

ACEF/1920/0313792 — Guião para a auto-avaliação corrigido

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/1314/13792

1.2. Decisão do Conselho de Administração.

Acreditar

1.3. Data da decisão.

2015-03-20

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. Síntese de medidas de melhoria do CE.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.

<sem resposta>

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

<no answer>

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.

<sem resposta>

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

<no answer>

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?

Não

4.1.1. Em caso afirmativo, apresentar uma breve explanação e fundamentação das alterações efetuadas.

<sem resposta>

4.1.1. If the answer was yes, present a brief explanation and justification of those modifications.

<no answer>

4.2. Registaram-se alterações significativas quanto a parcerias nacionais e internacionais no âmbito do ciclo de estudos

desde o anterior processo de avaliação?

Não

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

<sem resposta>

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

<no answer>

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.

<sem resposta>

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

<no answer>

1. Caracterização do ciclo de estudos.

1.1 Instituição de ensino superior.

Universidade Nova De Lisboa

1.1.a. Outras Instituições de ensino superior.

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

Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)

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

1.3. Ciclo de estudos.

Química Aplicada

1.3. Study programme.

Applied Chemistry

1.4. Grau.

Licenciado

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

[1.5._LQA_alt_pl_estudos_DR_16ag2016.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:

<sem resposta>

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:

<sem resposta>

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

180

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):

3 anos (6 semestres)

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):

3 years (6 semesters)

1.10. Número máximo de admissões.

30

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.

Provas específicas: (07) Física e Química + (16) Matemática

Classificação mínima na(s) prova(s) específica(s): 95

Classificação mínima na candidatura: 95

Fórmula de ingresso: 60% da classificação final do Secundário + 40% da classificação final na(s) prova(s) específica(s)

1.11. Specific entry requirements.

Specific tests: (07) Physics and Chemistry + (16) Mathematics

Minimum grade in the specific test(s): 95

Minimum application rating: 95

Entry Formula: 60% of the Secondary School final grade + 40% of the final grade in the specific test(s)

1.12. Regime de funcionamento.

Diurno

1.12.1. Se outro, especifique:

n.a.

1.12.1. If other, specify:

n.a.

1.13. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:

FCT NOVA

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

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

1.15. Observações.

n.a.

1.15. Observations.*n.a.***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):	Options/Branches/... (if applicable):
Perfil de Biotecnologia	Biotechnology Profile
Perfil de Química Orgânica	Organic Chemistry Profile
Química Aplicada, Sem Perfil	Applied Chemistry, No Profile

2.2. Estrutura curricular (a repetir para cada um dos percursos alternativos)**2.2. Estrutura Curricular - Perfil de Biotecnologia****2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável).***Perfil de Biotecnologia***2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)***Biotechnology Profile***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
Biologia / Biology	B	12	0	
Bioquímica / Biochemistry	Bq	12	0	
Física / Physics	F	6	0	
Matemática / Mathematics	M	18	0	
Química / Chemistry	Q	90	0	
Biologia / Bioquímica / Genética / Química / Engenharia Química / Biology / Biochemistry / Genetics / Chemistry/Chemical Engineering	B / Bq / G / Q / EQ	12	0	
Ciências Humanas e Sociais / Social Sciences and Humanities	CHS	3	0	
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0	
Biologia / Genética / Tecnologia Bioquímica / Engenharia Química / Biology / Genetics / Biochemistry Technology / Chemical Engineering	B / G / TBq / EQ	0	18	
Qualquer Área Científica	QAC	0	6	
(10 Items)		156	24	

2.2. Estrutura Curricular - Perfil de Química Orgânica**2.2.1. Ramo, opção, perfil, maior/menor, ou outra (se aplicável).***Perfil de Química Orgânica***2.2.1. Branches, options, profiles, major/minor, or other (if applicable)***Organic Chemistry Profile*

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
Biologia / Biology	B	12	0	
Bioquímica / Biochemistry	Bq	12	0	
Física / Physics	F	6	0	
Matemática / Mathematics	M	18	0	
Química / Chemistry	Q	108	0	
Ciências Humanas e Sociais / Social Sciences and Humanities	CHS	3	0	
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0	
Qualquer Área Científica / Any Scientific Area	QAC	0	6	
Química / Bioquímica / Engenharia Química / Biochemistry / Chemistry / Chemical Engineering	Bq / Q / EQ	12	0	
(9 Items)		174	6	

2.2. Estrutura Curricular - Química Aplicada, Sem Perfil

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

Química Aplicada, Sem Perfil

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

Applied Chemistry, No Profile

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
Biologia / Biology	B	12	0	
Bioquímica / Biochemistry	Bq	12	0	
Ciências Humanas e Sociais / Social Sciences and Humanities	CHS	3	0	
Física / Physics	F	6	0	
Matemática / Mathematics	M	18	0	
Química / Chemistry	Q	90	0	
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0	
Qualquer Área Científica / Any Scientific Area	QAC	0	6	
Biologia / Química / Genética / Engenharia Química / Tecnologia Bioquímica / Biology / Chemistry / Genetics / Chemical Engineering / Biochemistry Tech	B / Q / G / EQ / TBq	0	18	
Química / Bioquímica / Biologia / Tecnologia Bioquímica / Engenharia Química / Biology / Biochemistry / Genetics / Chemistry / Chemical Engineering	B / Bq / G / Q / TBq / EQ	12	0	
(10 Items)		156	24	

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.

Estruturas:

- Universidade NOVA: Conselho da Qualidade do Ensino; Gabinete de Apoio à Qualidade do Ensino

- FCT NOVA: Comissão da Qualidade do Ensino, Responsável pela Garantia da Qualidade do Ensino (RGQE), Unidade de Gestão da Qualidade (UGQ), Conselho de Departamento, Comissões Científica e Pedagógica do Ciclo de Estudos.

Principais mecanismos:

- Inquéritos aos estudantes sobre Unidades Curriculares (UC), curso e FCT NOVA; inquéritos aos docentes sobre UC e FCT NOVA;

- Relatório elaborado pelo Regente de cada UC e validado pelo Responsável pela UC (posteriormente analisado pelo Coordenador do curso, coadjuvado pelas Comissões Científica e Pedagógica, pelo Presidente do Departamento responsável pelo curso e pela UC e pelo RGQE);

- Relatório de monitorização anual do curso elaborado pelo Coordenador do mesmo, coadjuvado pelas Comissões

Científica e Pedagógica;

- Relatório anual (todos os cursos da FCT NOVA) elaborado pelo RGQE.

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.

Structures:

- Universidade NOVA: Teaching Quality Council and Teaching Quality Office

- FCT NOVA: Teaching Quality Council, Responsible for Teaching Quality (RGQE), Quality Management Unit (UGQ), Department Council, Scientific and Pedagogical Committees of study cycle

Main mechanisms:

- Students surveys to assess modules, lecturers, study cycle and FCT NOVA; academic staff surveys to assess modules functioning and working conditions at FCT NOVA;

- Report prepared by each module Regent and validated by the respective Responsible (afterwards analyzed by the Program Coordinator, assisted by the Scientific and Pedagogical Committees, by the Head of Department responsible for the study cycle and for the module, and by the RGQE);

- Annual monitoring report of the study cycle prepared by the Program Coordinator, assisted by the Scientific and Pedagogical Committees;

- Annual Report (all FCT NOVA study programmes) prepared by RGQE.

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

Os mesmos mecanismos que em 2.3.1.

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

Same mechanisms as in 2.3.1.

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

As mesmas estratégias que em 2.3.1.

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

Same strategies as in 2.3.1.

2.4. Observações

2.4 Observações.

A Licenciatura em Química Aplicada tem a duração de 3 anos, com 60 créditos ECTS por ano, num total de 180 ECTS. Cada crédito corresponde a 28 horas de aprendizagem incluindo aulas teóricas, aulas teórico-práticas, aulas de laboratório, seminários e outras atividades de estudo incluindo o estudo individual.

A Licenciatura prepara os estudantes para integrar o mercado de emprego europeu na área da Química e para aceder a programas de 2.º ciclo se optarem por uma especialização.

Todas as atividades letivas têm lugar na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, principalmente no Departamento de Química (<http://www.dq.fct.unl.pt>).

Os conteúdos e organização curriculares visam os seguintes objetivos gerais: a) dar uma formação científica de base que permita a integração no mercado de trabalho nas áreas de Química Fina, Biotecnologia, Indústrias Farmacêuticas, Agroquímica e Ambiente; b) preparar os licenciados para uma integração no mercado de trabalho nacional, europeu ou internacional; c) proporcionar o acesso a programas de segundo ciclo em diversas áreas de especialização.

2.4 Observations.

The Applied Chemistry Degree extends over 3 years, with 60 ECTS credits each year, in a total of 180 credits. Each credit corresponds to 28 hours of learning, including lectures, problem-solving sessions, laboratory classes, seminars, and other learning activities as well as individual study.

The Programme prepares the students to immediately integrate the European chemistry-related market, or to access a 2nd cycle of studies if their option is a major specialization.

All teaching activities take place at the Faculdade de Ciências e Tecnologia of Universidade Nova de Lisboa, mainly at the Chemistry Department (<http://www.dq.fct.unl.pt>).

The curriculum organization and contents provide the following general objectives: a) a solid background in Science and Chemistry followed by a specialization in key-areas of Biochemistry and Biotechnology; b) a recognized equivalence with other Cycles from European institutions that offer the same degree; c) an immediate access to other training degrees from National or European institutions; d) acquisition of the generic competences and basic knowledge in biomolecular sciences that enables the new bachelor graduate to enter the European chemistry and biotech-related market, including industrial and government laboratories.

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.

João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor

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 / Specialist	Especialista / Specialist	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Ana Cecília Afonso Roque	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Biotecnologia	100	Ficha submetida
Ana Isabel Nobre Martins Aguiar de Oliveira Ricardo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Química - Química-Física	100	Ficha submetida
Ana Madalena Peres de Drumond Ludovice Mendes Gomes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Genética	100	Ficha submetida
Ana Maria Ferreira da Costa Lourenço	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Ana Rita Cruz Duarte	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
António Gil de Oliveira Santos	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química Orgânica	100	Ficha submetida
António Jorge Dias Parola	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Artur Jorge Carneiro Moro	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Química-Física	20	Ficha submetida
Ayana Maria Xavier Furtado Mateus	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Estatística/ Matemática	100	Ficha submetida
Benedita Andrade Pinheiro	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Ciência e Tecnologia Animal	20	Ficha submetida
Carlos Lodeiro Espino	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
César Antonio Tonicha Laia	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Engenharia Química	100	Ficha submetida
Cláudio António Rainha Aires Fernandes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Análise Funcional	100	Ficha submetida
Elvira Júlia Conceição Matias Coimbra	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Matemática	100	Ficha submetida
Eurico José da Silva Cabrita	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
Hugo Gonçalo da Silva Cruz	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Química-electroquímica ciência e tecnologia	20	Ficha submetida
Hugo Miguel Baptista Carreira dos Santos	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Biochemistry, Proteomics	20	Ficha submetida
João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
João Manuel Gonçalves Couceiro Feio de Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Biologia	100	Ficha submetida
João Montargil Aires de Sousa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química / Química Orgânica	100	Ficha submetida
João Paulo da Costa Noronha	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química/Química Orgânica	100	Ficha submetida
Jorge Manuel Pinto Lampreia Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida
José Paulo Nunes de Sousa Sampaio	Professor Associado ou equivalente	Doutor		Biologia / Microbiologia	100	Ficha submetida
Krasimira Todorova Markova-Petrova	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Organic and Polymer Chemistry	20	Ficha submetida
Luís Alexandre A. Fernandes Cobra Branco	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor		Química, Especialidade de Química Orgânica	20	Ficha submetida
Luís Paulo Silva Nieto Marques Rebelo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor		Química	100	Ficha submetida

Luísa Maria da Silva Pinto Ferreira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química / Química Orgânica	100	Ficha submetida
Margarida Casal Ribeiro Castro Caldas Braga	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biologia	100	Ficha submetida
Maria Alice Santos Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química, especialidade Química Inorgânica.	100	Ficha submetida
Maria Ascensão Carvalho Fernandes Miranda Reis	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Engenharia Bioquímica	100	Ficha submetida
Maria Cristina Oliveira Costa	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química Inorgânica	100	Ficha submetida
Maria Filomena Andrade de Freitas	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia Biológica	100	Ficha submetida
Maria Florbela Bento Martinho de Sá Pereira	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Química Orgânica	20	Ficha submetida
Maria João Lobo de Reis Madeira Crispim Romão	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Maria Madalena Alves de C.S.D. Andrade	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química-Física/Química	100	Ficha submetida
Maria Manuel Martinho Sequeira Barata Marques	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química Orgânica	100	Ficha submetida
Maria Manuela Marques Araújo Pereira	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química- Química Orgânica	100	Ficha submetida
Maria Paula Pires dos Santos Diogo	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	História da Ciência e da Tecnologia- Epistemologia das Ciências	100	Ficha submetida
Mário Emanuel Campos de Sousa Diniz	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências do Ambiente	100	Ficha submetida
Nuno Carlos Lapa dos Santos Nunes	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Engenharia do Ambiente	100	Ficha submetida
Paula Cristina de Sério Branco	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Química/Química Orgânica	100	Ficha submetida
Paula Maria Theriaga Mendes Bernardo Gonçalves	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Ciências Naturais	100	Ficha submetida
Paulo Alexandre da Costa Lemos	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Engenharia Biológica, Especialização em Tecnologia Microbiana	20	Ficha submetida
Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista	Professor Catedrático ou equivalente	Doutor	Human Molecular Genetics	100	Ficha submetida
Rita Gonçalves Sobral de Almeida	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biologia	100	Ficha submetida
Rosario Mato Labajos	Professor Auxiliar convidado ou equivalente	Doutor	Microbiologia Médica/ Biologia	80	Ficha submetida
Ruy Araújo da Costa	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	Ficha submetida
Sérgio Joaquim Raposo Filipe	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Biologia	100	Ficha submetida
Sofia Rocha Pauleta	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Bioquímica - Bioquímica física	100	Ficha submetida
Teresa Sacadura Santos Silva	Professor Auxiliar ou equivalente	Doutor	Bioquímica Estrutural	100	Ficha submetida
Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo	Professor Associado ou equivalente	Doutor	Física/Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
				4440	

<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.

51

3.4.1.2. Número total de ETI.

44.4

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:	42	94.594594594595

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):	44.4	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	27.2	61.261261261261
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	42	94.594594594595
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.

O Departamento de Química (DQ) integra, atualmente, funcionários da Administração Pública, técnicos e bolseiros contratados pelos centros de investigação UCIBIO e LAQV-REQUIMTE. Estes desempenham funções associadas ao funcionamento geral dos sectores e dos vários ciclos de estudo do DQ.

Existem 7 técnicos de laboratórios que prestam apoio às aulas práticas nos laboratórios de ensino do DQ (3 da Administração Pública e 4 da Fundação - Universidade Nova de Lisboa). O DQ tem, 8 funcionários administrativos (4 da Administração Pública, 1 da Fundação - Universidade Nova de Lisboa e 2 funcionários e um bolseiro contratado pelos centros de investigação).

Os laboratórios de Análises dos centros de investigação integram 8 técnicos superiores (dois dos quais bolseiros), todos contratados pelos centros de investigação.

O DQ conta ainda com o apoio dos serviços gerais da FCT NOVA, designadamente da Divisão Apoio Técnico, Divisão de Planeamento, Divisão Académica e da Divisão de Informática.

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

The Chemistry Department (DQ) currently includes Public Administration staff, technicians and scholarship holders hired by the UCIBIO- and LAQV-REQUIMTE research centers. These staff perform functions associated with the overall functioning of the sectors and the various DQ study cycles.

There are 7 laboratory technicians who provide direct support to practical classes in the department's teaching laboratories (3 Public Administration staff and 4 Foundation staff - Universidade Nova de Lisboa). The department also has 8 administrative staff (4 Public Administration staff, 1 Foundation employee - Universidade Nova de Lisboa and 2 staff and 1 fellow hired by the research centers).

