; reconhecimento molecular e comunicação celular.
- Ciclo geral dos fármacos no organismo. Farmacocinética: Absorção, Distribuição, Metabolismo e Excreção dos fármacos; pró-fármacos.
- Relações qualitativas e quantitativas estrutura-atividade (SARs).
- Principais fontes de obtenção de fármacos. Métodos de procura, descoberta e isolamento de novos fármacos; desenvolvimento e produção de novos fármacos.
- Desenvolvimento e produção de novos fármacos.
- Estudo de alguns fármacos: estruturas químicas, métodos de obtenção, mecanismos de ação, relação estrutura-atividade, farmacodinâmica, farmacocinética e aplicações.

9.4.5. Syllabus:

- Introduction to Medicinal Chemistry, its importance and historical perspective. Nomenclature and classification of drugs.
- Mode of action of drugs and therapeutic targets: molecular mechanisms of drug action in lipids, carbohydrates, proteins and nucleic acids. Receptors. Molecular recognition and cellular communication.
- General cycle of drugs in the body. Pharmacokinetics: Absorption, Distribution, Metabolism and Excretion of drugs; prodrugs.
- Qualitative and quantitative structure-activity relationships (SARs).
- Main sources of obtaining drugs. Methods of searching, finding and isolating new drugs; development and production of new drugs.
- Development and production of new drugs.
- Study of some drugs: chemical structures, mechanisms of action, structure-activity relationship, pharmacodynamics, pharmacokinetics and applications.

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

Esta unidade curricular visa permitir ao aluno conhecer e compreender os conceitos e princípios fundamentais da Química Medicinal, a sua importância no mundo atual e o papel central que desempenha no design, descoberta, estudo e desenvolvimento de novos fármacos. Para tal, são também explorados os conceitos e princípios fundamentais associados à estrutura, reatividade e síntese das moléculas dos sistemas biológicos.

Os conhecimentos serão aplicados em atividades práticas laboratoriais, na interpretação dos resultados e sua relação com os conteúdos lecionados na componente teórica, no desenvolvimento do espírito crítico e no aprofundamento de conhecimentos acerca de fármacos específicos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

This course aims to enable students to know and understand the concepts and principles of Medicinal Chemistry, its importance in today's world and the central role it plays in the design, discovery, study and development of new drugs. To this end, are also explored the concepts and principles associated with the structure, reactivity and synthesis of molecules of biological systems.

Knowledge will be applied in laboratory practice activities, the interpretation of results and their relationship with what is taught in the theoretical component in the development of critical thinking and deepening of knowledge about specific drugs.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O processo de ensino/aprendizagem baseia-se no trabalho individual dos alunos, apoiado em bibliografia recomendada pelo docente e em pesquisas realizadas individualmente. As aulas teóricas são aulas de exposição, havendo lugar à resolução de exercícios, esclarecimento de dúvidas e discussão de alguns tópicos. As aulas laboratoriais funcionam articulada e complementarmente com as aulas teóricas, recorrendo ao planeamento e execução de trabalho laboratorial que concretize exemplos práticos dos conteúdos teóricos.

A avaliação será baseada na aferição da aquisição, compreensão dos conhecimentos e do desenvolvimento de competências nas várias componentes da disciplina: a componente teórica (60%) será avaliada por exame (opção por duas provas de frequência); a avaliação da componente laboratorial (10%) é efetuada através da execução de trabalhos práticos e elaboração dos seus relatórios, e a avaliação é complementada com a apresentação de uma pequena monografia sobre um fármaco (30%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The process of teaching/learning is based on the individual work of students, supported by recommended literature and in research conducted individually. The theoretic lectures are lessons of exposition of the subjects, and also take place the resolution of some exercises, answer questions and discuss related topics. The laboratory classes work articulated and complementary with other lectures, using the planning and execution of laboratory work which implements practical examples.

The assessment will be based on measuring the acquisition of knowledge, understanding and measurement of skills developed in the different components of the course. The evaluation of the theoretical part (60%) take place by a written exam (with an option for two tests). The practical evaluation (10%) is done through the reports of practical work with the treatment and interpretation of the experimental results. This assessment is complemented by the presentation of a small monograph about a drug (30%).

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

O ensino/aprendizagem baseado sobretudo no trabalho individual dos alunos permite o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos e competências, incluindo a autonomia na identificação de problemas e na interpretação de informação especializada na área da Química Medicinal.

A complementaridade da abordagem teórica e prática utilizada permitirá a integração dos conhecimentos adquiridos com as atividades experimentais, incluindo o seu planeamento, gestão de atividades, trabalho em equipa e a aplicação dos conhecimentos à resolução de problemas concretos nesta área científica. A metodologia permitirá a aplicação destes conhecimentos ao estudo de fármacos específicos.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching and learning based primarily on individual work of students allows the development of a set of knowledge and skills, including autonomy in problem identification and interpretation of specialized information in the field of medicinal chemistry.

The complementarity of theoretical and practical approach used will enable the integration of knowledge gained from the experimental activities, including its planning, management activities, teamwork and application of knowledge to solve practical problems in this field.

The methodology will allow the application of such knowledge to the study of specific drugs.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- G. L. Patrick, "An Introduction to Medicinal Chemistry", 6th ed., Oxford University Press, Oxford, 2017.
- C. Avendano, "Introducción a la Química Farmacéutica", 2a ed., McGraw Hill-Interamericana de Espana, Madrid, 2001.
- G. Thomas, "Medicinal Chemistry: an Introduction", 2nd ed., John Wiley and Sons, Chichester, 2007.
- R. B. Silverman, M. W. Holladay, "The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action", 3rd ed., Academic Press, 2014.
- E. J Barreiro, C. A. M. Fraga, Química Medicinal - As bases moleculares da ação dos fármacos", 2ª ed., ArtMed Editora, São Paulo, 2008.