The Research Centers' Analysis laboratories include 8 senior technicians (two of whom are scholarship holders), all hired by the research centers).

The DQ also has the support of the general services of FCT NOVA, namely the Technical Division, Planning Division, Academic Division and the Informatics Division.

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

Os 7 técnicos dos laboratórios de ensino possuem como habilitações o ensino secundário ou inferior. Nos funcionários administrativos, 4 possuem o ensino secundário, 3 são licenciados e um doutorado.

Os técnicos dos laboratórios de análise são na maioria licenciados (4), 2 possuem o grau de Mestre e 2 possuem o Doutoramento.

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

The 7 technicians of the teaching laboratories have secondary school or lower education qualifications. Of the administrative staff, 4 have secondary school education, 3 are graduates and a doctorate.

The technicians of the analysis laboratories are mostly graduated at the 1st cycle (4), 2 have a Master's degree and 2 have a PhD.

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.

102

5.1.2. Caracterização por género

5.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	32
Feminino / Female	68

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	34
2º ano curricular	32
3º ano curricular	36
	102

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	25	30	30
N.º de candidatos / No. of candidates	245	259	219
N.º de colocados / No. of accepted candidates	29	32	35

N.º de inscritos 1º ano 1ª vez / No. of first time enrolled	28	31	33
Nota de candidatura do último colocado / Entrance mark of the last accepted candidate	131.4	141.4	139.6
Nota média de entrada / Average entrance mark	153	148.5	150.9

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes

5.3. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes.

n.a.

5.3. Eventual additional information characterising the students.

n.a.

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	23	22	23
N.º graduados em N anos / No. of graduates in N years*	10	13	12
N.º graduados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	7	6	9
N.º graduados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	1	1	2
N.º graduados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	5	2	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).

n.a.

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).

n.a.

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

Devem se destacar os seguintes pontos:

- 1) os resultados nas unidades curriculares (UC) da área da Química estão muito acima da média, o que mostra a motivação e o interesse dos alunos pela licenciatura escolhida. No entanto, devido à complexidade das matérias e complexidade de cálculos, há 3 UC com resultados um pouco piores. O aumento das horas de contacto e o parcelamento das avaliações têm mostrado uma melhoria nos resultados obtidos.*
- 2) nas áreas de CHS e CC as notas obtidas são naturalmente elevadas.*
- 3) as UC na área da Biologia mostram piores resultados, muito devido a estas UC serem direcionadas para estudantes com maior preparação nesta área. Os alunos de LQA sentem dificuldade em acompanhar o desempenho que outros estudantes conseguem, quando têm mais preparação anterior.*
- 4) as percentagens de aprovação na área de Engenharia Química são baixas, mas o n.º de alunos inscritos não é significativo*
- 5) na área da Bioquímica destaca-se essencialmente a UC Metabolismo e Regulação com percentagens de aprovação mais baixas, devido ao fato de se tratar de uma UC em que os alunos de Química Aplicada não têm tantas bases anteriores*
- 6) nota-se uma melhoria acentuada na UC Física 1Q no que toca a percentagem de aprovação a partir do ano em que se alterou um currículo geral de Física para um currículo específico direcionado para alunos de Química.*
- 7) as UC da área científica da Matemática continuam aquelas que apresentam pior resultados. A formação matemática dos alunos continua a ser deficiente. No entanto, houve uma melhoria acentuada ao se trocar o docente das aulas T e*

TP e o tipo de aulas T/TP. Aplicável às UC de EAA1 e EAA2. As percentagens de aprovação têm vindo a aumentar de ano para ano para todas as UC do Departamento de Matemática.

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

The following points should be highlighted:

- 1) the results in the curricular units (UC) in the area of chemistry are well above average, which shows the motivation and interest of the students for the chosen degree. However, due to the complexity of the subjects and the complexity of the calculations, there are 3 UC with slightly worse results. The increase in contact hours and the split of evaluations have shown an improvement in the obtained results.*
- 2) in the areas of CHS and CC the grades obtained are naturally high*
- 3) the UC in Biology show worse results, largely because these UC are aimed at students with greater preparation in this area. LQA students find it difficult to keep up with the performance other students achieve when they have more previous preparation*
- 4) The percentages of approval in the Chemical Engineering area are low, but the number of students enrolled is not significant.*
- 5) In the area of Biochemistry we highlight essentially Metabolism and Regulation with lower approval percentages, due to the fact that it is a UC in which the students of Applied Chemistry do not have so many previous bases.*
- 6) There is a marked improvement in UC Physics 1Q with regard to the percentage of approval from the year when a general Physics curriculum was changed to a specific curriculum aimed at Chemistry students.*
- 7) The UC in the scientific area of Mathematics continue to present the worst results. Students' mathematical training remains poor since the beginning of the degree. However, there was a marked improvement when changing the teacher of the T and TP classes and the type of T/TP classes. Applicable to EAA1 and EAA2 UC. Approval percentages have been increasing over the years for all UC from Department of Mathematics.*

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).

Segundo os dados do OBIPNOVA fornecidos pela Reitoria da UNL, a taxa de emprego definida como o n.º de diplomados em LQA empregados / n.º de diplomados total em LQA ronda os 88% entre 2010-2015. Sendo LQA uma Licenciatura de início de ciclos de estudo, e estando a grande maioria dos alunos motivados para prosseguir estudos para um 2.º ciclo, estes dados só significam que não se encontram alunos licenciados em LQA à procura de emprego na área da Química.

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 OBIPNOVA data provided by the UNL Rectory, the employment rate defined as the number of LQA graduates employed / the total number of LQA graduates is around 88% from 2010 to 2015. Since LQA is a Bachelor Study Cycle initiation, and the vast majority of students are motivated to pursue studies to a 2nd cycle, this data only means that there are no LQA graduated students looking for a job in Chemistry.

6.1.4.2. Reflexão sobre os dados de empregabilidade.

Sendo LQA uma Licenciatura de início de ciclos de estudo, e estando a grande maioria dos alunos motivados para prosseguir estudos para um 2.º ciclo, poucos entram no mercado de trabalho no fim da Licenciatura. Não se encontram alunos licenciados à procura de emprego na área da Química, e os poucos que resolvem entrar no mercado de trabalho ao fim de 3 anos de graduação não sentem dificuldade em o fazer.

6.1.4.2. Reflection on the employability data.

Since LQA is a Bachelor in the beginning of the study cycles, and the vast majority of students are motivated to pursue studies for a 2nd cycle, few of them enter the job market at the end of the Degree. There are no graduate students looking for a job in chemistry, and the few who choose to enter the job market after 3 years of graduation do not find it difficult to do so.

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
LAQV - Requimte	Excelente / Excellent	FCT NOVA	22	https://www.requimte.pt/laqv/
UCIBIO	Excelente / Excellent	FCT NOVA	17	https://www.requimte.pt/ucibio/

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/857d40af-03da-0c7d-4cef-5daf0b5d8596>

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/857d40af-03da-0c7d-4cef-5daf0b5d8596>

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 corpo docente participa de atividades destinadas a aumentar a consciencialização pública da Ciência, em eventos de divulgação como a Semana de Ciência e Tecnologia, organizada pela Ciência Viva, a Noite dos Investigadores, Exposição de Ciência e Tecnologia – Expo FCT organizada pela FCT NOVA e assistida por milhares de estudantes do ensino secundário, bem como presença na imprensa e na média. As ações destinadas a fornecer apoio às escolas incluem o treino de alunos que competem nas Olimpíadas de Ciência da União Europeia, a organização de sessões de laboratório para centenas de estudantes do ensino secundário ao longo do ano em protocolos com as Escolas Secundárias do distrito de Setúbal, a Escola de Verão, e sessões de laboratório e seminários para professores e visitas a escolas.

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 faculty participates in activities aimed at raising public awareness of Science, in dissemination events such as Science and Technology Week, organized by Ciência Viva, the Noite dos Investigadores, Science and Technology Exhibition - Expo FCT organized by FCT NOVA and assisted by thousands of high school students, as well as press and media presence. Actions aimed at providing support to schools include training for students competing in the European Union Science Olympics, organizing laboratory sessions for hundreds of high school students throughout the year in protocols with Setúbal District Secondary Schools, the Summer School, and lab sessions and seminars for teachers and school visits.

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 projetos finais de Licenciatura, obrigatórios para os alunos de LQA, baseiam-se exclusivamente em trabalhos de investigação científica e só são possíveis graças aos financiamentos que os orientadores desses trabalhos conseguem obter de forma competitiva, nomeadamente através de projetos que lideram ou cujas equipas integram. Estes projetos constituem um dos indicadores de realização das unidades de investigação incluídas na secção 6.2.1. Alguns destes projetos são levados a cabo fora dos grupos de investigação do DQ e mesmo fora da FCT NOVA, em ambiente científico empresarial ou em outras instituições de ensino superior e centros de investigação.

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.

The final Bachelor Degree projects, which are mandatory for LQA students, are based exclusively on scientific research work and are only possible thanks to the funding that the supervisors are able to obtain competitively, namely through projects they lead or whose teams are part of. These projects are one of the indicators of achievement of the research units included in section 6.2.1. Some of these projects are carried out outside DQ research groups and even outside FCT NOVA, in a business science environment or in other higher education institutions and research centers.

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	2
Alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Students in international mobility programmes (in)	6
Alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Students in international mobility programmes (out)	2
Docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Foreign teaching staff, including those in mobility (in)	12
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Teaching staff mobility in the scientific area of the study (out)	10

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).

Acordos de mobilidade (redes Erasmus) ao nível da universidade NOVA (www.unl.pt/internacional/internacional) e ao nível do departamento (www.fct.unl.pt/pessoal/mobilidade/acordos-interinstitucionais-erasmus). Salientam-se, por exemplo, os acordos com Universität Leipzig (DE), Università degli Studi di Pavia (IT), Université de Nantes (UFR

Sciences et Techniques) (FR), Lodz University of Technology (PL), Universitatea Babes-Bolyai (Facultatea de Fizica) (RO), Kaunas University of Technology (F. Chemical Technology) (LT), etc.

Além disso, os alunos são incentivados a participar em atividades de colaboração e estágios transnacionais, num sistema de redes de jovens investigadores com livre acesso através das redes de excelência COST.

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

Mobility agreements (Erasmus networks) at the University NOVA level (www.unl.pt/internacional/internacional) and at Department level (www.fct.unl.pt/pessoal/mobilidade/acordos-interinstitucionais-erasmus). Examples of such networks are in place for Universität Leipzig (DE), Università degli Studi di Pavia (IT), Université de Nantes (UFR Sciences et Techniques) (FR), Lodz University of Technology (PL), Universitatea Babes-Bolyai (Facultatea de Fizica) (RO), Kaunas University of Technology (F. Chemical Technology) (LT), etc.

Students are also stimulated to participate in transnational collaboration activities and internships in a network of Young Researchers, such as the excellence network COST.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

6.4. Eventual informação adicional sobre resultados.

n.a.

6.4. Eventual additional information on results.

n.a.

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.

Não

7.1.1. Hiperligação ao Manual da Qualidade.

https://www.fct.unl.pt/sites/default/files/manual_da_qualidade_2018.pdf

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).

<sem resposta>

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.

A avaliação dos Ciclos de Estudo (CE) assume especial importância para a prossecução da promoção e verificação da qualidade do Ensino e Aprendizagem. Para tal encontram-se descritos em procedimentos os processos de monitorização das Unidades Curriculares (UC) e dos CE. Nestes procedimentos encontram-se bem definidas e especificadas as funções de todos os intervenientes da comunidade académica, nomeadamente estudantes, docentes, regente e responsável da UC, coordenador e comissão científica (CC) do CE, presidente do departamento responsável pela UC e pelo CE, Subdiretor para os Assuntos Pedagógicos (SAP), Conselho de Gestão (CG) e Diretor.

O processo de monitorização semestral do CE apoia-se em 2 conjuntos de dados sobre as UC:

1) Os dados subjetivos que resultam da perceção dos estudantes e docentes são obtidos através da resposta aos seguintes Questionários de Avaliação das Perceções dos:

-Estudantes sobre o Funcionamento das UC e do Desempenho Global dos Docentes (QA);

-Docentes sobre as UC;

-Estudantes sobre o Desempenho Individual dos Docentes (QB).

2) Os dados objetivos que se referem ao desempenho obtido pelos estudantes nas UC:

-Sucesso escolar;

-Nível de eficiência formativa;

-Média das classificações obtidas pelos estudantes na UC.

O Sistema de Gestão Académica (CLIP) apoia todo o processo de monitorização e avaliação. Os questionários são respondidos online no CLIP, o qual também realiza o tratamento estatístico. Os dados objetivos são extraídos do CLIP. Os relatórios da UC e do CE que integram os dados anteriores são gerados automaticamente pelo CLIP, podendo os diversos intervenientes da comunidade académica aceder online ao respetivo relatório. Com base nos critérios definidos as UC são classificadas como inadequadas, i.e. UC que necessitam de uma análise mais aprofundada, se o valor médio das respostas a uma das questões do questionário QA se situar abaixo do valor crítico ou se os indicadores de desempenho se situarem abaixo dos limiares críticos definidos. No final de cada semestre o Coordenador e a CC do CE elaboram o Relatório Semestral do CE o qual inclui (1) a análise dos dados referidos anteriormente, (2) um comentário geral sobre o funcionamento do CE nesse semestre, indicando pontos fortes e pontos fracos e (3) propostas de ações de melhoria ou modificações. Este relatório é analisado pelo SAP e submetido ao CG. Este avalia as propostas e podem sugerir novas ações de melhoria. As ações de melhoria a implementar devem incluir medidas que permitam corrigir as situações problemáticas. Sempre que surjam situações inadequadas, de cariz repetitivo, deve ser sujeita a um processo de auditoria. Na realização da auditoria, a equipa auditora deve consultar os Responsáveis envolvidos. Deste processo, resulta um relatório com uma síntese das causas apuradas para o problema e um conjunto de conclusões e recomendações. O CE é também submetido a um a avaliação (anual) mais detalhada, a qual é sintetizada no Relatório Global de Monitorização do CE.

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.

The evaluation of the Study Cycles is of particular importance for the continuation of the promotion and verification of the Teaching and Learning quality. To this end, the monitoring processes of Curricular Units and Study Cycles are described in procedures. In these procedures, are well defined and specified the functions of all the actors of the academic community, namely students, teachers, regent and responsible of the Curricular Unit, coordinator and scientific commission of the Study Cycle, president of the department responsible for the Curricular Unit and for the Study Cycle, Vice-Dean for Pedagogical Affairs, Management Board and Dean.

The biannual monitoring process of the Study Cycles is based on two sets of data on the Curricular Units:

1) Subjective data that result from the students 'and teachers' perception, and are obtained through the answer to the following Questionnaires of Evaluation of the Perceptions of:

- *Students on the Functioning of Curricular Unit and the Global Performance of Teachers (QA);*
- *Teachers about the Curricular Units;*
- *Students on the Individual Performance of Teachers (QB).*

2) Objective data that refer to the performance achieved by students in the Curricular Units:

- *School success;*
- *Level of formative efficiency;*
- *Average of the classifications obtained by the students in the Curricular Units.*

The Academic Management System (CLIP) supports the entire monitoring and evaluation process. The questionnaires are answered online at the CLIP, which also performs the statistical treatment. The objective data is extracted from the CLIP. The reports of the Curricular Unit and the Study Cycle that integrate the previous data are generated automatically by the CLIP, and the various actors of the academic community can access online the respective report. Based on the criteria defined, the Curricular Units are classified as inadequate, that is, Curricular Units that need further analysis if the average value of the answers to one of the questions in the QA questionnaire is below the critical value, or if the performance indicators are below the defined critical thresholds.

At the end of each semester, the Coordinator and the Scientific Committee of the Study Cycle prepare the Semester Report of the Study Cycle which includes (1) the analysis of the data referred to above, (2) a general comment on the functioning of the Study Cycle in this semester, indicating strengths and weaknesses and (3) proposals for improvement actions or modifications. This report is reviewed by Vice-Dean for Pedagogical Affairs and submitted to the Management Board. It evaluates the proposals and may suggest further improvement actions.

The improvement actions to be implemented should include measures to correct the problem situations. Where there are inappropriate situations of a repetitive nature, they should be subject to an audit procedure. When conducting the audit, the audit team should consult with those responsible.

From this process, a report summarizes the causes of the problem and a set of conclusions and recommendations. The Study Cycle is also subjected to a more detailed (annual) assessment, which is summarized in the Global Study Cycle Monitoring Report.

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.

Sendo um processo transversal a toda a instituição, são vários os responsáveis pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade do Ensino, assim:

1-ao nível da NOVA:

- *Pró-Reitora responsável pela qualidade do ensino;*
- *Conselho da Qualidade do Ensino da NOVA: Assegurar o funcionamento do sistema de garantia da qualidade do ensino na NOVA.*

2-ao nível da FCT:

- *Diretor: Orientar todas as estruturas orgânicas e funcionais para os princípios da garantia da qualidade.*
- *Subdiretor responsável pela garantia da qualidade do ensino na FCT NOVA.*
- *Comissão da Qualidade do Ensino da FCT NOVA: Assegurar o funcionamento do sistema de garantia da qualidade do ensino.*
- *Coordenador e Comissão Científica do CE e Presidente do Departamento responsável pelo CE e UC: processo de*

autoavaliação dos ciclos de estudos.

- *Divisão de Gestão e Planeamento da Qualidade: Apoiar a implementação de práticas da qualidade.*
- *Delegados da Qualidade: Promover a implementação de práticas da qualidade.*

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

Being a transversal process to the whole institution, there are several responsible for the implementation of the Teaching quality assurance mechanisms, thus:

1- at NOVA level:

- *Pro-Rector responsible for teaching quality;*
- *Teaching Quality Council of NOVA: Ensure the functioning of NOVA's Teaching Quality Assurance System.*

2- at FCT level:

- *Dean: To guide all organic and functional structures in accordance with the principles of quality assurance.*
- *Vice-Dean responsible for Teaching quality assurance at FCT NOVA.*
- *FCT NOVA Teaching Quality Committee: Ensure the functioning of the teaching quality assurance system.*
- *Coordinator and Scientific Committee of the CE and Chair of the Department responsible for the EC and UC: process of self-evaluation of study cycles.*
- *Planning and Quality Management Division (DPGQ): Support the implementation of quality practices.*
- *Quality Delegates (DQ): Promote the implementation of quality practices.*

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

O Regulamento da FCT NOVA relativo à Avaliação do Desempenho (RAD) têm por objeto o desempenho dos docentes, visando avaliá-lo em função do mérito e melhorar a sua qualidade. A avaliação de desempenho abrange todos os docentes das escolas envolvidas, tem em conta a especificidade de cada área disciplinar e considera todas as vertentes da respetiva atividade: a) Docência; b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação; c) Tarefas administrativas e de gestão académica; d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade. Os resultados da avaliação têm consequências no posicionamento remuneratório, contratação por tempo indeterminado e renovações de contratos. Para a permanente atualização dos docentes contribui, desde logo, a implementação de uma política de estímulo à investigação de qualidade com o objetivo de incentivar projetos com potencial de investigação e reconhecer o mérito dos investigadores mais destacados.

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

The FCT NOVA Regulation on Performance Assessment (RAD) are aimed at the performance of the teachers, in order to assess it on the basis of merit and to improve its quality. The performance evaluation covers all the teachers of the schools involved, takes into account the specificity of each subject area and considers all aspects of their activity: a) Teaching; (b) scientific research, development and innovation; c) Administrative and academic management tasks; d) University extension, scientific dissemination and service delivery to the community. The results of the evaluation have consequences on the remuneration positioning, contract renewals and tenure. For the permanent updating of the teaching staff, it mainly contributes the implementation of a policy to stimulate research quality with the goal of encouraging projects with research potential and recognizing the merit of the most outstanding researchers.

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

<https://dre.pt/application/conteudo/107752661>

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

A avaliação do pessoal não docente é efetuada segundo o SIADAP – Sistema Integrado de Avaliação de Desempenho da Administração Pública – o qual assenta na definição de objetivos institucionais que são desdobrados pela organização. Os objetivos a atingir por cada funcionário, administrativo ou técnico, são definidos no início de cada biénio e estão alinhados com os objetivos estratégicos da instituição. A progressão do funcionário, a existir, dependerá da avaliação bienal que é feita em função do cumprimento das metas fixadas.

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

The performance of non-academic staff is based on SIADAP – Integrated System for Performance Evaluation of Public Administration. SIADAP requires the definition and deployment of institutional objectives. The goals to be attained by the non-academic staff are aligned with the institution strategic objectives and are defined at the beginning of each biennium. The career progression of staff depends on their biennial evaluation, which is based on the degree of accomplishment of the pre-defined goals.

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

- 1) *Site da FCT-UNL (<https://www.fct.unl.pt/ensino/curso/licenciatura-em-quimica-aplicada>);*
- 2) *No dia aberto da FCT-UNL, EXPO-FCT, demonstração de experiências da área e contacto direto com docentes e investigadores;*
- 3) *Presença nas feiras de divulgação de educação, formação e empregabilidade nacionais, tais como Futurália, Mostra do Ensino Superior, Secundário e Profissional - Câmara Municipal de Almada;*
- 4) *Visitas de docentes (Embaixadores da FCT NOVA) a escolas de ensino secundário do país, com incidência nas escolas da região da Grande Lisboa (<https://www.fct.unl.pt/embaixadores>)*
- 5) *Abertura da FCT NOVA a visitas de estudantes do ensino secundário de escolas da região da Grande Lisboa, no*

âmbito do programa “FCT vem Ver” (<https://www.fct.unl.pt/vem-ver>) para execução de aulas laboratoriais ou outras atividades no Campus da FCT NOVA

6) Em todas as actividades são distribuídos panfletos informativos sobre o ciclo de estudos.

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

The study programme is presented to the public by:

- 1) FCT-UNL website (<https://www.fct.unl.pt/ensino/curso/licenciatura-em-quimica-aplicada>), which contains the admission conditions, the goals and professional outputs, as well as a presentation video, narrated by undergraduate students;
- 2) On the annual Open Day of FCT-UNL, EXPO-FCT, Laboratory demonstrations and direct contact with teachers and researchers take place;
- 3) Systematic Presence in several forums and exhibitions such as Futurália, Mostra do Ensino Superior, Secundário e Profissional - Câmara Municipal de Almada;
- 4) Professors visits (FCT NOVA Ambassadors) the secondary schools in the country, focusing on schools in the Greater Lisbon region (<https://www.fct.unl.pt/embaixadores>)
- 5) Visits by secondary school students from schools in the Greater Lisbon region to FCT, under the program “FCT vem Ver” (<https://www.fct.unl.pt/vem-ver>)
- 6) In all these activities, information leaflets about the study programme are distributed.

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

n.a.

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

n.a.

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

Ciclo de estudos de acordo com os objetivos de um 1.º ciclo, garantindo uma formação sólida transversal em Química. Conjunto de docentes com uma forte formação para a lecionação, para orientar os alunos na investigação e para acompanhar os alunos ao longo deste 1.º ciclo. Além disso, o corpo docente deste ciclo de estudos está integrado em centros de investigação ‘Excelentes’ (LAQV, UCIBIO) com reconhecida atividade científica, que se reflete na forma como ministram conhecimento e na atualidade do mesmo.

Muita ênfase na prática laboratorial, o que prepara bem os alunos para um 2.º ciclo, em diferentes áreas científicas. Projeto final de licenciatura em ambiente de investigação, em instituições de ensino superior ou centros de investigação, como também, por vezes, em ambiente empresarial.

Boas instalações laboratoriais com bom equipamento que o DQ e a FCT NOVA disponibilizam, muitos deles graças aos seus centros de investigação.

Unidades curriculares opcionais que fazem com que o aluno desenhe o seu percurso e aumente a sua motivação no estudo. Essa flexibilidade não interfere com as unidades curriculares de base que estruturam este 1.º ciclo.

Boa empregabilidade, apesar de muitos alunos seguirem para 2.º ciclo.

8.1.1. Strengths

Study cycle according to the objectives of a 1st cycle, ensuring a solid cross-training in chemistry. A set of teachers with strong training for teaching, to guide students in research and to accompany students throughout this 1st cycle. In addition, the teaching staff of LQA is integrated into 'Excellent' research centers (LAQV, UCIBIO) with recognized scientific activity, which is reflected in the way they impart knowledge and the timeliness of it.

Much emphasis on laboratory practice, which prepares students well for a 2nd cycle, in different scientific areas. Final degree project in research environment, in higher education institutions or research centers, as well as sometimes in business environment.

Good laboratory facilities with good equipment that DQ and FCT NOVA provide, many thanks to their research centers. Optional curricular units that make the student draw his path and increase his motivation in the study. This flexibility does not interfere with the basic curricular units that structure this 1st cycle.

Good employability, although many students go to 2nd cycle.

8.1.2. Pontos fracos

Fraca internacionalização, não só respeitante aos alunos que se deslocam ao estrangeiro como alunos que vêm do estrangeiro em Programas Erasmus, característica já apontada pela anterior Comissão de Avaliação Externa.

Poucos contactos empresariais neste 1.º ciclo, por exemplo a nível de projetos de final de licenciatura, sendo a razão principal a curta estada dos alunos nas empresas, cerca de 1,5 meses. Este contacto empresarial é fortificado nos 2.º ciclos.

O Campus a necessitar de várias intervenções de recuperação em edifícios e de um complexo desportivo há muito falado, bem como de um aumento do número de salas de aula disponíveis.

8.1.2. Weaknesses

Weak internationalization, not only for students traveling abroad but also for students coming from abroad in Erasmus programs, a feature already mentioned by the previous External Evaluation Committee.

Few business contacts in this 1st cycle, for example in undergraduate projects, the main reason being the short stay of students in companies, about 1.5 months. This business contact is strengthened in the 2nd cycles.

The Campus needs a number of building restoration interventions and a long-spoken sports complex, as well as an increase in the number of available classrooms.

8.1.3. Oportunidades

1) Muitos projetos de investigação a decorrer no DQ e na FCT NOVA de modo a facilitar o ingresso do aluno na investigação científica e em qualquer 2.º ciclo de estudos. Corpo docente que, pela sua atividade de investigação, transmite aos alunos uma atitude inovadora e competitiva, conferindo-lhes desta forma uma característica formativa essencial para as solicitações atuais do mercado de emprego. Corpo docente com elevado número de projetos de I&D nacionais e internacionais alinhados com os grandes desafios societais, capaz de transmitir aos alunos a importância da valorização do conhecimento, de uma boa articulação entre a universidade e os centros de investigação com o tecido empresarial.

2) Ampla rede de parcerias que possibilita o intercâmbio de estudantes Erasmus com universidades de referência.

3) A plataforma Moodle, extensivamente utilizada por muitos docentes do curso, não é ainda como meio de substituição de horas presenciais teóricas ou teórico-práticas, situação que poderia permitir o funcionamento de um regime semi-diurno, para além do normal funcionamento diurno. O curso tem uma componente laboratorial forte e considerada fundamental para a formação que se quer conferir. Mas a concentração desta componente, e a flexibilização das sessões teóricas e teórico-práticas, poderiam permitir alcançar outros públicos.

4) As tarefas acima seriam grandemente facilitadas através de um reforço/melhoramento dos sistemas de informação académica e processamento da mesma.

5) Campus com grande potencial de desenvolvimento nas vertentes de ensino, investigação, e lazer.

8.1.3. Opportunities

1) Many research projects underway at DQ and FCT NOVA to facilitate student entry into scientific research and any 2nd cycle of studies. Teaching staff that, through their research activity, transmits to students an innovative and competitive attitude, thus giving them an essential training characteristic for the current demands of the job market. Teaching staff with a large number of national and international R&D projects aligned with major societal challenges, able to transmit to students the importance of enhancing knowledge, a good articulation between the university and research centers with companies.

2) Broad network of Erasmus partnerships enabling students' mobility to Universities of reference.

3) The Moodle platform, widely used by many course teachers, is not yet used as a means of substituting lectures and problem solving sessions in contact with students. This could enable to extend the teaching schedule beyond the normal day time schedule. The course has however a very strong laboratorial component which is considered essential for the training objectives. However, the concentration of lab activities in a short period of time, along with a flexible scheduling of theory and problem solving sessions could enable reaching other potential students.

4) The above tasks would be greatly facilitated by strengthening and improving academic information systems and processing them.

5) University Campus with high development potential in teaching, research and leisure activities.

8.1.4. Constrangimentos

O financiamento das instituições públicas de ensino superior encontra-se em situação perigosa, pelo que grande parte das atividades laboratoriais têm de ser apoiadas por verbas alocadas a projetos de investigação, com todos os problemas e falta de celeridade que daí resultam.

A falta de financiamento para os ciclos de estudos implica a difícil gestão dos laboratórios, o impedimento de se renovar e aumentar os aparelhos existentes, implementar novas tecnologias mais modernas, etc.

8.1.4. Threats

Funding for public higher education institutions is in a dangerous situation, so much of the laboratory activities must be supported by funds allocated to research projects, with all the resulting problems and lack of speed.

Lack of funding for study cycles means difficult laboratory management, the impediment to refurbishing and upgrading existing devices, implementing newer technologies, etc.

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2. Proposta de ações de melhoria

8.2.1. Ação de melhoria

Alguns pontos fracos prendem-se com condições cuja alteração escapa ao âmbito de competências da Coordenação deste ciclo de estudos. Como sejam a manutenção de equipamentos ou a recuperação de edifícios. O plano estratégico da Universidade NOVA para o período 2019-2029 contempla, no caso específico da Faculdade, a recuperação de edifícios e laboratórios e a eventual construção de outros. Por parte do DQ, as aulas de LQA estarão asseguradas pela ajuda financeira dos centros de investigação cá instalados, no caso da falta de apoio por parte da FCT NOVA, como tem sido uma realidade nos últimos anos.

No caso da internacionalização do 1.º ciclo, implicaria a adoção do inglês como língua usada na lecionação das aulas,

sendo a mudança já prevista para ciclos de estudo posteriores a este.

Os contactos empresariais neste 1.º ciclo a nível de projetos de final de licenciatura serão incentivados, apesar das dificuldades existente por parte das empresas em aceitar estudantes por períodos de tempo tão curtos.

Permanece nos planos desta comissão científica de LQA continuar a incentivar a cultura do rigor, a responsabilidade laboral e o repúdio ao plágio.

8.2.1. Improvement measure

Some weaknesses are related to conditions whose alteration falls outside the scope of the Coordination of this study cycle. Such as equipment maintenance or building restoration. NOVA University's strategic plan for the period 2019-2029 includes, in the specific case of the Faculty, the restoration of buildings and laboratories and the eventual construction of others. On the part of DQ, the LQA classes will be assured by the financial help of the research centers installed here, in case of lack of support from FCT NOVA, as has been a reality in recent years.

In the case of the internationalization of the 1st cycle, it would imply the adoption of English as the language used in the teaching of classes, being the change already foreseen for study cycles after this one.

Business contacts in this 1st cycle at the end of undergraduate projects level will be encouraged, despite the companies' difficulties in accepting students for such short periods of time.

It remains in the plans of this LQA scientific committee to continue to foster a culture of rigor, labor responsibility and repudiation of plagiarism.

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

Sempre a máxima prioridade.

Esperamos que a reabilitação dos edifícios seja célere, por exemplo, durante os próximos 5 anos. Que o investimento governamental nas Universidades aumente rapidamente como prometido, por exemplo, no próximo orçamento de estado.

Para a internacionalização do 1.º ciclo, esperamos um período nunca menos que 5 anos.

Para uma maior intervenção empresarial nos projetos de final de licenciatura, uma ação gradual nos próximos 5 anos.

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

Always the highest priority.

We hope that the rehabilitation of buildings will be speedy, for example, over the next 5 years. May government investment in universities increase rapidly as promised, for example, in the next state budget.

For the internationalization of the 1st cycle, we expect a period of no less than 5 years.

For greater business intervention in undergraduate projects, a gradual action over the next 5 years.