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:
Síntese de Compostos Bioativos

9.4.1.1. Title of curricular unit:
Synthesis of Bioactive Compounds

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:
QUI

9.4.1.3. Duração:
Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
156

9.4.1.5. Horas de contacto:
T-27; PL-6

9.4.1.6. ECTS:
6

9.4.1.7. Observações:
-

9.4.1.7. Observations:
-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Anthony Joseph Burke (21 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
António Paulo da Silva Teixeira (6 h)
Paulo Jorge Gomes Mendes (6 h)

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

O objetivo geral desta disciplina é dotar os alunos de um conjunto de conhecimentos no âmbito da síntese de moléculas bioativas, em particular de uma forma eficiente e sustentável. A unidade curricular permitirá a aquisição das seguintes competências: a) conhecer princípios fundamentais de síntese orgânica aplicada à obtenção de moléculas-alvo; b) conhecer técnicas utilizadas para controlar a regioselectividade e a estereoselectividade do produto; c) conhecer métodos "verdes" para a obtenção de produtos de elevado valor; d) conhecer questões relacionadas com o scale up da síntese de APIs à escala industrial; e) reconhecer a importância da divulgação dos resultados e protecção da propriedade intelectual.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The general objective of this course unit is to provide students with a set of knowledge on the synthesis of bioactive molecules, mainly in an efficient and sustainable way. The curricular unit will allow the acquisition of the following competences: a) to know fundamental principles of organic synthesis applied to obtain target molecules; b) know techniques used to control the regioselectivity and stereoselectivity of the product; c) to "green" methods for obtaining high value products; d) know issues related to the scale up of API synthesis at industrial scale; e) recognize the importance of results dissemination and protection of intellectual property.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Importância das moléculas bioativas e campos de actuação (fármacos, biocidas, etc). A Síntese Química na obtenção de moléculas bioativas: "descoberta", "planeamento", síntese orientada para a molécula-alvo ("target oriented synthesis"), para a diversidade ("diversity-oriented synthesis") e planeamento baseado na estrutura ("structure based design"). Análise retrossintética. Interconversão de grupos funcionais. Reações de "cross coupling" catalisadas por metais de transição: exemplos. Rearranjos moleculares. Síntese assimétrica. Estereoselectividade e regioselectividade. Grupos de protecção. Síntese Química sustentável; novos processos de síntese com tecnologias verdes: biocatálise, síntese assistida por micro-ondas, etc. A Síntese de APIs à escala industrial; abordagem ao scale-up. Equipamento, pureza e controlo nas diferentes fases da síntese a nível industrial. Separação, purificação e secagem dos produtos. Divulgação dos resultados e protecção da propriedade intelectual. Patentes.

9.4.5. Syllabus:

Importance of bioactive molecules and fields of action (drugs, biocides, etc). Chemical Synthesis in obtaining bioactive molecules. Chemical Synthesis in the "discovery" and "planning" of new bioactive molecules. Target-oriented synthesis, diversity-oriented synthesis and structure-based design. Retrosynthetic analysis. Interconversion of Functional Groups. Transition metal catalyzed cross coupling reactions: examples. Molecular rearrangements. Asymmetric synthesis. Stereoselectivity and Regioselectivity. Sustainable Chemical Synthesis; new synthesis processes with green technologies: biocatalysis, microwave assisted synthesis, etc. Synthesis of APIs on an industrial scale; approach to scale-up. Equipment, purity and control at different stages of synthesis at industrial level. Product separation, purification and drying. Dissemination of results and protection of intellectual property. Patents.

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

Esta unidade curricular visa permitir ao aluno aprender métodos sintéticos para a produção de compostos orgânicos com atividade biológica. Devido à natureza e filosofia deste curso de mestrado, vai haver uma forte ênfase em métodos sustentáveis e amigos do ambiente. Além disso, o aluno vai também perceber as necessidades e preocupações que indústria atualmente tem na produção de moléculas bioativas, como por exemplo fármacos e produtos veterinários, etc. Pretende-se que através deste programa o aluno desenvolva um espírito crítico e a capacidade de resolver problemas sozinho.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

This course aims to enable the student to learn about synthetic methods for the production of organic compounds with biological activity. Due to the nature and philosophy of this master's course, there will be a strong emphasis on sustainable and environmentally friendly methods. In addition, the student will also understand the needs and concerns that industry currently faces for the production of bioactive molecules, such as drugs and veterinary products etc. It is intended that through this program the student develops a critical spirit and the ability to solve problems by him or herself.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ao longo da unidade curricular são utilizadas diferentes ferramentas de ensino. Para além das aulas presenciais e as aulas práticas, o aluno é ainda motivado a resolver vários exercícios em casa. É ainda usada a plataforma de e-learning da Universidade para divulgação do material usado nas aulas e para a realização de mini-testes. A avaliação será baseada na aferição da aquisição e compreensão dos conhecimentos e na aferição do desenvolvimento de competências nas várias componentes da disciplina. A avaliação das componentes teórica decorrerá através de exame final ou opção por duas provas de frequência (com um peso de 75% da nota final). Essa avaliação é complementada por avaliação contínua do interesse e desempenho alcançados pelos alunos durante o semestre, realização de mini-testes, participação em seminários e a realização de alguns trabalhos no laboratório (com um peso de 25% da nota final).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Throughout the course different teaching tools are used. In addition to classroom and practical classes, the student is also motivated to solve various exercises at home. The University's e-learning platform is also used to disseminate the material used in the classes and to conduct mini-tests. The assessment will be based on measuring the acquisition and understanding of knowledge and measuring the development of skills in the various components of the discipline. The evaluation is conducted principally on the basis of a final exam with an option for two tests (representing 75% of the final grade). This assessment is complemented by continuous assessment of students' interest and performance during the semester, mini-tests, participation in seminars, and some laboratory work (representing 25% of the final grade).

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

Conforme mencionado acima, o material apresentado nas aulas teóricas será consolidado e aprofundado pela realização de vários exercícios/resolução de problemas durante o semestre e pela realização de alguns trabalhos no laboratório, incluindo a participação em seminários. Nestes trabalhos, a conexão entre os métodos da síntese de moléculas e a aplicação no dia

quotidiano (principalmente na área de saúde) será fortemente enfatizada. Além disso, o conhecimento adquirido nas aulas também será consolidado por vários mini-testes on-line, para substanciar novamente a importância das metodologias sintéticas discutidas nas aulas no contexto dos desafios sociais atuais.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

As mentioned above, the material presented in the lectures will be consolidated and deepened by performing various exercises/problem solving tasks during the semester and by carrying out some lab work (as well as participation in seminars). In these assignments, the connection between the methods for molecular synthesis and day-to-day application of the obtained substances (especially in healthcare) will be strongly emphasized. In addition, the knowledge gained in class will also be consolidated by several online quizzes (mini-tests) to further substantiate the importance of the synthetic methodologies discussed in class for society as a whole.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Burke, A.J. et al. (2018), *Active Pharmaceutical Ingredients in Synthesis*, Wiley-VCH.
Clayden, J. et al. (2012), *Organic chemistry*, 2a edição, OUP.
Wyatt, P., Warren, S. (2007) *Organic Synthesis - Strategy and Control*, Wiley
Wyatt, P., Warren, S. (2008) *Workbook for Organic Synthesis - Strategy and Control*, Wiley.
Carruthers, W., Colham, I. (2004) *Modern Methods of Organic Synthesis*, 4a edição, Cambridge.
Smith M.B. (2017) *Organic Synthesis*, 4a edição, Elsevier.