8.1.3. Indicadores de implementação

Serão indicadores de implementação um maior número de estudantes Erasmus, um maior número de projetos de final de licenciatura em ambiente empresarial, o melhoramento das condições estudantis no Campus.

8.1.3. Implementation indicator(s)

Implementation indicators will be :

a larger number of Erasmus students,

a larger number of undergraduate projects in a business environment, and improved student conditions at the Campus.

9. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)

9.1. Alterações à estrutura curricular

9.1. Síntese das alterações pretendidas e respectiva fundamentação

LQA tinha 3 perfis diferentes, que os alunos podiam escolher no último ano: perfil em Química Orgânica, Perfil em Biotecnologia ou a opção Sem Perfil definido. Esta última opção era escolhida por mais de 90% dos alunos, e neste caso o aluno podia escolher opções de ambos os perfis. Com a redução da licenciatura para 3 anos, o número de alunos de entrada e o fato da empregabilidade não depender do perfil escolhido, deixou de ter qualquer lógica a existência de 3 perfis na Licenciatura, passando a haver a versão sem perfil definido.

9.1. Synthesis of the proposed changes and justification.

LQA had 3 different profiles, which students could choose in the last year: Organic Chemistry Profile, Biotechnology Profile or the No Profile Defined option. This last option was chosen by over 90% of the students, in which case the student could choose options from both profiles. With the reduction of the degree to 3 years, the number of incoming students and the fact that employability does not depend on the profile chosen, there is no logic to the existence of 3 profiles in the bachelor degree, keeping only the version without a defined profile.

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
Bioquímica / Biochemistry	Bq	12	0	
Ciências Humanas e Sociais / Social and Human Sciences	CHS	3	0	
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	3	0	
Física / Physics	F	6	0	
Matemática / Mathematics	M	18	0	
Química / Chemistry	Q	96	0	
Qualquer Área Científica / Any Scientific Area	QAC	0	6	
Biologia / Biology	B	0	6	
Biologia / Engenharia Química / Química / Chemical Engineering / Chemistry	B / EQ / Q	0	6	
Biologia / Engenharia Química / Tecnologia Bioquímica / Química / Biology / Chemical Engineering / Biochemistry Technology / Chemistry	B / EQ / TB / Q	0	12	
Biologia/Bioquímica/Eng. Química/Tecnologia Bioquímica/Química/Biology/Biochemistry/Chemical Engineering/Biochemistry Tech/Chemistry	B / BQ / EQ / TB / Q	12	0	
(11 Items)		150	30	

9.3. Plano de estudos**9.3. Plano de estudos - - 1.º Ano****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:*1.º Ano***9.3.2. Curricular year/semester/trimester:***1st Year***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 (5)	Observações / Observations (5)
Teoria da Ligação Química / Chemical Structure and Bonding	Q	Semestre 1	168	T: 42; TP: 15	6	
Elementos de Análise e Álgebra I / Elements of Analysis and Algebra I	M	Semestre 1	168	T: 42; TP: 28	6	
Introdução à Química-Física / Introduction to Physical Chemistry	Q	Semestre 1	168	T: 28; TP: 14; PL: 14	6	
Química dos Elementos / Chemistry of the Elements	Q	Semestre 1	168	TP: 42; PL: 15	6	
Técnicas de Laboratório / Laboratory Techniques	Q	Semestre 1	84	TP: 9; PL: 21	3	
Competências Transversais em Ciências e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology	CC	Trimestre 2	80	TP: 10; PL:50	3	

Elementos de Análise e Álgebra II / Elements of M Analysis and Algebra II	M	Semestre 2	168	T: 42; TP: 28	6
Química Inorgânica I / Inorganic Chemistry I	Q	Semestre 2	168	TP: 42; PL: 12	6
Química Orgânica I / Organic Chemistry I	Q	Semestre 2	168	TP: 35; PL: 21	6
Física I Q / Physics I Q	F	Semestre 2	168	TP: 42; PL: 28	6
Bioquímica Geral A / General Biochemistry A	Bq	Semestre 2	168	T: 21; TP: 15; PL: 20	6

(11 Items)**9.3. Plano de estudos - - 2.º Ano**

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:
2.º Ano

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year

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)
Probabilidade e Estatística A / Statistics and Probability A	M	Semestre 1	168	TP: 42; PL:14	6	
Química Analítica / Analytical Chemistry	Q	Semestre 1	168	T: 21; TP: 15; PL: 20	6	
Química Orgânica II / Organic Chemistry II	Q	Semestre 1	168	T: 28; TP: 12; PL: 16	6	
Metabolismo e Regulação / Metabolism and Regulation	Bq	Semestre 1	168	T: 28; TP: 9; PL: 20	6	
Química Física I / Physical Chemistry I	Q	Semestre 1	168	T: 28; TP: 12; PL: 16	6	
Métodos de Separação / Separation Methods	Q	Semestre 2	168	T: 28; TP: 12; PL: 16	6	
Química Física II / Physical Chemistry I	Q	Semestre 2	168	TP: 42; PL: 16	6	
Métodos Instrumentais de Análise I / Instrumental Methods of Analysis I	Q	Semestre 2	84	TP: 21; PL: 9	3	
Química Inorgânica II / Inorganic Chemistry II	Q	Semestre 2	84	TP: 21; PL: 9	3	
Termodinâmica Química / Chemical Thermodynamics	Q	Semestre 2	84	TP: 28	3	
Opção A / Option A	B	Semestre 2	168	T: 21; PL: 36	6	Optativa / Optional
Ciência, Tecnologia e Sociedade / Science, Technology and Society	CHS	Trimestre 2	84	TP: 32; S: 8	3	

(12 Items)**9.3. Plano de estudos - - 2.º Ano - Grupo de Opções A**

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:
2.º Ano - Grupo de Opções A

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
2nd Year - Option Group A

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)
Biologia Molecular B / Molecular Biology B	B	Semestre 2	168	T: 21; PL: 36	6	Optativa / Optional
Microbiologia B / Microbiology B	B	Semestre 2	168	T: 21; PL: 36	6	Optativa / Optional

(2 Items)

9.3. Plano de estudos - - 3.º Ano

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:
3.º Ano

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:
3rd Year

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)
Mecanismos de Reações Químicas / Organic Reaction Mechanisms	Q	Semestre 1	168	T:28; TP:28	6	
Métodos Instrumentais de Análise II / Instrumental Methods of Analysis II	Q	Semestre 1	168	T:21; TP:20; PL:16	6	
Análise Estrutural / Structural Analysis	Q	Semestre 1	168	TP:28	6	
Unidade Curricular do Bloco Livre / Unrestricted Elective	QAC	Semestre 1	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional
Opção B / Option B	B / EQ / Q	Semestre 1	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional
Projeto / Project	B / Bq / EQ / TB / Q	Semestre 2	336	OT: 28	12	
Processos, Desenvolvimento e Monitorização / Processes, Development and Monitorization	Q	Semestre 2	84	T: 28	3	
Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunities Program	Q	Trimestre 2	80	OT: 7	3	
Opção C1 / Option C1	B / EQ / TB / Q	Semestre 2	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional
Opção C2 / Option C2	B / EQ / TB / Q	Semestre 2	168	depende da UC escolhida / dependent of choice	6	Optativa / Optional

(10 Items)

9.3. Plano de estudos - - 3.º Ano - Grupo de Opções B e C

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:

3.º Ano - Grupo de Opções B e C

9.3.2. Curricular year/semester/trimester:

3rd Year - Option Group B and C

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)
Genética Molecular B / Molecular Genetics B	B	Semestre 1	168	T: 21; PL: 36	6	Optativa / Optional - Opção B / Option B
Engenharia Bioquímica I / Biochemical Engineering I E	EQ	Semestre 1	168	T: 28; TP: 24; PL: 4	6	Optativa / Optional - Opção B / Option B
Biossíntese de Produtos Naturais / Biosynthesis of Natural Products	Q	Semestre 1	168	T: 35; PL: 21	6	Optativa / Optional - Opção B / Option B
Biologia Molecular B / Molecular Biology B	B	Semestre 2	168	T: 21; PL: 36	6	Optativa / Optional - Opção C / Option C
Microbiologia B / Microbiology B	B	Semestre 2	168	T: 21; PL: 36	6	Optativa / Optional - Opção C / Option C
Engenharia Genética / Genetic Engineering	B	Semestre 2	168	T: 21; PL: 36	6	Optativa / Optional - Opção C / Option C
Tecnologia de Enzimas / Enzyme Technology	EQ	Semestre 2	168	TP: 48; PL: 8	6	Optativa / Optional - Opção C / Option C
Bioenergética Industrial / Industrial Bioenergetics	TB	Semestre 2	168	T: 28; TP: 21; PL: 6	6	Optativa / Optional - Opção C / Option C
Síntese Orgânica / Organic Synthesis	Q	Semestre 2	168	T: 35; PL: 20	6	Optativa / Optional - Opção C / Option C
Químio-Informática / Chemoinformatics	Q	Semestre 2	84	TP: 28	3	Optativa / Optional - Opção C / Option C
Química Computacional / Computational Chemistry	Q	Semestre 2	84	TP: 28	3	Optativa / Optional - Opção C / Option C

(11 Items)**9.4. Fichas de Unidade Curricular****Anexo II - Análise Estrutural****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Análise Estrutural***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Structural Analysis***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

Q

9.4.1.3. Duração:*Semestral / Semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:**

168

9.4.1.5. Horas de contacto:*TP:56***9.4.1.6. ECTS:**

6

9.4.1.7. Observações:*<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***António Gil de Oliveira Santos – TP:28***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Eurico José da Silva Cabrita – TP:28***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta UC os alunos devem ter adquirido conhecimentos e competências que lhe permitam:*

- *Analisar espectros de UV e de IV, identificar possíveis grupos funcionais e interpretar os desvios observados nos máximos de absorção, tanto em intensidade como em frequência.*
- *Conhecer os aspetos fundamentais do funcionamento de espectrómetros de massa.*
- *Interpretar espectros de massa, propondo estruturas e os mecanismos de degradação que as justifiquem.*
- *Compreender os aspetos instrumentais mais relevantes em espectroscopia de RMN.*
- *Interpretar espectros de RMN monodimensionais, relacionando os desvios químicos e as constantes de acoplamento com as estruturas mais prováveis.*
- *Utilizar as técnicas de UV/Vis, IV, EM e RMN, em conjunto, na análise estrutural de estruturas orgânicas.*
- *Obter informação conformacional e configuracional a partir da análise de espectros de RMN monodimensionais e/ou bidimensionais.*
- *Capacidade para processamento de espectros de RMN monodimensionais.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*At the end of this course students should have acquired knowledge and skills to enable them to:*

- *Analyze UV spectra and IR, identify possible functional groups and interpret the deviations observed in the absorption maxima, both in intensity and frequency.*
- *Know the fundamental aspects of the operation of mass spectrometers.*
- *Interpreting mass spectra, proposing structures and mechanisms of degradation.*
- *Understand the most relevant instrumental aspects of NMR spectroscopy.*
- *Interpret one-dimensional NMR spectra, relating the chemical shifts and coupling constants with the most likely structures.*
- *Using the techniques UV / Vis, IR, MS and NMR together in the structural analysis of organic structures.*
- *Get conformational and configurational information from the analysis of one-dimensional NMR spectra and / or two-dimensional.*
- *Capacity to process one-dimensional NMR spectra.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Espectroscopia de Infravermelho. Revisão de conceitos teóricos. Interpretação de espectros. Absorções características de grupos funcionais em moléculas orgânicas. Espectrometria de massa. Aspetos instrumentais. Ionização e fragmentação. Mecanismos de fragmentação mais comuns. Contribuição para a elucidação de estruturas. Ressonância magnética nuclear. Revisão de alguns aspetos teóricos. Aspetos práticos de RMN de alta resolução. Análise estrutural de compostos orgânicos com recurso a espectros de UV/Vis, IV, Massa e RMN. RMN de heteroátomos. Teoria avançada de RMN unidimensional. Apresentação de alguns programas de pulsos mais comuns. Simulação de espectros. Introdução às técnicas bidimensionais. COSY, NOESY, HMQC e HMBC.

9.4.5. Syllabus:

Infrared spectroscopy. Revision of important theoretical concepts. Spectra interpretation. Characteristic group absorption of organic compounds. Mass spectrometry. Instrumentation. Ionization and fragmentation. Fragmentation mechanisms. Structure elucidation. Nuclear magnetic resonance. General theoretical concepts and experimental applications. Structure elucidation based on UV/Vis, IV, MS and NMR spectra. NMR of heteroatoms. Advanced theoretical concepts in uni-dimensional NMR. Presentation of some common pulse sequences. Spectral simulation. Introduction to bi-dimensional NMR techniques. COSY, NOESY, HMQC. HMBC.

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

A unidade curricular faz uma revisão de alguns conceitos das espectroscopias de UV/Vis e de IV, já adquiridos noutras UCs da licenciatura, aplicando-os de imediato na análise espectral de estruturas orgânicas. Introduce os aspetos instrumentais mais importantes dos aparelhos de EM, evidenciando como podem afetar os espectros de massa. Os alunos são introduzidos aos mecanismos de degradação mais comuns, aplicando-os no estudo de casos reais. Na segunda parte da UC, dedicada ao estudo de RMN, combinam-se as quatro técnicas na análise de problemas reais de estruturas orgânicas. Durante o semestre há uma evolução significativa do grau de dificuldade das estruturas analisadas, culminando com a análise conformacional e configuracional de estruturas complexas. Durante a segunda parte da UC são abordados os aspetos instrumentais mais importantes dos aparelhos de RMN, dando-se um peso especial aos aspetos teóricos que permitem a análise e o processamento deste tipo de espectros.

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

The course reviews some concepts of UV spectroscopy / Vis and IR, already contained in other courses of the degree, applying them in the spectral analysis of organic structures. The most important aspects of instrumental MS apparatus are introduced, showing how they affect the mass spectra. Students are introduced to the most common degradation mechanisms and apply them in the study of real cases. In the second part of the UC, dedicated to the study of NMR, the four techniques are combined in the analysis of actual problems of organic structures. During the semester there is a significant increase in the degree of difficulty of the structures analyzed, culminating in the configurational and conformational analysis of complex structures. During the second part of the UC the major instrumental aspects of the NMR spectrometer are covered, giving particular weight to the theoretical aspects that allow the analysis and processing of this type of spectra.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa da unidade curricular é apresentado nas aulas teóricas-práticas (2h + 2h semanais), onde os assuntos são abordados procurando sempre interligar os aspetos teóricos com informações experimentais. Nas aulas teórico-práticas são realizados exercícios de aplicação, ligados sempre aos conceitos teóricos. Diversas aulas são lecionadas em sala de computadores, de modo a ser possível o processamento de espectros de RMN e a sua análise detalhada (medida precisa de desvios químicos e constantes de acoplamento). No final do semestre são lecionadas 2 aulas práticas em duas semanas consecutivas, onde os alunos têm contacto com aparelhos de RMN, de modo a aplicarem alguns conceitos teóricos a nível experimental. A avaliação da UC é obtida através da realização de 3 testes ao longo do semestre, onde as componentes teóricas e teórico-prática tem pesos semelhantes, sendo a nota final a média ponderada das notas parciais.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The study plan is presented in theoretical classes (2h + 2h weekly), where subjects are always looked into linking theoretical aspects with experimental data and concepts. Practical exercises, are always linked to the theoretical concept. Several classes are taught in the computer room to allow the processing of NMR spectra and their detailed analysis (accurate measurement of chemical shifts and coupling constants). At the end of the semester 2 practical classes are taught in consecutive weeks, where students have contact with NMR spectrometer, in order to apply theoretical knowledge to experimental level. The evaluation of UC is obtained by performing three tests during the semester, where theoretical and theoretical and practical components have similar weights, with the final grade the weighted average of partial notes.

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

A unidade curricular de Análise Estrutural é uma UC fundamental no plano da licenciatura, uma vez que é a única UC onde são abordadas as quatro técnicas analíticas (UV/Vis, IV, EM e RMN) de modo integrado e dirigidas à identificação estrutural. Assim sendo, no final da UC espera-se que os alunos adquiram capacidades não só para processarem e interpretar espectros complexos, propondo estruturas bem fundamentadas, mas que compreendam também todos os aspetos teóricos que lhes permitam ultrapassar eficazmente as inúmeras e inesperadas variações espectrais que irão encontrar no seu trabalho futuro. Para atingirmos estes objetivos, as aulas teóricas são lecionadas com recurso a técnicas modernas de multimédia, sendo utilizados muitos clips animados que ilustram o funcionamento de aparelhos de massa, ou os modos de vibração em IV mas que, acima de tudo, são fundamentais para a compreensão do fenómeno de RMN. De facto, sendo o RMN um processo dinâmico, onde é fundamental compreender a evolução da magnetização ao longo do tempo, os gráficos convencionais normalmente utilizados não são apropriados, pois obrigam a uma imaginação que está para lá das capacidades de muitos alunos, considerando a experiência que possuem nesta altura dos seus percursos académicos. Por outro lado, as animações 3D permitem visualizar os processos dinâmicos, facilitando enormemente a compreensão dos fenómenos físicos que visam descrever. Hoje em dia, qualquer estudante de mestrado ou doutoramento na área de química necessita de analisar espectros de RMN. No entanto, se ficar limitado à análise de espectros adquiridos e processados por um operador, tirará pouco partido do enorme potencial que esta técnica analítica permite. Assim, nesta UC o aluno aprende a teoria necessária para a compreensão e utilização dos diversos parâmetros necessários à aquisição de espectros de RMN, podendo refinar todos os processos, de modo a obter o máximo rendimento da técnica. Por outro lado, e ao contrário das outras técnicas abordadas na UC, a obtenção de bons espectros de RMN depende enormemente da fase de processamento. Assim, o aluno adquire não só os fundamentos teóricos para efetuar esse processamento do modo mais eficiente possível, mas é também introduzido a diversos softwares de processamento que lhe dão um conhecimento prático do assunto. Considerando que o objetivo principal da UC é dar ao aluno a capacidade para processar e analisar espectros e propor estruturas, e que essa capacidade depende não só da sua experiência teórico-prática mas, também, dos conhecimentos teóricos que adquirir, a avaliação da UC é feita dando pesos ponderados à teoria e à prática nos testes realizados. Assim, no caso de UV/Vis, IV e EM, dá-se maior peso à componente prática (exercícios de aplicação), enquanto no caso do RMN dá-se maior peso à componente teórica, visto esta técnica ser fortemente condicionada por esse conhecimento. No total da UC, os pesos das duas componentes são semelhantes.

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

The course of Structural Analysis is a key UC in the degree plan, since it is the only UC where the four analytical techniques are addressed (UV / Vis, IR, MS and NMR) in an integrated way to perform structural identification of organic compounds. Therefore, at the end of UC it is expected that the students acquire skills not only to process and interpret complex spectra, offering well-founded structures, but also understand all the theoretical aspects that enable them to effectively overcome the numerous and unexpected spectral variations that they will find in their future work. To achieve these objectives, the lectures are taught using modern multimedia techniques using many animated clips that illustrate the operation of mass devices, or the vibration modes in IV but, above all, are fundamental to understand the NMR phenomenon. In fact, being the NMR a dynamic process, which is essential to understand the evolution of magnetization over time, conventional charts normally used are not appropriate because they require an imagination that is beyond the capabilities of many students, given the experience that they have at this stage of their academic paths. On the other hand, 3D animations allow to visualize the dynamic processes, greatly facilitating the understanding of the physical phenomena described. Nowadays, any MSc or PhD student in chemistry subjects needs to analyze NMR spectra. However, being limited to the analysis of spectra acquired and processed by an operator, will take little advantage of the enormous potential that this analytical technique allows. Thus, in this UC students learn the theory necessary for the understanding and use of the various parameters required for the acquisition of NMR spectra and can refine all processes in order to achieve maximum efficiency of the technique. Unlike other techniques discussed in the UC, to obtain good NMR spectra greatly depends on the processing stage. Thus, the student acquires not only the theoretical foundations for such processing as efficiently as possible, but he is also introduced to several processing software that give them a working knowledge of the subject. Considering the main objective of the UC is to give the student the ability to process and analyze spectra and propose structures and that this ability depends not only on their theoretical and practical experience but also the theoretical knowledge they acquire, the evaluation of UC's made giving weights weighted to the theory and practice in the tests. Thus, in the case of UV / Vis, IR and MS gives a greater weight to practical component (application years), whereas in the case of NMR gives a greater weight to the theoretical, since this technique is strongly influenced by that knowledge. A total of UC, the weights of the two components are similar.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle, *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, John Wiley & Sons, Inc.
2. E. De Hoffmann, J. Charette, V. Stroobant, *Mass Spectrometry, Principles and Applications*, John Wiley & Sons.
3. T. D. W. Claridge, *High-Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry*, Pergamon (Tetrahedron Organic Chemistry Series, Volume 19).
4. D. A. Skoog, F. James. Holler, T. A. Nieman, *Principles of Instrumental Analysis*, Saunders College Publishing.
5. J. K. M. Sanders, B. K. Hunter, *Modern NMR Spectroscopy: A Guide for Chemists*, Oxford University

Anexo II - Bioquímica Geral A**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Bioquímica Geral A

9.4.1.1. Title of curricular unit:

General Biochemistry A

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Bq

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; TP:15; PL:20

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria Alice Santos Pereira – T:21; TP:15; PL:60

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

<sem resposta>

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

No final desta unidade curricular os alunos deverão:

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

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of the course, students should:

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

9.4.5. Conteúdos programáticos:

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

9.4.5. Syllabus:

1. *Introduction to Biochemistry*
2. *Properties of amino acids, peptides and proteins*
3. *Structure-function relationship in biomolecules: transport of O₂ and CO₂*
4. *Enzymes*
5. *Carbohydrates*
6. *Nucleic acids: structure and function*
7. *Introduction to recombinant DNA technology*
8. *Bioenergetics*
9. *Metabolism*

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

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

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

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

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

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

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

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

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

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

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

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

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

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

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

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

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

- Nas aulas teóricas são lecionados os princípios teóricos de cada matéria;

- Nas aulas teórico-práticas são resolvidos problemas que integram a análise e interpretação de resultados experimentais;

- Nas aulas práticas os alunos aplicam técnicas bioquímicas para: i) determinar as propriedades ácido-base dos aminácidos; ii) purificar proteínas; iii) observar as diferentes formas da hemoglobina; iv) quantificar proteínas; e v) estudar o comportamento cinético de uma enzima na presença e ausência de inibidor. Pretende-se assim que os alunos melhorem a vertente experimental, em particular na análise e interpretação de resultados.

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

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

- In lectures the theoretical, principles of each subject is taught;

- In problem-solving classes, problems that integrate the analysis/mathematical modeling and interpretation of experimental results are solved;

- In laboratory classes students apply biochemical techniques to: i) determine the acid-base properties of amino acids; ii) purify proteins; iii) observe the different forms of hemoglobin; iv) quantify proteins; and v) study the kinetic behavior of an enzyme in the presence and absence of inhibitor. The aim is to improve the experimental skills of students, in particular the analysis and interpretation of results.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Lehninger principles of biochemistry by David L. Nelson, and Michael M. Cox eds, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 7th edition, 2017.

2. Principles of biochemistry by Donald Voet, Judith G. Voet, and Charlotte W. Pratt, John Wiley & Sons, Inc., New York, 5th edition, 2016.

3. Biochemistry by Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Gregory J. Gatto, Lubert Stryer eds, W. H. Freeman and Company, San Francisco. 9th ed., 2019.

Anexo II - Bioenergética Industrial**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Bioenergética Industrial

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Industrial Bioenergetics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

TB

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:21; PL:6

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Maria Ascensão Carvalho Fernandes Miranda Reis - T:28***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Maria Filomena Andrade de Freitas - TP:6; PL:3**Joana Costa Fradinho - TP:6; PL:3**Cristiana Andreia Vieira Torres - TP:9***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se que os alunos adquiram uma formação avançada na área das tecnologias sustentáveis, aplicadas à valorização de resíduos e subprodutos industriais e seu tratamento por processos biológicos. Pretende-se ainda que os alunos se familiarizem com as etapas de um projeto industrial de base biotecnológica.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***The purpose of this course is to provide the students with advanced training in the fields of sustainable processes for wastes and industrial by-products valorisation and treatment by biological processes. It is also intended that students become familiar with the steps of an industrial project for the production of bioproducts.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***1-Utilização de Energias Renováveis como Alternativa às Energias Convencionais**Balanço anual de energia na biosfera. Energia solar, energia eólica, energia geotérmica; Biomassa como fonte de energia**2-Processos Biológicos de Produção de Produtos Energéticos a Partir de Resíduos**Utilização de resíduos florestais, agrícolas e industriais como substratos energéticos; Princípios básicos sobre o desenvolvimento dum bioprocessos; Avaliação económica de bioprocessos; Produção de etanol, acetona-butanol, ácidos orgânicos, biopolímeros, hidrogénio e metano a partir de resíduos**3-Reactores Biológicos para Produção de Produtos Energéticos**Configuração e modo de operação de biorreatores**4- Processos de recuperação de produtos biológicos**Processos de membranas, adsorção, extração por solventes**5- Processos de Remoção Biológica de Poluentes**Remoção biológica de carbono, azoto e fósforo; Digestão anaeróbia; Biorremediação***9.4.5. Syllabus:***1- Use of renewable energies versus conventional energies**Sun energy, Aeolic energy and Geothermic energy; Biomass as energy source.**2- Biological processes for production of chemicals from wastes.**Forest residues, agricultural and industrial as substrates; Basic Principles on the development of a bioprocess;**Economic evaluation of processes; Production of ethanol, acetone, butanol, organic acids, biopolymers, hydrogen and methane from wastes**3- Biological reactors.**Type and mode of operation of bioreactors used for production of chemicals from wastes.**4- Processes for bioproducts recovery.**Membranes, adsorption, solvent extraction.**5- Biological treatment of pollutants.**Aerobic/ anaerobic digestion; Nutrient removal; Bioremediation***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular***Neste curso são ministrados conceitos que permitem aos alunos conceptualizar, projetar e analisar processos biológicos sustentáveis para a produção de produtos de elevado valor acrescentado a partir de resíduos/ subprodutos*

industriais. No capítulo 1 são comparadas as várias fontes de energia realçando as que são produzidas a partir de biomassa. Nos tópicos 2 e 3 são introduzidos e aprofundados conceitos essenciais para a elaboração de um projeto constituído por várias etapas: fermentação da biomassa, recuperação do produto e análise da viabilidade económica do processo. No tópico 4 são abordados os fundamentos dos processos de tratamento de efluentes e de produção de energia com vista a sensibilizar os alunos para os aspetos da sustentabilidade ambiental

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

In this course are taught concepts that allow students to conceptualize, design and analyze biological processes for the sustainable production of high added value products using waste / industrial by-products as feedstock. In Chapter 1 the various energy sources are compared being highlighted those produced from biomass. In topics 2 and 3 are introduced concepts essential to the preparation of a project covering several steps: biomass fermentation, product recovery and analysis of the economic viability of the process. Topic 4 covers the fundamentals of processes for wastewater treatment and energy production in order to sensitize students to the aspects of environmental sustainability

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina é constituída por uma parte teórica, consistindo em unidades letivas de uma hora cada, e por uma parte teórico-prática. Na parte teórico-prática são lecionadas aulas com suporte informático para simulação, dimensionamento e análise económica de bioprocessos. Os alunos desenvolvem um projeto o qual é discutido no final do semestre. São organizadas 3 visitas de estudo acompanhadas por um docente a empresas que usam processos biotecnológicos.

Métodos de avaliação incluem três componentes: 2 testes individuais ou 1 exame; Apresentação de um seminário; Elaboração de um projeto escrito

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course is composed by a theoretical part, composed by one-hour units, and a practical part. In the practical part, computer software is used for bioprocess simulation, design and cost analysis. A project is developed in this course and discussed. Students have the opportunity, accompanied by a teacher, to visit 3 industries using biotechnological processes.

Evaluation includes three components: -2 Individual written tests or 1 exam; Project oral presentation- seminar; Elaboration of a written project.

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

A aquisição de conhecimentos por via da leção de aulas teóricas é complementada por aulas teórico-práticas que permitem uma familiarização com ferramentas informáticas para o dimensionamento e avaliação económica de processos. O trabalho em grupo é um dos aspetos formativos importantes da unidade curricular. Os alunos têm de realizar um trabalho que consiste em idealizar um processo de conversão de um resíduo/subproduto industrial num produto de elevado valor acrescentado. Este projeto inclui; Estado da Arte; Proposta de Valor; Descrição do Processo (diagrama de fluxos; descrição das etapas do processo); Estudo económico do Processo (avaliação dos custos do processo; Escolha do local de implantação da fábrica. Este trabalho permite testar a criatividade e espírito empreendedor dos alunos. A apresentação de um seminário permite testar as capacidades de comunicação dos alunos.

Nesta UC cada aluno é avaliado em contexto de grupo e individualmente (pelos testes ou exame escrito) sendo a classificação final do aluno dada individualmente. Avalia-se a capacidade de o aluno se exprimir quer oralmente, quer por escrito.

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

Knowledge acquired in theoretical classes is complemented by theoretical-practical classes that allow familiarization with computer tools for the design and economic evaluation of processes. Team work is an important aspect of this course. Students have to do a project that consists on idealizing a process for conversion of a waste/by-product into an industrial high added value product. This project includes: State of the Art; Value proposal of idea, Process description (flow sheet diagram, description of process steps); Process economic evaluation (assessment of the costs); Choose the local for factory implementation. Elaboration of this work allows testing creativity and entrepreneurial skills of the students. Presentation of a seminar allows to test the communication skills of students. In this UC each student is evaluated in the context of a team and individually (by tests or written exam) and the student final mark given individually. The ability of students to express themselves orally or in writing is assessed.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- Hacking, JA (1985) *Economic Aspects of Biotechnology*. Cambridge University Press.
- Moo-Young, M (1985) *Comprehensive Biotechnology*. Pergamon Press.
- Lema, J. and Suarez S (2017). *Innovative Wastewater Treatment and Resource Recovery, Technologies, IWA*.

Anexo II - Biologia Molecular B

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Biologia Molecular B

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Molecular Biology B**9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***B***9.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:***168***9.4.1.5. Horas de contacto:***T:21; PL:36***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***José Paulo Sampaio – T:21; PL:18***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Sérgio Filipe – PL:18***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

No final desta unidade curricular o aluno deve compreender os conceitos de biologia molecular, desde a estrutura dos ácidos nucleicos aos mecanismos subjacentes à expressão dos genes. O aluno deve conhecer os princípios dos métodos laboratoriais para isolamento, purificação e análise de ácidos nucleicos e ser capaz de resolver problemas, planear experiências e interpretar resultados experimentais.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this curricular unit the student must understand the concepts of molecular biology, from the structure of nucleic acids to the mechanisms underlying the expression of genes. The student must also be familiar with the principles of laboratory methods for isolation, purification and analysis of nucleic acids and be able to solve problems, to design experimental work and interpret data.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Componente teórica: Tópico 1. DNA-Cromossomas-Genoma. Tópico 2. Do DNA à proteína. Tópico 3. Replicação do DNA, Reparação e Recombinação. Tópico 4. Regulação da expressão dos genes em procariontes e eucariontes. Aulas laboratoriais: Revisão de procedimentos para propagação de células bacterianas em meios de cultura líquidos. Isolamento, purificação e quantificação de ácidos nucleicos. Espectrofotometria nos UV. Hidrólise enzimática de DNA. Mapas físicos. Eletroforese em gel de agarose. PCR.