Anexo II - Análise e Tratamento de Águas e Valorização de Efluentes Líquidos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Análise e Tratamento de Águas e Valorização de Efluentes Líquidos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Water Analysis and Treatment and Valorization of Liquid Effluents

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

156

9.4.1.5. Horas de contacto:

T-30; TP-10; PL-10; TC-6

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Ana Vitória Martins Neves Barrocas Dordio (29 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

Isabel Pestana Paixão Cansado (27 h)

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

Esta UC tem como objectivo fundamental dar aos alunos formação na concepção e dimensionamento de instalações de tratamento de águas para consumo humano, de efluentes domésticos e de efluentes do sector industrial com maior expressão em Portugal. Na UC, os alunos devem adquirir competências para (i) caracterizar qualitativa e quantitativamente as águas para consumo, conhecer a legislação aplicável e distinguir os principais processos de tratamento; (ii) identificar tipos de poluentes presentes nos efluentes, as fontes de poluição e os impactes ambientais; (iii) caracterizar qualitativa e quantitativamente os diferentes efluentes e lamas de ETAR; (iv) conhecer a legislação em vigor relativamente aos efluentes e lamas de ETAR; (v) distinguir processos e etapas de tratamento de efluentes e lamas de ETAR; (vi) esboçar esquemas de tratamento de acordo com as características da água residual bruta e o destino final do efluente tratado, incluindo o dimensionamento de alguns órgãos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The goal of this UC is to provide the students with education in the design and scaling of facilities for the treatment of drinking water, municipal and industrial wastewaters, focusing on the industries with most significant expression in Portugal. In the UC the students should obtain knowledge and skills for (i) characterizing the drinking water, enumerating the main processes of treatment and stages in a water treatment plant; (ii) identifying the main types of pollutants present in wastewaters, the sources of pollution and the environmental impacts, (iii) characterizing the different types of wastewaters and wastewater sludges (ETAR); (iv) being aware of the laws and regulations currently applicable to the domain of wastewaters and ETAR, (v) enumerating the processes of wastewater treatment; (vi) outlining treatment schemes according to the characteristics of raw wastewaters and destination of the treated wastewater, including the design of the treatment plant.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

*1. Gestão de sistemas de abastecimento de água
Caracterização quantitativa e qualitativa de águas
Processos de tratamento de água para consumo
Parâmetros de dimensionamento dos principais órgãos
Etapas do sistema de abastecimento de água
Legislação
2. Tipos de águas residuais
Caracterização das águas residuais
Cargas poluentes em efluentes municipais
Normas de descarga
3. Processos de tratamento de águas residuais
Processos físicos, químicos e biológicos
Descrição, aplicações e parâmetros de dimensionamento dos principais órgãos
4. Etapas do sistema de tratamento de efluentes urbanos e industriais
Objetivos e processos utilizados em cada uma das etapas de tratamento
5. Valorização dos efluentes tratados
Reutilização de efluentes tratados
Impacte ambiental e riscos para a saúde
6. Tratamento e destino final das lamas de ETAR
Caracterização qualitativa e quantitativa das lamas
Tratamento e destino final*

7. Processos alternativos ou complementares de tratamento
8. Exemplos de aplicação

9.4.5. Syllabus:

1. Management of water supply systems
Qualitative and quantitative characterization of water
Main water treatment processes and operations
Design considerations of the main equipment
Treatment stages of water supply systems
2. Wastewater types
Wastewater constituents
Wastewater sources, flow rates and constituent loadings
Wastewater legislation
3. Wastewater treatment processes and operations
Types of physical, chemical and biological unit processes
Description, application and design considerations of the main equipment
4. Treatment stages of municipal and some industrial wastewaters
Main goals and processes in every treatment stage
5. Wastewater reclamation and reuse
Wastewater reuse applications
Public health and environmental issues
6. Sludge treatment, disposal and reuse
Sludge sources, characteristics and quantities
Treatment operations and processes. Main stages of sludge treatment
Regulations for reuse and disposal
7. Alternative or advanced treatment systems
8. Case studies

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

No ponto 1 do serão ministrados conteúdos no domínio da gestão de sistemas de abastecimento de água nomeadamente no que respeita à caracterização das águas bem como na concepção e avaliação do desempenho dos sistemas de tratamento, atingido assim o objetivo i proposto. Nos pontos 2 e 6 apresentam-se as características de vários tipos de efluentes e lamas de ETAR de modo a permitir, para cada tipo de efluente e lamas, identificar os principais poluentes a remover no tratamento, atingindo assim o objetivo ii e iii. Nos pontos 2 e 6 é abordada a legislação em vigor, de acordo com o objetivo iv. Nos pontos 3-8 focam-se os conceitos base dos principais processos de tratamento de efluentes e lamas. Espera-se que o aluno compreenda as etapas de tratamento e os respetivos processos e consiga selecionar em cada caso as etapas a implementar, através do esboço de esquemas de tratamento de efluentes e lamas e consiga dimensionar os principais órgãos, atingindo assim os objetivos v e vi.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

Point 1 of the syllabus presents the main water pollutants, sources and effects in ecosystems. The student should see the importance of wastewater treatment, thus achieving the objective i. Points 2 and 6 present the main characteristics of several types of wastewater and sludge. The student should be able to identify the main pollutants of wastewaters and sludge which must be removed by a treatment system, thus achieving objective ii and iii. In point 2 and 6 the legislation is presented, corresponding to objective iv. Points 3-8 present basic concepts of the main processes used in wastewater and sludge treatment and the design parameters of the equipment. The student should be aware of the several treatment stages and processes and be able to choose in each situation the processes to be used at every stage, thereby proposing wastewater and sludge treatment schemes, choose and scale the equipment, ultimately achieving the objectives v and vi.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino/aprendizagem baseia-se no trabalho individual dos alunos, apoiado em bibliografia recomendada e notas recolhidas pelos alunos quer durante as aulas quer na pesquisa realizada individualmente. As aulas teóricas não são puramente expositivas, dado serem ilustradas com a resolução de problemas. As aulas práticas consistem na realização de trabalhos experimentais que ilustram aspetos da matéria abordada nas aulas teóricas. Nas aulas teórico-práticas serão discutidos e resolvidos casos práticos. A avaliação é baseada na aferição da aquisição e compreensão dos conhecimentos e na aferição do desenvolvimento de competências. A avaliação decorrerá em exame final mediante prova escrita (com opção por duas provas de frequência) (60%). Essa avaliação é complementada por avaliação contínua do empenho e desempenho alcançados pelos alunos durante o semestre, através da resolução de problemas e da elaboração e apresentação de relatórios sobre os trabalhos laboratoriais desenvolvidos (40%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching/learning is based in the individual work of students, supported by recommended bibliography and notes taken by the students either during classes or through individual research. The lectures are not purely expository, as they are illustrated with the resolution of problems of practical examples which embody the themes developed. Laboratory classes are also conducted in order to develop a practical knowledge in the identification and quantification of the major constituents of a wastewater. Case studies, about practical and real situations will also be analysed in class. The evaluation focuses the level of acquired knowledge and the development of new skills. The evaluation is carried out with the realization of a written exam (or alternatively two test: mid-term and end of semester) (60%) which is complemented with the classification of lab reports corresponding the work performed in lab classes, as well as the evaluation of the performance during the lab classes (40%).