9.4.5. Syllabus:

Lectures: Topic 1. DNA-Chromosomes-Genome. Topic 2. From DNA to protein. Topic 3. DNA Replication, Repair and Recombination. Topic 4. Regulation of gene expression in prokaryotic and eukaryotic organisms. Laboratory classes: Growth and culturing of bacteria in liquid media. Isolation, purification, and quantification of nucleic acids. UV spectroscopy. Enzymatic hydrolysis of DNA. Agarose gel electrophoresis. Physical mapping. PCR

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

O conteúdo programático da cadeira fornece aos alunos os conceitos fundamentais de biologia molecular, desde a estrutura dos ácidos nucleicos aos mecanismos subjacentes à expressão dos genes. Os conhecimentos adquiridos durante as aulas teóricas e práticas devem permitir aos alunos aplicar os conceitos fundamentais para compreender as metodologias e resolver problemas de biologia molecular.

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

The course syllabus provides students with an integrated view of the fundamental concepts of molecular biology from the nucleic acids structure to mechanisms underlying gene expression. The learning during solving-problem sessions should allow students to apply the key concepts of molecular biology to understand methods and solve problems.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas de 1,5h para exposição de matéria, resolução e/ou discussão de problemas, com recurso a apresentações em PowerPoint. As aulas práticas de 3h consistem execução de protocolos experimentais, análise e interpretação de resultados experimentais, consulta de bases de dados on-line e discussão de artigos de investigação. A componente teórica e prática é avaliada mediante 2 testes escritos (80% da classificação final) realizados individualmente e 4 fichas (20% da classificação final) realizados por grupos de alunos de forma independente e online (Moodle).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures of 1.5 h duration consist of introduction of topics, discussion of problems, using PowerPoint presentations. The practical sessions-3h consist of performing experimental protocols, analysis and interpretation of experimental data, query to online databases and discussion of research articles. The theoretical and practical-theoretical contents are evaluated by two written tests (80% of final grade) performed individually and 4 quizzes (20% of final grade) performed by groups of students independently and online (Moodle).

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

O conteúdo programático da unidade curricular fornece aos alunos os conceitos fundamentais de biologia molecular, desde a estrutura dos ácidos nucleicos aos mecanismos subjacentes à expressão dos genes. Os conhecimentos adquiridos durante as aulas teóricas e práticas devem permitir aos alunos aplicar os conceitos fundamentais para compreender as metodologias experimentais e resolver problemas de biologia molecular.

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

The course syllabus provides students with an integrated view of the fundamental concepts of molecular biology from the nucleic acids structure to mechanisms underlying gene expression. The learning during solving-problem sessions should allow students to apply the key concepts of molecular biology to understand experimental methodologies and to solve problems.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*- Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P. (2008). Molecular Biology of the Cell (5th ed.). Garland Science.
- Artigos de investigação.*

Anexo II - Biossíntese de Produtos Naturais**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Biossíntese de Produtos Naturais

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Biosynthesis of Natural Products

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:35; PL:21

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Ana Maria Ferreira da Costa Lourenço – T:35; P:21

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

<sem resposta>

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

Nesta UC pretende-se que os alunos desenvolvam as seguintes capacidades:

- a) *Integração da matéria anterior de química, bioquímica, biotecnologia, segurança em laboratório.*
- b) *Reconhecimento da relevância da informação existente na literatura clássica original e especialmente da informação obtida por via B-on.*
- c) *Reconhecimento das estruturas dos metabolitos secundários de acordo com as vias biossintéticas previstas e capacidade de desenvolvimento de propostas para tais vias biossintéticas.*
- d) *Conhecimento da relevância prática do metabolismo de produtos de baixo peso molecular em várias áreas da indústria: farmacêutica, alimentar, agrícola, incluindo o controlo de pragas, florestal, produção animal, perfumaria.*
- e) *Capacidade de expressão oral com duração de tempo controlada.*
- f) *Desenvolvimento da capacidade de contraditório face a críticas feitas durante diversas intervenções.*
- g) *Desenvolvimento de capacidade crítica face a possíveis atividades profissionais futuras.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

In this course students are expected to develop the following skills:

- a) *Integration of the previous subject matter of chemistry, biochemistry, biotechnology, laboratory safety.*
- b) *Recognition of the relevance of existing information in the original classical literature and especially information obtained via B-on.*
- c) *Recognition of secondary metabolite structures according to predicted biosynthetic pathways and ability to develop proposals for such biosynthetic pathways.*
- d) *Ability to critically analyze the scientific text.*
- e) *Knowledge of the practical relevance of low molecular weight products metabolism in various areas of industry: pharmaceutical, food, agricultural, including pest control, forestry, pest control, animal production, perfumery.*
- f) *Time-limited oral expression ability.*
- g) *Development of the ability to contradict against criticisms made during various interventions.*
- h) *Development of critical capacity regarding possible future professional activities.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Breve historial sobre os produtos naturais*
2. *Metabolismo primário e secundário. Classificação dos produtos naturais segundo a respetiva via biossintética. A marcação de precursores com isótopos radioativos e estáveis.*
3. *Metabolitos formados a partir da unidade acetato.*
4. *Metabolitos derivados do mevalonato e fosfato da deoxixilulose. Formação da unidade isoprénica C5.*
5. *Metabolitos derivados do ácido xiquímico.*
6. *Alcalóides. Drogas alucinogénias em uso. Morfina e metadona. LSD.*

A UC tem duas aulas teóricas semanais (1,5 h + 1 h). As aulas práticas correspondem a 14 aulas de 1,5 h.

Nas aulas teóricas são apresentados e discutidos os conteúdos da UC e realizados exercícios para desenvolvimento das capacidades dos alunos. As aulas práticas correspondem à realização de um trabalho prático que incluiu a realização de uma reação cujo percurso reacional é comparado pela realização da reação em diferentes meios reacionais. Discussão do relatório entregue.

9.4.5. Syllabus:

1. *Brief history about natural products.*
 2. *Primary and secondary metabolism. Classification of natural products according to their biosynthetic pathway. Labelling of precursors with stable radioactive isotopes.*
 3. *Metabolites formed from the acetate unit.*
 4. *Metabolites derived from mevalonate and deoxyxylulose phosphate. Formation of isoprenic unit C5.*
 5. *Metabolites derived from shikimic acid.*
 6. *Alkaloids. Hallucinogenic drugs in use. Morphine and methadone. LSD.*
- The UC has two weekly lectures (1.5 h + 1 h). The practical classes correspond to 14 1.5-hour classes. Theoretical classes present and discuss the contents of the course and perform exercises to develop students' skills. The practical classes correspond to the realization of a practical work that included the realization of a reaction whose reaction path is compared by the realization of the reaction in different reaction mediums. Discussion of a report.*

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

Os métodos de ensino usados incluem-se nos regulamentos gerais da Escola.

Sendo os alunos já finalistas, que se devem encontrar habilitados para o mercado de trabalho, para além das aulas tradicionais, de PowerPoint e de trabalhos laboratoriais, introduziram-se séries de problemas regularmente que são resolvidas pelos alunos ao longo do semestre.

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

The teaching methods used are included in the general school regulations.

As students are already finalists, who must be qualified for the job market, in addition to traditional classes, power-

point and laboratory work, a series of problems were introduced that are regularly solved by students throughout the semester.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas presenciais lecionadas no quadro, com recurso a acetatos e apresentação em PowerPoint. Os testes e exames são realizados com consulta dos apontamentos das aulas, bibliografia aconselhada para a disciplina, ou quaisquer outras fontes bibliográficas selecionadas pelos alunos.

Ao longo da lecionação das aulas teóricas são realizados problemas que são resolvidas individualmente pelos alunos. A resolução é realizada no quadro pelos alunos de forma aleatória.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Classes taught on the board, using acetates and power-point presentation. The tests and exams are performed with consultation of class notes, bibliography recommended for the subject, or any other bibliographic sources selected by the students.

Throughout the lecture of the lectures problems are realized that are solved individually by the students. The resolution is performed on the board by the students at random.

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

A metodologia de ensino é coerente com os objetivos da unidade curricular. Faz-se essencialmente a integração das química e bioquímica anteriores sobre a formação de moléculas de baixo peso molecular que são os produtos do metabolismo secundário. É dada relevância à atividade biológica destes compostos, à sua utilização e produção em diversos ramos da indústria química. Os temas abordados são apresentados de forma a que o aluno desenvolva capacidade para explicar os mecanismos de formação dos compostos o que é acompanhado pela resolução de exercícios que fazem parte da avaliação contínua da UC.

A componente prática incluiu a realização de uma reação de transformação sobre o mesmo substrato que por diferentes metodologias de transformação leva à indução de diferente quiralidade do produto final.

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

The teaching methodology is consistent with the objectives of the course. Essentially, the above chemistry and biochemistry are integrated into the formation of low molecular weight molecules which are the products of secondary metabolism. Relevance is given to the biological activity of these compounds, their use and production in various branches of the chemical industry. The topics covered are presented in such a way that the student develops the capacity to explain the mechanisms of compound formation, which is accompanied by the resolution of exercises that are part of the continuous assessment of the course.

The practical component included performing a transformation reaction on the same substrate which by different transformation methodologies leads to induction of different chirality of the final product.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. A. M. Lobo & A. M. Lourenço (Ed.), "Biossíntese de Produtos Naturais", IST Press, Lisboa, 2007 (acessível através da IST Press ou de qualquer outra livraria).

2. J. Mann "Secondary metabolism", Claredon Press, Oxford, 1987.

3. P. M. Dewick "Medicinal Natural Products – A Biosynthetic Approach", Wiley, Chichester, 2009.

4. A. M. Lourenço, "Problemas em Biossíntese de Produtos Naturais", Edinova, Lisboa, 1998.

Anexo II - Elementos de Análise e Álgebra I

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Elementos de Análise e Álgebra I

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Elements of Analysis and Algebra I

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:42; TP:28

9.4.1.6. ECTS:

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Cláudio António Rainha Aires Fernandes - T:42; TP:28***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*Fornecer os conceitos, a par de alguma capacidade de utilização, de técnicas fundamentais básicas de matemáticas das áreas de Álgebra e Análise com relevância na modelização de problemas de Biologia, Física e Química.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***To provide the basis for some working knowledge of mathematical techniques (in the Algebra and Analysis domains) relevant for Biology, Physics and Chemistry problem modelization***9.4.5. Conteúdos programáticos:***(A) Álgebra Linear**1. Matrizes e operações com matrizes.**2. Sistemas de equações lineares. Transformações elementares sobre matrizes. Característica de uma matriz. Resolução de sistemas.**3. Determinante—definição, propriedades e relação com a invertibilidade de uma matriz.**4. Valores e vetores próprios de uma matriz. Aplicações.**(B) Análise Matemática**5. Limites e continuidade. Noções topológicas. Limites de funções reais de variável real. Funções contínuas. Teorema de Bolzano e Teorema de Weierstrass.**6. Cálculo Diferencial em \mathbb{R} . Derivada de uma função num ponto. Teorema de Rolle e de Lagrange. Regra de Cauchy. Teorema de Taylor com resto de Lagrange. Aplicações.**7. Cálculo Integral em \mathbb{R} . Primitivação de funções contínua. Primitivação por partes e por substituição. Primitivação de funções racionais. Integral de Riemann. Teorema do valor médio. Teorema Fundamental do Cálculo e Regra de Barrow. Cálculo prático de integrais definidos: Integração por partes e integração por substituição. Aplicações.***9.4.5. Syllabus:***(A) Linear Algebra**1. Matrices and Matrix operations.**2. Systems of linear equations. Elementary transformations on matrices. The rank of a matrix. Resolution of systems.**3. Determinant - definition, properties and its relation with the invertibility of a matrix.**4. Eigenvalues and eigenvectors of a matrix. Applications.**(B) Mathematical Analysis**5. Limits and continuity. Topological notions. Limits of real functions of real variable. Continuous functions. Bolzano's theorem and Weierstrass's theorem.**6. Differential Calculation in \mathbb{R} . Derivative a function at a point. Rolle and Lagrange theorem. Cauchy Rule. Taylor's theorem. Applications.**7. Integral Calculus in \mathbb{R} . Primitivation. Primitivation by parts and substitution. Primitivation of rational functions.**Riemann Integral. Mean value theorem. Fundamental theorem of calculus and Barrow's Rule. Practical calculation of definite integrals: Integration by parts and integration by substitution. Applications.***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular***Com a UC pretende-se introduzir o estudante nos tópicos fundamentais de (A) Álgebra Linear e (B) Análise Matemática em \mathbb{R} . Os capítulos 1- 4 e 5-7 destinam-se à concretização desses objetivos, respetivamente.**(A) Nos capítulos 1 e 2 os sistemas de equações lineares permitem introduzir, em contexto familiar, a noção de matriz, as operações matriciais e todos os conceitos a introduzir de Álgebra Linear. Os capítulos 3 e 4 permitem aprofundar e aplicar os conceitos introduzidos anteriormente.**(B) Nos capítulos 5 e 6 o estudante revisita, aprofunda e ganha agilidade com conceitos de Análise que conhece do Ensino Secundário e verá surgir com naturalidade, no capítulo 7, a noção de primitiva de uma função contínua e a noção de integral definido. A interpretação de todos os conceitos de uma forma geométrica e o recurso a aplicações concretas dará significado à noção de integral.**Do cumprimento do programa resultará o amadurecimento da formação matemática dos alunos, o grande objetivo da UC.***9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

The aim of this course is to introduce the student to the fundamental topics of (A) Linear Algebra and (B) Mathematical Analysis in \mathbb{R} . Chapters 1- 4 and 5 - 7 are intended to achieve these objective, respectively.

(A) In chapters 1 and 2 the systems of linear equations allow us to introduce, in a familiar context, the notion of matrix, the matrix operations and all basic concepts related with linear algebra. Chapters 3 and 4 allow us to deepen and apply the concepts previously introduced.

(B) In chapters 5 and 6 the student revisits, deepens, and gains agility with concepts of Analysis he knows from Secondary Education, and will naturally see in Chapter 7 the notions of primitives. The interpretation of all concepts of a geometric form and the use of concrete applications will give meaning to the notion of definite integral.

From the fulfilment of the program will result the maturation of students' mathematical education, the main objective of the course.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A unidade curricular funciona em aulas teóricas, onde se apresentam os conceitos teóricos e se efetuam demonstrações de alguns resultados e aulas teórico-práticas, onde são resolvidos e discutidos exercícios propostos. Fora de sala de aulas, em períodos de atendimento pré-estabelecidos, cada aluno pode individualmente, esclarecer as suas dúvidas junto a um dos docentes da UC.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The theoretical classes consist on the exposition of the syllabus' main concepts, illustrated with examples, and where some results are formally demonstrated. Theoretical-practical classes consist on the resolution and discussion of a list of problems. Outside the classroom, in pre-established service periods, each student can individually elucidate some doubts with one of the teachers of the course.

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

Nas aulas teóricas procede-se à exposição dos conteúdos programáticos, ilustrados com exemplos. Alguns resultados são demonstrados formalmente, para melhor compreensão dos mesmos. Os alunos têm acesso prévio ao texto teórico e a uma lista de problemas para resolver nas aulas teórico-práticas. A frequência na unidade curricular pretende assegurar que os alunos acompanhem a matéria que está a ser lecionada. Esta prática tem-se revelado útil, especialmente para os alunos de primeira inscrição na Universidade. É particularmente importante em disciplinas de Matemática, onde a aquisição de conhecimentos é sequencial.

A avaliação de conhecimentos é efetuada através de provas escritas (testes e exames).

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

The lectures consist on the theoretical exposition of the syllabus' main concepts, illustrated with examples. Some results are formally demonstrated, for a better understanding. Students have previous access to a guide with all the theoretical notes, as well as to a list of problems to be solved in practical classes. The frequency in the course aims to ensure that students follow the subjects being taught. This practice has proved to be useful, especially for freshmen students. It is particularly important in Mathematics' disciplines, where the acquisition of knowledge is sequential. The evaluation is made through written examinations (tests and exams).

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Apontamentos e notas elaborados pelo docente da uc.

[1] Cabral, I., Perdigão, C., & Saiago, C. (2018). Álgebra linear: teoria, exercícios resolvidos e exercícios propostos com soluções (5ª edição). Escolar Editora.

[2] Rorres, C., & Anton, H. (2013). Elementary linear álgebra with applications. John Wiley & Sons Wiley.

[3] Sá, A. & Louro, B. – Análise Matemática, Teoria e Exercícios. Departamento de Matemática da FCT-UNL.