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

As metodologias de ensino utilizadas são idênticas às praticadas em unidades curriculares deste tipo e com o mesmo tipo de objetivos, lecionadas noutras Universidades nacionais ou estrangeiras. A parte expositiva das aulas teóricas permitirá ao aluno a aquisição dos conceitos e princípios fundamentais que lhe permitirá elaborar o raciocínio na compreensão e resolução de problemas relacionados com o tema da unidade curricular. Nas aulas teórico-práticas e práticas laboratoriais, quer pela resolução de problemas concretos quer pela reflexão sobre os trabalhos laboratoriais realizados, o aluno poderá aplicar os conceitos adquiridos e praticar a solução de problemas que contribuirão para um melhor entendimento desses conceitos. Finalmente a integração de toda a matéria lecionada proporciona uma visão global dos vários processos e etapas de tratamento de águas residuais e lamas de ETAR, permitindo esboçar esquemas de tratamento, tal como é um dos objetivos primordiais da unidade curricular.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The teaching methodologies are similar to the ones employed in other curricular units of the same kind and with similar objectives that are taught in other national or foreign universities. The expository part of the lectures will allow the student to obtain fundamental concepts and principles which will allow him/her to develop a reasoning towards the understanding and solution of problems related with the subject of the curricular unit. In the practical lessons, either by solving real-case problems or by reflecting on the performed lab work, the student will apply the learned concepts and will practice the solutions of problems which will contribute for a better understanding of such concepts. Ultimately, it is aimed that an integration of all the taught subjects is achieved which can allow a global view of the several unit processes and stages of treatment of wastewaters and sludges and enables the student to propose treatment schemes, according to one of the primary objectives of this curricular unit.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- M. L. Davis, "Water and Wastewater Engineering- Design Principles and Practice", 1st Edition, McGraw-Hill Inc., New York, 2010.
Metcalf & Eddy, "Wastewater Engineering - Treatment Disposal and Reuse". 4th edition, McGraw-Hill Inc., New York, 2003.
M. L. Davis, D. A. Cornwell, "Introduction to environmental Engineering" 3rd edition, McGraw-Hill, New York, 1998.
M. J. Hammer, M. J. Hammer, Jr, "Water and Wastewater Technology", 4th edition, Prentice Hall, New Jersey, 2001.
W. Viessman, Jr, M. J. Hammer, "Water Supply and Pollution Control", 6th edition, Addison Wesley Longman, Inc., 1998.
W. W. Nazaroff, L. Alvarez-Cohen, "Environmental Engineering Science", John Wiley & Sons, Inc., 2001.

Anexo II - Valorização de Resíduos Sólidos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Valorização de Resíduos Sólidos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Solid Waste Valorization

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:
Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
156

9.4.1.5. Horas de contacto:
T-30; TP-10; TC-10

9.4.1.6. ECTS:
6

9.4.1.7. Observações:
-

9.4.1.7. Observations:
-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Isabel Pestana da Paixão Cansado (25 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
Maria Elmina Gouveia Barreira Lopes (25 h)

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):
Dotar os alunos de conhecimentos e perspetivas que permitam uma abordagem integrada de resíduos sólidos e de problemas ambientais. O aluno deverá adquirir conhecimentos sobre:
a) Definição e classificação dos resíduos;
b) Caracterização quantitativa e qualitativa de resíduos sólidos;
c) Caracterização da perigosidade dos resíduos sólidos.
d) Critérios de admissibilidade de resíduos em aterro;
e) Procedimentos para recolha, processamento, tratamento e deposição final de resíduos sólidos;
f) Valorização de resíduos sólidos numa perspetiva da economia circular.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:
Provide students with knowledge and perspectives that allow an integrated approach to solid waste management and environmental problems. The student must acquire knowledge about:
a) Definition and classification of waste;
b) Quantitative and qualitative characterization of solid residues;
c) Characterization of the dangerousness of solid residues.
d) Criteria for admissibility to a landfill waste;
e) Procedures for the collection, processing, treatment and final deposition of solid waste;
f) Valorization of solid waste in a circular economy perspective.

9.4.5. Conteúdos programáticos:
1 - Introdução
2 - Definição e classificação dos resíduos
3 - Caracterização da perigosidade dos resíduos sólidos
4- Produção nacional de resíduos sólidos
5- Características físicas, químicas e biológicas dos resíduos sólidos urbanos (RSU)
6- Fontes, tipos e características de resíduos perigosos presentes em RSU
7- Resíduos industriais e agrícolas
8- Enquadramento legislativo, nacional e europeu
9-Gestão dos resíduos: operadores, infra-estruturas e instalações a nível nacional e Regional
9.1. Recolha e transporte de resíduos sólidos;
9.2. Separação e processamento de resíduos sólidos;
10. Valorização de resíduos sólidos urbanos, industriais e agrícolas
10.1. Valorização energética;
10.2. Compostagem;
10.3. Reciclagem e reutilização;
10.4. Valorização industrial.

9.4.5. Syllabus:
1-Introduction
2-Description and classification of residues
3-Characterization of the dangerousness of solid waste
4-National production of solid waste
5-Physical, chemical and biological characteristics of municipal solid waste (RSU);
6-Sources, types and characteristics of hazardous waste present in RSU;
7-Industrial and agricultural waste
8-Legislative, National and European framework;
9-Waste management: operators, infrastructures and facilities at national and regional.
9.1. Collection and transport of solid waste;
9.2. Solid waste separation and processing;
10. Valorisation of urban, industrial and agricultural solid waste
10.1. Energy recovery;
10.2. Composting;
10.3. Recycling and reuse;
10.4. Industrial valorisation.