[4] Trench, W. F. (2013). Introduction to real analysis. Pearson Education. Faculty Authored and Edited Books & CDs. 7. <https://digitalcommons.trinity.edu/mono/7>

Anexo II - Elementos de Análise e Álgebra II

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Elementos de Análise e Álgebra II

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Elements of Analysis and Algebra II

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:*T:42; TP:28***9.4.1.6. ECTS:**

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Elvira Júlia Conceição Matias Coimbra - T:14; PL:8***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Maria do Céu Soares - T:14; PL:10**Cláudio Rainha Fernandes - T:14; PL:10***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:*

- 1. Determinar a natureza de uma série, calcular a soma de séries convergentes, estudar a convergência de séries de potências, obter desenvolvimentos em séries de Taylor.*
- 2. Determinar o maior domínio de definição de uma função de várias variáveis, determinar curvas de nível e superfícies de nível, calcular o limite num ponto, estudar a continuidade e a diferenciabilidade, determinar máximos e mínimos num aberto, calcular integrais duplos.*
- 3. Determinar a solução geral de equações de variáveis separáveis, lineares de 1ª ordem, exatas e lineares de 2ª ordem com coeficientes constantes.*
- 4. Identificar grupos, grupos cíclicos e simétricos, identificar isometrias do plano, identificar as isometrias que são simetrias.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:*At the end of this course unit, the student will have acquired knowledge, skills and competences that will allow him / her to:*

- 1. Determine the type of a series, compute the sum of convergent series, study the convergence of a power series, and obtain developments in Taylor series.*
- 2. Determine the largest domain of definition of a function of several variables, determine level curves and level surfaces, compute the limit at a point, investigate the continuity and differentiability, determine maximums and minimums in an open set, compute double integrals.*
- 3. Compute the general solution of separable variables equations, linear 1st order equations, exact equations and linear 2nd order equations with constant coefficients.*
- 4. Identify groups, cyclic groups and symmetric groups, identify isometries of the plan, and identify the isometries which are symmetries.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:*1 Séries**Revisões sobre sucessões numéricas. Sucessões de funções. Séries numéricas. Critério de convergência para séries geométricas. Critério da raiz de Cauchy e critério de D'Alembert. Séries de potências. Teoremas de integração e de derivação termo a termo. Série de Taylor de uma função regular.**2 Funções de várias variáveis**Representação gráfica de funções de duas variáveis. Limites de funções de várias variáveis. Noção de continuidade de uma função. Derivadas parciais. Integração de funções de duas variáveis. Teorema de Fubini, sistema de coordenadas polares.**3 Equações diferenciais ordinárias**Modelação matemática através de equações diferenciais. Equações diferenciais de primeira ordem: equações lineares; equações de variáveis separáveis; equações diferenciais exatas. Equações diferenciais de segunda ordem: equações lineares homogéneas. Métodos de resolução de equações lineares não homogéneas.**4 Grupos Definição e primeiros exemplos. Grupo das isometrias de R^2 . Grupos diedrais.***9.4.5. Syllabus:**

- 1. Series of real numbers, power series; Taylor expansions.*
- 2. Functions of several real variables: continuity, differentiation and multiple integrals.*
- 3. Ordinary differential equations (first and second order).*
- 4. Elementary group theory. Groups of symmetries.*

9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular
O 1º Cap. incide nas séries e sua natureza, séries de potências e técnicas de desenvolvimento em série de Taylor (objetivo 1). O 2º Cap. incide nas funções de 2 ou mais variáveis, curvas e superfícies de nível, limites, continuidade, diferenciabilidade, cálculo de máximos e mínimos e integrais duplos (objetivo 2). O 3º Cap. incide no cálculo da solução geral de equações de variáveis separáveis, lineares de 1ª ordem, exatas e lineares de 2ª ordem com coeficientes constantes (objetivo 3). O 4º Cap. incide nas noções de grupo, grupo cíclico, grupo simétrico, isometrias do plano e simetrias (objetivo 4).

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

The 1st chapter focuses on the nature of a series, power series and techniques for Taylor series expansions (objective 1). The 2nd chapter focuses on the functions of 2 or more variables, level curves and level surfaces, limits, continuity, differentiability, maxima and minima and double integrals (objective 2). The 3rd chapter deals with the computation of the general solution of differential equations with separable variables, linear 1st order equations, exact equations and linear equations of 2nd order with constant coefficients (objective 3). The 4th chapter focuses on the notions of group, cyclic group, symmetric group, isometries of the plan and symmetries (objective 4).

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas teóricas consistem na exposição dos conteúdos programáticos, ilustrados com exemplos. As aulas práticas consistem na resolução de exercícios de aplicação desses conteúdos.

Os alunos têm à sua disposição um guião com os apontamentos teóricos e práticos para as aulas.

Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas, nas horas semanais de atendimento aos estudantes, ou ainda em sessões extra combinadas diretamente entre aluno e professor.

Os estudantes deverão assistir às aulas teóricas e práticas, podendo dar 3 faltas injustificadas durante o semestre.

O estudante pode realizar a disciplina por avaliação contínua, através de testes intercalares, ou por exame final.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The lectures consist on the theoretical exposition of the syllabus, illustrated with examples. The practical classes consist on the resolution of exercises on all the contents.

The students have access to lectures-notes and to practical-notes.

Any doubts are clarified during classes, in weekly scheduled sessions, or in extra sessions accorded directly between student and teacher.

The students must attend lectures and solving-problem classes, having a maximum of 3 unexcused absences during the semester.

There are mid-term tests that can substitute the final exam in case of approval. Otherwise the student must pass the final exam.

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

Nas aulas teóricas procede-se à exposição dos conteúdos programáticos, ilustrados com exemplos. Alguns resultados são demonstrados formalmente, para melhor compreensão dos mesmos. Os alunos têm acesso ao texto teórico e a uma lista de problemas para resolver nas aulas práticas.

A frequência na unidade curricular pretende assegurar que os alunos acompanhem a matéria que está a ser lecionada. Esta prática tem-se revelado útil, especialmente para os alunos de primeira inscrição na Universidade. É particularmente importante em disciplinas de Matemática, onde a aquisição de conhecimentos é sequencial.

A avaliação de conhecimentos é efetuada através de provas escritas (testes e exames).

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

The lectures consist on the theoretical exposition of the syllabus' main concepts, illustrated with examples. Some results are formally demonstrated, for a better understanding. Students have access to a guide with all the theoretical notes, as well as to a list of problems to be solved in practical classes.

The frequency in the course aims to ensure that students follow the subjects being taught. This practice has proved to be useful, especially for freshmen students. It is particularly important in Mathematics' disciplines, where the acquisition of knowledge is sequential.

The evaluation is made through written examinations (tests and exams).

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] Sá, A. & Louro, B. – *Sucessões e Séries*, Escolar Editora, 2009.

[2] Sarrico, C. - *Análise Matemática*, Gradiva, 1997.

[3] Sarrico, C. - *Cálculo Diferencial e Integral para funções de várias variáveis*, Esfera do Caos, 2009.

[4] Monteiro, A. & Matos, I. - *Álgebra*, Escolar Editora, 2001.

Anexo II - Engenharia Bioquímica I

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Engenharia Bioquímica I

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Biochemical Engineering I

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:*EQ***9.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:***168***9.4.1.5. Horas de contacto:***T:28; TP:24; PL:4***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Maria Ascensão Carvalho Fernandes Miranda Reis - T:28***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Maria Filomena Andrade de Freitas - TP:24**Joana Costa Fradinho - PL:2**Cristiana Andreia Vieira Torres - PL:2***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Esta UC proporciona uma formação de base na disciplina de Engenharia Bioquímica. Pretende em particular proporcionar conhecimentos e competências na análise da operação e projeto de Biorreatores. Assim, os alunos adquirem conhecimentos e competências num conjunto de tópicos que são centrais em Engenharia Bioquímica: Estequiometria, Energia e Cinética de reações bioquímicas**Transferência de massa e energia e respetivos balanços materiais**Análise da operação e projeto**Esta UC pretende promover competências de autonomia e desenvolvimento de novos métodos e paradigmas que potenciem a inovação.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***This curricular unit provides basic training in the discipline of Biochemical Engineering. It provides knowledge, competencies and skills in the analysis and design of Bioreactors. As such, the students are trained in a number of topics that are central to Biochemical Engineering:**Stoichiometry, energy and kinetics of biochemical reactions:**Mass and energy transfer and conservation laws**Operation analysis and design**This curricular unit promotes self-learning and entrepreneurship inducing competencies to make novel discoveries, develop new methods, and establish new paradigms.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***I- Análise e Operação de Biorreatores**Cálculo de parâmetros cinéticos e estequiométricos**Reator descontinuo, contínuo com agitação, semicontínuo, e de fluxo pistão**II- Transferência de Massa**Princípios de transferência de massa gás-líquido**Balanços de massa**Tipos de biorreatores arejados, "hold up" e área interfacial**Coefficiente de transferência de massa gás-líquido**III- Transferência de Calor**Esterilização de meios de crescimento**Balanços de energia e determinação de coeficientes de transferência de calor**Esterilizadores contínuos e descontínuos**IV- Aplicações Industriais de Bioprocessos**Produção de antibióticos, fermentação alcoólica e produção de metano*

9.4.5. Syllabus:

I- Bioreactor analysis and operation

Determination of stoichiometric and kinetic parameters.

Batch reactor, stirred tank reactor (CSTR), fed-batch and plug flow

II- Mass transfer

Principles of gas-liquid mass transfer

Material balances in aerated bioreactors

Type of aerated bioreactors;

Determination of hold up and interfacial area;

Experimental determination of gas-liquid transfer coefficient; use of correlations.

III- Heat transfer

Heat balances and determination of heat transfer coefficient;

Media sterilization. Batch and continuous sterilization.

IV- Examples of Industrial bioprocesses

Production of antibiotics, alcoholic fermentation and production of methane.

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

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

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

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

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As matérias são lecionadas em aulas teóricas em formato standard (28 horas) onde são expostas as matérias relevantes. Nas sessões de resolução de problemas (24 horas) são abordados os tópicos lecionados nas aulas teóricas numa perspetiva prática. Os alunos resolvem problemas de forma autónoma. Os alunos executam um trabalho laboratorial (4 horas) em grupos de 4 alunos onde é efetuada uma experiência de crescimento celular em biorreator agitado e elaboram um relatório sobre o mesmo. A avaliação inclui dois componentes: 2 testes individuais ou 1 exame; - Avaliação do trabalho laboratorial e respetivo relatório e discussão.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Subjects are covered in theoretical lectures in standard format (28 hours) where the theoretical topics are covered. In the problem-solving sessions (24 hours) the topics of theoretical lectures are covered in a practical perspective. Students solve problems in autonomy, which most of the times involve the design of unit operations. The students execute a laboratorial work where they perform a cell culture experiment in an aerated stirred bioreactor. Grading comprises two components: - two midterm examinations or final exam, - lab work report and discussion.

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

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

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

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

Anexo II - Engenharia Genética**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Engenharia Genética***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Genetic Engineering***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***B***9.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:***168***9.4.1.5. Horas de contacto:***T:21; PL:36***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Ana Madalena Ludovice – T:21; PL:36***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Rosario Mato Labajos Matos Lopes – PL:72***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Pretende-se que os alunos (i) compreendam a base molecular dos mecanismos de alteração genética e a sua importância para o estabelecimento da tecnologia do DNA recombinante; (ii) aprendam uma série de metodologias usadas em Engenharia Genética que são a base para a investigação em Genética a nível molecular e fundamentais em várias áreas da biotecnologia; (iii) adquiram capacidade de estabelecer elos comparativos entre as matérias lecionadas nas aulas teóricas e as experiências levadas a cabo nas práticas (estratégias, metodologias, análise e discussão de resultados, etc); (iv) fiquem aptos a discutir a aplicabilidade dos conceitos e metodologias aprendidos, a resolver problemas e questões práticas em Laboratório e saber interpretar a compreender artigos científicos em que são utilizadas essas metodologias. (v) melhorem a sua forma de comunicação: a clareza, o rigor na linguagem e o poder de síntese são qualidades fundamentais para a comunicação em ciência.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The students should be able (i) to understand the natural mechanisms of genetic exchanges at molecular level and their important role on the recombinant DNA technology establishment; (ii) to learn laboratory techniques and methodologies used in genetic engineering; (iii) to integrate the theoretical concepts and the practical approaches, and to design experimental strategies to developed different scientific proposals. (iv) to be able to read scientific papers developing a critical attitude; and (v) to develop of a good performance in oral communication of scientific matters in a clear and synthetic form.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

*Programa Teórico: Mecanismos de alteração Genética: mutação; recombinação; transferências genéticas. Análise genética de Bactérias e Fagos. Manipulação de genomas: vetores; enzimas utilizadas em clonagem molecular; estratégias de clonagem, screening dos recombinantes; o sistema CRISPR-Cas9; Análise Genética funcional. Práticas de laboratório: determinação da ação tóxica e/ou mutagénica de compostos químicos em mutantes de *B. subtilis*; identificação fenotípica dos revertentes e identificação das mutações supressoras por sequenciação e alinhamento de sequencias; utilização das bases de dados e ferramentas bioinformáticas; Transferência de plasmídeos com marcas de resistência a antibióticos, por conjugação entre estirpes de *E.coli*; Mapeamento genético; mapeamentos de restrição; análise de sequências; previsão de operações; estratégias de clonagem, construção de mutantes e produção de proteína heterólogas in silico.*

9.4.5. Syllabus:

Mechanisms of genetic changes: mutation; recombination; gene transfer mechanisms. Bacterial and phage genetic analysis. Recombinant DNA Technology: restriction enzymes and restriction mapping; cloning vectors; enzymes used in molecular cloning; molecular cloning strategies; genomic and cDNA libraries; shotgun cloning and gene screening; chromosome walking; gene inactivation by RNA anti-sense; in vitro mutagenesis; production and characterization of recombination proteins; antibody production; western-blotting; Genetic functional analyses in post-genomic era. Laboratory sessions: mutation reversions in B.subtilis mutants after different mutagenic treatments; use of databases to search DNA and amino acid sequences and bioinformatics tools for sequence analysis and comparison; Prediction of operons regions; in silico transcriptional fusions and cloning strategies. Plasmid transfer by conjugation between of E. coli strains; eene expression systems.

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

Na 1ª parte são abordados os mecanismos de alteração genética para que os alunos compreendam a base molecular desses mecanismos que estão na origem do desenvolvimento de ferramentas utilizadas em engenharia genética. Na 2ª parte são apresentadas uma série de metodologias e estratégias fundamentais para a clonagem molecular e manipulação de genomas. Na abordagem da Genómica funcional (3ª parte) vão debruçar-se sobre os aspetos dinâmicos da genómica, como a transcrição, expressão de genes e interação entre proteínas. Nas práticas laboratoriais vão manipular estirpes bacterianas modelo, vetores de clonagem e aprendem diferentes formas de screening dos recombinantes de interesse. Estas aulas são acompanhadas por exercícios que fazem a ligação dos conteúdos teóricos e práticos. São utilizadas bases de dados e as ferramentas bioinformáticas para a resolução de problemas práticos.