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
Os conteúdos lecionados, têm em vista dotar os alunos de conhecimentos que lhes permitam ir ao encontro dos objetivos definidos para a unidade curricular. Deste modo, serão ministrados conteúdos científicos que permitam aos alunos uma abordagem integrada de resíduos e de problemas ambientais, no quadro da economia circular. Assim, os conteúdos programáticos inseridos nesta UC permitirão aos alunos adquirir conhecimentos que permitam estabelecer um sistema integrado de resíduos sólidos urbanos nomeadamente, definir os princípios da recolha seletiva; direcionar os resíduos sólidos para as várias vertentes de valorização. O acompanhamento das aulas teóricas, a análise de casos práticos e a realização de visitas de estudo, a unidades de tratamento e valorização de resíduos sólidos, permitirá atingir estes objetivos.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.
The contents presented are designed to provide students with knowledge that will allow them to meet the objectives defined for the curriculum. In this way, scientific content will give the students an integrated approach to waste and environmental problems within the framework of the circular economy. Thus, these programmatic contents will give to students the knowledge to establish an integrated system of urban solid waste, namely, to define the principles of selective collection; to direct the solid waste to the various points of recovery, treatment and valorization. The follow-up of the theoretical classes, the analysis of practical cases and the study visits to solid waste treatment units will allow achieving these objectives.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):
O ensino/aprendizagem baseia-se no trabalho individual dos alunos, apoiado em bibliografia recomendada e notas recolhidas quer durante as aulas quer na pesquisa realizada individualmente.

As aulas teóricas baseiam-se na exposição dos conteúdos, com recurso a meios audiovisuais. O trabalho de campo terá como principal objetivo dar a conhecer aos alunos a situação real de deposição, tratamento e/ou valorização de resíduos sólidos. Os alunos devem preparar e expor oralmente um trabalho de síntese sobre um tema inserido no âmbito da unidade curricular que será posteriormente discutido na aula. A avaliação contínua da UC é resultante do relatório do trabalho de campo (30%), da apresentação de um trabalho de pesquisa (30%) e da realização de um teste (40%). No regime de exame, o aluno realiza uma única prova de avaliação (100%) que incide sobre toda a matéria lecionada.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching/learning is based on the individual work of the students, supported by recommended bibliography and notes collected either during the classes or in the research performed individually. The theoretical classes are based on the exposition of theoretical contents, supported on using audio-visual media. The main objective of the field work is alert students about the real situation of deposition, treatment and/or recovery of solid waste. Students should prepare and expose oral work on a theme inserted within the UC programme and that will be discussed in the class. The continued evaluation of UC is the result of the field work report (30%), the presentation of a survey work (30%) and the realization of a test (40%). In the examination regime, the student performs a single evaluation test (100%).

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

Para a introdução dos conceitos referentes à classificação e caracterização dos resíduos, promover-se-á a pesquisa de informação em fontes bibliográficas de mérito científico reconhecido. Procurar-se-á incutir nos alunos uma atitude crítica e de rigor científico na análise dos assuntos e na formulação das conclusões e generalizações.

No desenvolvimento dos conteúdos procurar-se-á um paralelismo entre a estrutura organizativa do conhecimento e a estrutura organizativa da disciplina, promovendo a progressão da aprendizagem no sentido da maior complexidade dos assuntos.

As aulas de trabalho de campo terão como objetivo principal o de dar a conhecer aos alunos a situação real dos procedimentos de recolha, processamento, tratamento e valorização de resíduos sólidos.

Os alunos serão apoiados na pesquisa bibliográfica e de bases de dados. Com base em artigos publicados em revistas científicas com referee, selecionadas pelos alunos no âmbito do trabalho a desenvolver, estes devem preparar e expor oralmente um trabalho de síntese sobre um tema inserido no âmbito da unidade curricular que será posteriormente discutido na aula. Com base na avaliação contínua, procurar-se-á promover, o aperfeiçoamento da aprendizagem individual dos alunos e ajustar o ensino.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

For the introduction of the concepts related to classification and characterization of wastes, the research of information in bibliographic sources of recognized scientific merit will be promoted. It will be sought to instill in the students a critical attitude and of scientific rigor in the analysis of the subjects and in the formulation of conclusions.

The development of the content will pursue a parallelism between the organizational structure of knowledge and the discipline structure, promoting the progression of learning in the sense of greater complexity of the subjects.

The field work will have as main objective to inform students about the real situation of the procedures for the collection, processing, treatment and recovery of solid waste.

Students will be supported in bibliographic research and databases. Based on articles published in scientific journals with referee, selected by students in the scope of the work to be developed, they should prepare and orally expose on a theme inserted within the curricular unit which will subsequently be discussed in class.

Based on the continuous evaluation, the improvement of the individual learning of students will be perfected and teaching could be adjusted.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1- Agência Portuguesa do Ambiente, *Persu 2020+ (in press)*.

2- Agência Portuguesa do Ambiente, *Relatório de Avaliação do Persu 2014 / 2020*.

3 - Ministério da Economia, *Ministério do Ambiente, Instituto dos Resíduos. Plano estratégico dos resíduos industriais 2001. INR.*

4- *Lista Europeia de Resíduos (LER), anexo 1; portaria 209/2004 de 3 de março.*

5 - George Tchobanoglous, Frank Kreith. 2002. *Handbook of Solid Waste Management, Mc-Graw Hill.*

6 - Levy, J.; Teles, M.; Madeira, L.; Pinela, A. 2002. *O mercado dos resíduos em Portugal. AEPISA.*

7 - Sawyer, Nathan. 2002. *Chemistry for Environmental Engineering and Science.*

8 - Cherebinoff, N. P. 2003. *Handbook of Solid Waste Management and Waste Minimization Technologies. Elsevier Science.*

Anexo II - Eletroquímica e Corrosão

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Eletroquímica e Corrosão

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Electrochemistry and Corrosion

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:

Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:

156

9.4.1.5. Horas de contacto:

T-30; PL-15

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

-

9.4.1.7. Observations:

-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

Jorge Manuel Ginja Teixeira (45 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

-

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

Pretende-se que os alunos adquiram e desenvolvam conhecimentos em Eletroquímica e fiquem com uma perspetiva suficientemente abrangente e integrada desta área científico-tecnológica no desenvolvimento e progresso sustentável da Sociedade. No final, os alunos devem: a) Reconhecer que a Eletroquímica é uma área do conhecimento muito relevante e com expressão ubíqua em domínios da Sociedade tão importantes como a Energia, Saúde, Ambiente, Indústrias e até Segurança; b) Conhecer e saber aplicar criteriosamente os aspetos teóricos e práticos relativos à implementação e uso: b.1) de meios, materiais e técnicas eletroquímicas de caracterização, análise, produção, modificação, tratamento, remoção, reciclagem e purificação de substâncias/materiais/dispositivos; e, b.2) de dispositivos eletroquímicos de conversão e armazenamento de energia elétrica; c) Reconhecer que a corrosão metálica, em particular, é um fenómeno eletroquímico que importa estudar, compreender, monitorizar, controlar e mitigar.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

It is intended that students acquire and develop knowledge in Electrochemistry and have a sufficiently comprehensive and integrated perspective of this area in the development and sustainable progress of the Society. At the end, students should: a) Recognize that Electrochemistry is a very relevant and ubiquitous area of knowledge in areas of Society as important as Energy, Health, Environment, Industry and even Safety; b) Know and apply with criterion the theoretical and practical aspects related to the implementation and use: b.1) of instrumental means, materials and electrochemical techniques of characterization, analysis, production, modification, treatment, removal, recycling and purification of substances/ materials / devices; and, b.2)

electrochemical devices for conversion and storage of electric energy; c) Recognize that metal corrosion, in particular, is an electrochemical phenomenon that must be studied, understood, monitored, controlled and mitigated.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Relevância da Eletroquímica no contexto da Sociedade atual e de um desenvolvimento sustentável.

Aspectos teóricos e práticos fundamentais de Eletroquímica no seio de fases condutoras e na interface destas.

Técnicas de caracterização eletroquímica, de espécies químicas e de novos materiais, de processos, e de dispositivos eletroquímicos.

Conversão e Armazenamento eletroquímico de energia elétrica: Células primárias, secundárias, de combustível, fotoeletroquímicas, e supercondensadores.

Eletrossíntese e modificação eletroquímica: produção (e.g., H₂) e transformação eletrolítica de substâncias inorgânicas, orgânicas e de materiais inovadores.

Processos eletroquímicos de tratamento, de reciclagem, de eliminação e de purificação de substâncias e materiais, valiosos ou nocivos.

Eletrometalurgia: produção de metais, acabamento e processamento metálico.

Corrosão Metálica: Conceitos fundamentais, impactos negativos do fenómeno, técnicas de monitorização, e medidas de proteção e controlo.

9.4.5. Syllabus:

Relevance of Electrochemistry in the context of today's Society and of an effectively sustainable development.

Fundamental theoretical and practical aspects of electrochemistry in the bulk of conducting phases and at their interfaces.

Electrochemical characterization techniques of chemical species and new materials, processes and electrochemical devices.

Electrochemical conversion and storage of electrical energy: primary, secondary, fuel and photoelectrochemical cells and supercapacitors.

Electrosynthesis and electrochemical modification: electrolytic production and processing of inorganic and organic substances and new materials.

Electrochemical processes for treatment, recycling, degradation and purification of substances and materials, valuable or hazardous.

Electrometallurgy: metal production, metal finishing and metal processing.

Metallic corrosion: Fundamental concepts, negative impacts of the phenomenon, monitoring techniques, and protective and control measures.

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

A coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da UC é estabelecida através da definição criteriosa e abordagem dialética dos principais temas em Eletroquímica, dando ênfase ao modo e às formas em que estes aparecem integrados na Sociedade e orientados para um progresso que se preconiza ser sustentável. Neste processo propor-se-á aos alunos que pesquisem temas que demonstrem uma forte integração da Eletroquímica na Sociedade atual. Para reforçar essa coerência colocar-se-ão e discutir-se-ão ainda questões essenciais sobre as diversas contribuições da Eletroquímica no desenvolvimento sustentável da Sociedade, e realizar-se-ão atividades experimentais, quer demonstrativas quer de investigação, que sejam suficientemente elucidativas e que permitam aos alunos a aprendizagem de competências e conhecimentos sólidos em Eletroquímica.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

The syllabus coherence with the objectives of the UC is established through the judicious definition and dialectical approach of the main topics in electrochemistry, emphasizing the way and forms in which they appear integrated in Society and oriented towards a progress that is claimed to be sustainable. In this process it will be proposed to students the research of themes that demonstrate a strong integration of Electrochemistry in today's Society. To strengthen this coherence, it will be placed and discussed essential questions on the diverse Electrochemistry contributions in the sustainable development of the Society, and will be accomplished experimental activities, either demonstrative or investigation, that are sufficiently enlightening and allow to students to acquire solid skills and knowledge in Electrochemistry.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino/aprendizagem basear-se-á na participação ativa do aluno na sala de aula/laboratório e no trabalho complementar de pesquisa e estudo que realiza fora desta, mediante as orientações fornecidas pelo docente. Para isso, explorar-se-á a vertente utilitária da Eletroquímica no nosso quotidiano e utilizar-se-ão no decurso das aulas, métodos didáticos interativos e atividades laboratoriais de investigação, capazes de motivar e promover a participação crítica (individual/grupo) dos alunos. A avaliação basear-se-á nas classificações obtidas numa componente teórica (T) e numa componente prática (P), de modo que classificação final, $CF=0,6T+0,4P \geq 10$. A classificação da componente (T) será a média das classificações obtidas em duas provas de avaliação escritas, ou de um exame final escrito. A classificação da componente (P) incluirá a avaliação contínua do desempenho nas aulas laboratoriais (20%) e a classificação resultante da realização de um exame prático laboratorial escrito (80%).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching/learning process will be based on active participation of students in the classroom/laboratory and complementary work of research and study that they perform outside that space, through the guidance provided by the teacher. To do so, will be explored the utilitarian aspects of Electrochemistry in our daily lives and will be used in the course of the lessons, interactive teaching methods and laboratory activities, able to motivate and promote the critical intervention of students. The evaluation will be based on classifications obtained in a theoretical (T) and a practical component (P), so that the final classification $FC=0.6T+0.4P \geq 10$. The classification of the component (T) will be the average of the classifications obtained in two evaluation tests, or in a final exam. The classification of (P) will include the ongoing assessment of performance in laboratory classes (20%) and the classification resulting from the accomplishment of a laboratory practical exam (80%).

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

A coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da UC é estabelecida através de momentos de ensino/aprendizagem que são orientados primariamente pelo docente, e que também atendem às necessidades, interrogações e interesses manifestados pelos alunos no decurso das aulas. Para alcançar os objetivos de aprendizagem propostos na lecionação da UC, evitar-se-ão abordagens que se limitam a uma mera exposição de conceitos e assuntos em eletroquímica. De modo mais estimulante e motivador, as estratégias didáticas a implementar (que incluem o uso de recursos didáticos ilustrativos dos temas em estudo (e.g., imagens, animações e filmes), proposição e discussão de trabalhos de pesquisa pontuais sobre desafios colocados pelo docente ou pelos próprios alunos, e a realização complementar de várias experiências laboratoriais) despertam a curiosidade dos alunos pela compreensão das matérias em lecionação, e potenciam a possibilidade de estes adquirirem competências e conhecimentos de base científica e tecnológica sólidos e fundamentais para a sua formação individual. Para os alunos creditarem o esforço que têm de fazer para alcançarem os objetivos propostos, é por demais evidente a utilidade de acompanhar trabalhos de investigação em curso e de aplicações tecnológicas de vanguarda, como as que se preveem no funcionamento da UC. No processo de avaliação verificar-se-á se os objetivos propostos foram alcançados pelos alunos e se as metodologias de ensino foram adequadas.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The coherence of teaching methodologies with the learning outcomes of the curricular unit is established through teaching / learning moments that are guided primarily by the teacher, and that also meet the needs, questions and interests expressed by the students during the classes. In order to achieve the learning outcomes proposed in the teaching of the curricular unit, approaches that are limited to a mere exposure of concepts and subjects in electrochemistry will be avoided. In a more stimulating and motivating manner, the didactic strategies to implement (which include the use of illustrative didactic resources of the subjects under study (e.g., images, animations and films), the proposition and discussion of specific research work on challenges that are advanced by the teacher or by the students itself, and the complementary accomplishment of various laboratory experiments) arouse the curiosity of the students for the comprehension of the matters to be learned, and potentiates the possibility of them to acquire competences and knowledge of scientific and technological basis, that are solid and fundamental for their individual formation.

For students to credit the effort they have to make to achieve the proposed objectives, it is all too obvious the usefulness of following ongoing research works and cutting-edge technology applications, such as those that are envisaged in the operation of the curricular unit.

In the evaluation process, it will be verified if the proposed objectives were achieved by the students and if the teaching methodologies were suitable.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Bard, A.J. & Faulkner, L.R. (2001). Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications (2nd ed.). New York, NY: John Wiley & Sons.

Scholz, F. (Ed.) (2010). Electroanalytical Methods: Guide to Experiments and Applications (2nd ed.). Berlin: Springer-Verlag.

Bagotsky, V.S., Skundin, A.M. & Volkovich, Y.M. (2015). Electrochemical Power Sources - Batteries, Fuel Cells, and Supercapacitors. Hoboken, USA: John Wiley & Sons.

Wallace, G.G., Spinks, G.M., Kane-Maguire, L.A.P. & Teasdale, P.R. (2009). Conductive Electroactive Polymers - Intelligent Polymer Systems (3rd ed.). Boca Raton, USA: CRC Press.

Reddy, K.R. & Camesselle, C. (Eds.) (2009). Electrochemical Remediation Technologies for Polluted Soils, Sediments and Groundwater. New York, NY: John Wiley & Sons.

K. Scott, K. (2017). Sustainable and Green Electrochemical Science and Technology (1st ed.). Hoboken, USA: John Wiley & Sons.

Perez, N. (2016). Electrochemistry and Corrosion Science (2nd ed.). Switzerland: Springer.

Anexo II - Moléculas e Tecnologia

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Moléculas e Tecnologia

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Molecules and Technology

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

QUI

9.4.1.3. Duração:
Semestral/ Semestral

9.4.1.4. Horas de trabalho:
156

9.4.1.5. Horas de contacto:
TP-45

9.4.1.6. ECTS:
6

9.4.1.7. Observações:
-

9.4.1.7. Observations:
-

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):
Luís Filipe Guerreiro Martins (45 h)

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:
-

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

O principal objetivo da unidade é fornecer uma visão sobre a importância das propriedades termodinâmicas das substâncias na sua capacidade de contribuir para a resolução de problemas tecnológicos. É fundamental enfatizar a relação entre a estrutura molecular das substâncias e a obtenção de propriedades desejáveis para uma dada aplicação. Pretende-se estimular nos alunos a capacidade de intuir, discernindo tendências de variação de algumas propriedades em função das variáveis de processo e das características moleculares/estruturais das substâncias que os compõem. É igualmente objetivo da unidade discutir o papel que algumas famílias de substâncias desempenham na resolução de problemas tecnológicos candentes.

O aluno deve desenvolver a capacidade de:

- prever a variação de algumas propriedades em função das condições experimentais e da natureza química das substâncias;
- reconhecer a importância do conhecimento das propriedades no desenvolvimento, inovação e competitividade.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal of the UC is to give a global perspective about the relevance of the thermodynamic properties of the substances on their capacity to contribute to technological problem solving. Highlighting the relationship between molecular structure of the matter and the attainment of the desirable properties for a given application is a goal. It is intended to stimulate the intuition capacity of the students so that they can devise trends of dependence of some properties on process variables and on molecular/structural characteristics of system components. To discuss the role played by some families of substances and systems in solving up to date technological problems is also an objective.

Students should be able to:

- perceive qualitative trends on property variations as a function of the experimental conditions and the chemical nature of substances;
- recognize the importance of the knowledge of properties in order to add innovation and competitiveness to the industrial processes.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Tecnologia molecular. Fluorocarbonetos. Transporte de oxigénio. Densidade: medida e estimativa. Compressibilidade. Solubilidade de gases em líquidos. Captura de carbono. Permeação gasosa. Anestésicos por inalação. Interação anestésico-membrana celular. Pressão de vapor: medida e estimativa. Líquidos iónicos: microestrutura. Viscosidade: medida e estimativa. Ionogéis. Cristais líquidos. Solventes eutéticos e Química Verde. Extração líquido-líquido de poluentes. Hidrogéis. Princípios de reologia. Fluidos supercríticos. Extração supercrítica, meios reacionais e micronização. Constantes críticas: medida e estimativa. Fármacos: processamento. Co-cristalização e co-solvência. Drug delivery. Destino ambiental e remoção. Difusão. Coeficiente de difusão: medida e estimativa. Refrigerantes clássicos e alternativos. Calor latente de vaporização: medida e estimativa. Refrigerantes como poluentes. Nanofluidos: exemplos, princípios e aplicações. Condutividade térmica: medida e estimativa.

9.4.5. Syllabus:

Molecular technology. Fluorocarbons. Oxygen carrying. Density: measurement and estimation. Compressibility. Solubility of gases in liquids. Carbon capture. Gas permeation. Inhalation anaesthetics. Anaesthetic-cell membrane interaction. Vapour pressure: measurement and estimation. Ionic liquids: microstructure. Viscosity: measurement and estimation. Ionogels. Liquid crystals. Eutectic solvents and Green Chemistry. Liquid-liquid extraction of pollutants. Hydrogels. Rheology principles. Supercritical fluids. Supercritical extraction, reaction media and micronization. Critical constants: measurement and estimation. Drugs: processing. Co-crystallization and co-solvency. Drug delivery. Environmental fate and removal. Diffusion coefficient: measurement and estimation. Classical and alternative refrigerants. Latent heat of vaporization: measurement and estimation. Refrigerants as pollutants. Nanofluids: examples, principles and applications. Thermal conductivity: measurement and estimation.

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

O programa da unidade aborda a relação entre a estrutura molecular das substâncias e as suas propriedades e a importância destas na aplicação das substâncias à resolução de problemas tecnológicos. Sobre cada propriedade, são descritos métodos de medida, estimativa, previsão ou correlação. O aluno deve compreender os fenómenos moleculares por detrás da manifestação da propriedade e a sua dependência da natureza das substâncias e das variáveis de processo.

A unidade pretende também dar aos alunos exemplos atuais de moléculas usadas para a solução de problemas sociais. Os conteúdos encontram-se organizados por famílias de compostos, cujas características moleculares determinam as suas propriedades que, por sua vez são úteis para um conjunto de aplicações na vida prática. Salienta-se assim a importância do conhecimento das propriedades das substâncias no design de processos inovadores, evidenciando a relação entre conhecimento científico, inovação, competitividade e bem-estar social.

9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.

This course addresses the relationship between molecular structure and thermodynamic properties, as well as their importance in the application of the substances in technological problem solving. Measurement, estimation, prediction and correlation methods are presented and described for each property studied. The syllabus helps the student to understand the molecular phenomena behind the properties and their dependence on the nature of the substances and the process variables. The course also aims to give some up-to-date examples of molecules which are used to the solution of societal problems. The syllabus are organized by compound families whose molecular characteristics prescribe their properties, which in turn are useful to a range of practical applications. Thus the importance of the knowledge of compound properties for the innovative process design are highlighted in order to point out the relation between scientific knowledge and innovation, competitiveness and social welfare.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade organiza-se em aulas de natureza teórico-prática. Nestas aulas têm lugar momentos de transmissão de conhecimentos, mas também análise de dados, discussão e aplicação das metodologias de estimativa e previsão, demonstração laboratorial e resolução de problemas. Em alguns casos a análise e discussão são feitas com base em artigos científicos, podendo os alunos usar também software específico para a previsão e estimativa de propriedades.

A avaliação terá duas componentes: um exame final (com opção por provas de frequência em avaliação contínua) e um trabalho de síntese sobre um dos temas gerais abordados na disciplina, com uma apresentação oral, sendo avaliadas, para além da componente técnica, as suas competências ao nível da expressão e comunicação. O trabalho de síntese terá como ponto de partida um artigo científico sobre o tema escolhido. O peso das duas componentes de avaliação, quer em regime de avaliação contínua ou final, é 50 % cada.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is composed only by theoretical-practical sessions. These classes are based on information transmission, but comprise also data analyses, a discussion forum where the fundamental concepts are applied to real situations, laboratorial demonstrations and problem solving. In some cases, the analyses and discussion sessions will be carried out based on scientific papers and students can be encouraged to use specific software to predict and/or estimate thermodynamic properties.

The assessment method has two components: a final exam (with option for frequency tests in a continuous evaluation regime) and an essay about one of the general subjects of the course unit and its oral presentation where, besides the technical aspects, the skills revealed by students on oral presentation will contribute to the final appreciation. The relative weight of the two components, either on a continuous or final assessment basis, is 50 % each.

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

A metodologia de ensino prevista assegura que as aulas terão um carácter teórico-prático e interativo, fomentando nos alunos a autonomia de raciocínio e sentido crítico, úteis para se

tornarem capazes de discernir tendências e fazer previsões. A análise de artigos científicos sobre os temas abordados e a realização de uma monografia que consubstancie um trabalho desse tipo, permite aos alunos aprofundar o conhecimento sobre esses temas, estimulando a capacidade de análise, mas também de comunicação e discussão de ideias sobre temas científicos. Os métodos de medida, previsão, estimativa e correlação estudados são trabalhados numa perspectiva prática, o que permite uma maior familiarização com as metodologias e uma maior flexibilidade de raciocínio na escolha de métodos para obtenção de dados. Os exemplos de moléculas e famílias de compostos com importância tecnológica permitem uma discussão frutuosa sobre as relações estrutura/propriedades/aplicações, como perspetivar novas moléculas e novas aplicações. Em suma, a abordagem interativa e investigativa permite aos alunos aprofundar temas que relacionam as propriedades das substâncias e o desenvolvimento tecnológico.

9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

The previewed teaching methodology ensures that the classes are interactive in nature, so that the students can acquire thinking autonomy and critical sense in order to be able to devise trends and make predictions. The analyses of scientific papers and the inclusion of a written essay in the assessment methodologies are useful to a deeper knowledge on the subjects of the course, stimulating analyses ability, but also skills on communication and discussion of ideas about scientific subjects. The methods of property measurement, prediction, estimation and correlation are treated in a practical view, which enable the student to be aware with the current methodologies and to have a more solid basis to decide the best method to obtain data. The selected examples of molecules and families of compounds with technological relevance allow a fruitful discussion about the relationship structure/properties/applications and a way to perspective new molecules and new applications. In short, the interaction and research based approach allow the students to learn more about the relation between property measurement and prediction and technologic development.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'connell, *The Properties of Gases and Liquids*, 5th ed., McGraw-Hill, 2001
2. J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E.G. Azevedo, *Molecular Thermodynamics of Fluid Phase Equilibria*, 3rd, PTR Prentice-Hall, 1999.
3. J. Millat, J.H. Dymond, C.A.N. Castro, *Transport Properties of Fluids – Their Correlation, Prediction and Estimation*, IUPAC, Cambridge University Press, 1996
4. M. J. Assael, J. P. M. Truster, T. F. Tzolakis, *Thermophysical Properties of Fluids*, Imperial College Press, 1996
5. E. B. Smith, S. Daniels, *Gases in Medicine*, Royal Society of Chemistry, London, 1998
6. T. A. Witten, *Structured Fluids*, Oxford University Press, 2010
7. Artigos científicos recentes sobre os temas abordados.

9.5. Fichas curriculares de docente

Anexo III

9.5.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

<sem resposta>

9.5.2. Ficha curricular de docente:

<sem resposta>