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

In the 1st part of the syllabus it is envisioned the understanding of the natural mechanisms of genetic change as the molecular basis of the development of tools used in genetic engineering. The 2nd part follows up with essential tools, methods and strategies crucial to molecular cloning and genome manipulation. The Functional Genomics approach (3rd part) will look into the dynamic aspects of the genomics such as: transcription, gene expression and protein interactions. In laboratory practices will be established "hands on" through manipulation of bacterial strains used in genetic transfer, plasmids with different antibiotic resistance genes, screening of recombinants and mutants. These laboratory trainings are supplemented by tutorials linking the theoretical concepts and the practical's approaches. The student will be able to use the databases and bioinformatics tools needed to solve practical problems in molecular genetics.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A estratégia pedagógica assenta na separação entre: aulas teóricas (T) expositivas mas abertas a discussão, aulas práticas (P) laboratoriais com trabalhos relacionados com os conteúdos teóricos; aulas (P) de Bioinformática para resolução de problemas práticos consultado as bases de dados e utilizando as ferramentas bioinformáticas, aulas (TP) para resposta a questionários para acompanhamento da matéria da (T) e resolução de problemas relacionados com a parte experimental, e por último trabalho de grupo não presencial (TBL), que consiste na resposta questionários online sobre os resultados obtidos nas práticas. Recursos: slides das aulas teóricas; artigos; coletâneas de Exercícios/Problemas; protocolos das aulas práticas. É facultada a consulta de livros indicados na bibliografia e indicados os sites da internet utilizados nas aulas. Avaliação: 2 testes parciais (80%); 4 TBLs-OL(15%); Desempenho na P (5%)

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching strategy involves: theoretical lectures (T) where the main concepts are presented and opened the students participation/discussion; laboratory practice (P) with practical protocols and using databases and bioinformatics tools; lecture handouts (TP), with exercises/problems series to follow-up the subject of lectures; finally group work without attending (TBL) Team based Learning Sessions - online questionnaires about the results obtained in laboratory practice. Assessment/grading method: the evaluation is made by 2 partial Tests along the semester (80%); and team work activities like 4 TBL(15%) and lab. performance and participation in classes (5%).

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

As aulas teóricas decorrem com exposição oral da matéria. Os conteúdos teóricos iniciais visam uma aprendizagem sólida dos mecanismos moleculares envolvidos nas alterações genéticas, seguindo-se a aplicação destes conceitos à tecnologia do DNA recombinante, à obtenção ferramentas para a clonagem molecular e à manipulação de genomas; por último é abordada a Genómica funcional para que os alunos consolidem os seus conhecimentos nos aspetos dinâmicos da genómica. Estes conceitos teóricos são aplicados nos trabalhos de laboratório durante as aulas práticas e durante as aulas de bioinformática. Coletâneas de exercícios e problemas práticos permitem consolidar e fazer a ligação entre os conteúdos teóricos e práticos. Os questionários online são também um bom complemento para o acompanhamento da matéria e a auto avaliação dos alunos.

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

The main concepts are explained in the theoretical lectures, stimulating the students participation. The analysis molecular mechanisms involved in genetic alterations is the initial aim of these classes, following of the achievement of the recombinant DNA technology and genome manipulation; finally the classes are addressed to Functional Genomic to consolidate knowledge in dynamic aspects of genomics. These theoretical concepts are applied in laboratory work during the practical and bioinformatics sessions. Collections of exercises and practical problems also

allow you to link the theoretical and practical.

Online sessions - Team base learning, are also a good complement to the study of the different subjects.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Videira, A. (2011) – Engenharia Genética – Princípios e Aplicações. 2ª Edição. LIDEL*
- *Primrose, S. B. and Twyman, R.M: 2007. Principles of Gene Manipulation and Genomics. 7th.Edition. Blakwell Publishing. CAPÍTULOS: 3, 4, 5, 6, 8 e 9.*
- *Griffiths, A.J.F., Susan R. Wessler, Richard C. Lewontin, Sean B. Carroll. 2007. Introduction to Genetic Analysis. Publisher: W. H. Freeman. CAPÍTULOS: 5, 10, 14, 15*
- *Snyder, L. and Champness, W. 2003. Molecular Genetics of Bacteria. American Society for Microbiology. Washington, D.C. ISBN: 1-55581- 204 – X. CAPÍTULO10*
- *Watson J.D., Caudy, A.A., Myers R.M and Witkowski, J.A. 2007, Recombinant DNA. Genes and Genomes – A sort course. W.H. Freeman and Company; Cold Spring Laboratory press NY. (Thd Edition). CAPÍTULOS: 4, 6, 7 e 12.*

Anexo II - Física I Q

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física I Q

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Physics I Q

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

F

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; PL:28

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

<sem resposta>

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

Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo – TP:42; PL:28

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

No final da unidade é suposto que os estudantes consigam:

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

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of the lecture course, students are expected to:

- *to relate the fundamental and applied concepts in physics to daily life problems involving classical mechanics.*
- *identify the physical formulation of a given problem.*
- *write down the set of equations needed to obtain a final value, according to the formulation above.*

- face a problem with capability of assessing the final result and units.
- have gained capability to deal on their own with the interpretation and solving of a problem.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Movimento de uma partícula. Dinâmica da Partícula. Trabalho e energia. Revisão geral
Vibrações e Ondas
Som
Eletricidade
Ótica

9.4.5. Syllabus:

Motion of a particle, Dynamic of a particle, Work and Energy General revision.
Vibrations and waves
Sound
Electricity
Optics

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

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

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

Chapter I: Movement of a particle. Dynamics of a particle. Work and energy. General review
Chapter II: Vibrations and Waves with harmonic movement and wave motion: mechanical waves. Resonance. The sound
Chapter III: Electricity, Coulomb's law, electric current, resistors and capacitors. Electrical circuits.
Chapter IV: Geometric optics and Instruments of optics

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

1. Ensino centrado na atividade contínua do aluno
2. Para a compreensão dos conceitos e leis da Física, dá-se um a visão mista, englobando teoria e experiência. Nas aulas laboratoriais, para além da ilustração das leis da Física, é dado ênfase à metrologia.
Envolvimento contínuo dos alunos (para além das aulas teóricas e laboratoriais) através da resolução de exercícios
Avaliação por testes e relatórios experimentais

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

1. The teaching method is based on a continuous student activity during the semester.
2. For understanding of concepts and laws of Physics, a mixed approach, with both theory and experiment is followed. In laboratory sessions, besides the demonstration and verification of Physics laws, emphasis is given to metrology.
3. Continuous involvement of the students (beyond lectures e laboratory sessions) through exercises.
Evaluation through tests and experimental reports.

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

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

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

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

or

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2005). Fundamentals of physics (7th ed.). New York: Wiley. (Chapters 1 to 15)

or

Any other text book on General Physics which includes the programme contents at the undergraduate level.

Anexo II - Genética Molecular B

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Genética Molecular B

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Molecular Genetics B

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

G

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:36

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Pedro Miguel Ribeiro Viana Baptista – T:21; PL:36

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

Maria Alexandra Nuncio de Carvalho Ramos Fernandes – PL:72

Paula Alexandra Quintela Videira – PL:72

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

Alunos deverão compreender os mecanismos principais de organização de genomas e de expressão génica. Integrar os conhecimento na compreensão da regulação da expressão. Análise crítica de processos de regulação e relação genótipo-fenótipo.

Conhecimento de técnicas de manipulação e estudo de DNA e RNA. Prática e compreensão dos passos fundamentais e basilares da manipulação e estudo de ácidos nucleicos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Students should understand the main mechanisms involved in genome organization and in gene expression. Integrate the acquired knowledge toward understanding of gene expression regulation. Critical analysis of the processes of regulation and relation between genotype-phenotype.

Knowledge of techniques for manipulation and characterization of DNA/RNA. Practical experience and understanding of the main steps of nucleic acid manipulation and characterization.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

TEÓRICAS

Cromossomas e organização genética, Cromatina

Organização e evolução do genoma (Genes)

Regulação da Transcrição em Eucariontes: RNA, síntese e processamento do mRNA; Fatores de transcrição;

Influência da cromatina na transcrição: Heterocromatina e Eucromatina; Metilação e imprinting; Processamento de

mRNA, Splicing (alternativo e skipping de exões), edição. Estabilidade e tradução do mRNA no citoplasma: Região

3'UTR; NMD, siRNA e miRNA

Mecanismos moleculares e Cancro – genes supressores de tumores, LOH e TSG; haploinsuficiencia; AULAS PRÁTICAS: Purificação de DNA & RNA total de células eucariontes; PCR

9.4.5. Syllabus:

Genome organisation: structure of eukaryotic chromosomes. Histones and chromatin. Genome evolution: genes, gene duplication and evolution, introns, pseudogenes.

Replication in eukaryotes.

Transcription in eukaryotes: Synthesis and mRNA processing; incitation, promoters, enhancers, repressors.

Transcription factors. Chromatin and transcription regulation: heterochromatin and euchromatin, positional effect, histone regulation.

Methylation and imprinting; mRNA processing; splicing and alternative splicing and exon shuffling/skipping.; RNA edition. mRNA maturation: 3'UTR/5'UTR; NMD; RNAi.

Tumorigenesis: gene alterations in cancer; proto-oncogene and tumour suppressor gene (activation, TSG and LOH, haploinsufficiency; p53 and cell cycle control.

Total RNA purification (eukaryotic); PCR (nested, competitive and quantitative).

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

Cada ponto dos objetivos e dos resultados de aprendizagem são endereçados por um ou mais pontos do programa de forma integrada. Programa e conteúdos elencados de acordo com os programas de UCs afins (integração de conhecimentos e competências) e fortemente apoiados na estrutura da bibliografia.

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

Each objective and learning outcome addressed by one or more of the program in an integrated way. The program and content are organized taking into account the remaining UCs within the study cycle (knowledge and skill integration), which are supported by the bibliography structure.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas teóricas

Aulas laboratoriais - aplicação conhecimentos na prática; trabalhos práticos; apresentação e discussão de relatórios [Obrigatórias]

Aulas Dúvidas/Resolução de Problemas [Obrigatórias]

Avaliação teórico-prática (ATP) – 60% - dois testes com conteúdo teórico e prático ou exame (Recurso) com conteúdo teórico e práticos a realizar pelos alunos que optem por avaliação por Exame ou não tenham obtido aprovação na componente ATP contínua.

Avaliação laboratorial (AL) – relatório trabalhos laboratoriais em grupo [15%]; discussão personalizada de relatório [15%]

Avaliação sumativa (AS) – 10% - individual em todas as sessões práticas e teórico-práticas

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures with ppt presentation

Lab work (hands on)

Theoretical and practical assessment (ATP) - 60%- two tests with theoretical and practical content or Exam (appeal exam) with theoretical and practical content to be performed by students who choose to assessment by Exam or have not passed the continuous ATP component.

Laboratory evaluation (LA) - report group laboratory work [15%] and custom report discussion [15%]

Summative Assessment (AS) - 10%- individual in all practical and theoretical-practical sessions

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

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

Aulas laboratório (incluindo relatório e discussão) é obrigatório para todos os alunos sem frequência. Discussão dos relatórios em articulação com conteúdos teóricos.

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

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

Lab (including report and discussion) is required for all students without attendance. Discussion of reports in connection with content of lectures.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Baptista, P.V. Protocolos trabalhos práticos

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

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

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

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

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

Anexo II - Introdução à Química-Física

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:*Introdução à Química-Física***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Introduction to Physical-Chemistry***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

Q

9.4.1.3. Duração:*Semestral / Semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:**

168

9.4.1.5. Horas de contacto:*T:28; TP:14; PL:14***9.4.1.6. ECTS:**

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Ana Isabel Nobre Martins Aguiar de Oliveira Ricardo – T:28; TP:14; PL:2***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Ana Rita C Duarte – PL:12***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

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

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

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

9.4.5. Conteúdos programáticos:

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

9.4.5. Syllabus:

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

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

O curso começa por reconhecer a natureza dos sólidos, líquidos e gases e as mudanças de fase que podem sofrer. As leis da termodinâmica introduzidas nos capítulos 2 e 3 explicam porque ocorrem transições de fase e reações e permitem prever calores de reação e o trabalho realizado. No capítulo 4 e 5, a energia de Gibbs (ΔG) é relacionada com as condições de equilíbrio, desenvolvendo-se o formalismo matemático necessário para uma descrição quantitativa dos sistemas e a sua compreensão qualitativa. Os capítulos 6 e 7 estendem os princípios da termodinâmica e equilíbrio químico para sistemas aquosos, fornecendo as ferramentas para analisar e controlar a concentração das espécies em solução. O capítulo 8 aplica o cálculo de ΔG a sistemas eletroquímicos, relacionando-o com o trabalho de não expansão e o quociente de reação. A cinética química (capítulo 9) fornece as ferramentas para estudar as velocidades de reações químicas, cruciais para a indústria química.

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

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

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

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

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

As aulas teóricas decorrem com uma exposição oral da matéria, acompanhada por exemplos que permitem uma melhor apreensão dos conceitos teóricos. Todas as semanas há aula teórico-prática com resolução em sala de aula dos exercícios propostos para essa semana. As fichas de exercícios de aplicação da matéria dada na teórica são resolvidos pelos alunos antes da aula e novamente em sala de aula com exposição destes aos colegas. Os trabalhos realizados nas aulas práticas são feitos em grupo e seguem a metodologia de estudo dirigido para incentivar a maior autonomia de aprendizagem do aluno e a sua capacidade de trabalho em equipa. Os trabalhos práticos realizados em sala de computador (PL1 e PL2) ilustram os capítulos de termoquímica e equilíbrio físico (Cap. 2, 3 e 4) e permitem o estudo aprofundado de cálculos de entalpia de transformações, de diagramas de fase de substâncias puras e de diagramas de equilíbrio líquido-vapor de misturas. Os trabalhos práticos laboratoriais (PL3, PL4 e PL5) permitem a realização de titulações por método colorimétrico e potenciométrico para estudar equilíbrios de ácido-base e de solubilidade, e a determinação de equações cinéticas de reações químicas a várias temperaturas. Como o aluno tem sempre momentos de avaliação em todas as aulas práticas, consegue-se que tenha uma atitude mais participativa e uma aprendizagem contínua.

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

The lectures take place with a presentation of the subject, followed by examples that allow a better understanding of theoretical concepts. Every week there are problem-solving sessions where students apply the concepts acquired to solve problems. The problem-sheets are provided to students in the beginning of the semester and the solutions of the problems are available one week before each test. The problem-sheets provided are solved by the students before class and again in the classroom with exposure to the class. The work done in practical classes are done in groups and follow the methodology of directed study to encourage greater autonomy of student learning and their ability to work in teams. Practical work carried out in the computer room (PL1 and PL2) illustrate the chapters on thermochemistry and physical equilibrium (Chap. 2, 3 and 4) and allow the in-depth calculations of enthalpy changes and the construction of phase diagrams of pure substances and vapor-liquid equilibrium diagrams of binary mixtures. The lab classes (PL3, PL4 and PL5) give the opportunity to perform titrations by potentiometric and colorimetric method to study the acid-base and solubility equilibria (PL4), and to determine kinetic equations of chemical reactions at various temperatures (PL5). The problem-solving sessions and the lab classes contribute symbiotically for the consolidation of the knowledge of the fundamentals presented in the theoretical lectures. As the student always has time points in all classes, it is possible to have a more participatory and a continuous learning.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- *Chemical Principles. The Quest for Insight, Peter Atkins; Loretta Jones; Leroy Laverman, WH Freeman 7th ed.(2016), ISBN13: 978-1464183959.*
- *Chemical Principles Student Solutions Manual, C. Hoeger, L. Lavelle and Y. Ma 6th ed. (2013), ISBN: 978-1-4641-0707-8.*
- *Química, R. Chang & K. A. Goldsby, McGraw-Hill 11th ed., 2012*

Anexo II - Metabolismo e Regulação**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Metabolismo e Regulação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Metabolism and Regulation

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Bq

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:9; PL:20

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria João Lobo de Reis Madeira Crispim Romão - T:28; TP:9

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

Helena Luísa de Araújo Vieira - PL:10
Benedita Andrade Pinheiro - PL:10

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

Espera-se que no final desta unidade curricular os alunos tenham:

- i) adquirido competências sobre os princípios teóricos de diferentes vias metabólicas de células eucarióticas animais e vegetais e respetiva regulação;*

- ii) adquirido competências sobre os princípios teóricos relativos a vias de transdução de sinal;*
- iii) adquirido conceitos sólidos relativos à regulação e integração metabólica;*
- iv) desenvolvido conhecimentos relativos às diferentes técnicas experimentais utilizadas na determinação de atividades enzimáticas e caracterização de biomoléculas intervenientes em mecanismos de sinalização celular;*
- v) adquirido capacidade de analisar e integrar os resultados obtidos.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

It is expected that at the end of this course students have:

- i) acquired skills on the theoretical principles of different metabolic pathways of animal and plant eukaryotic cells and their regulation;*
- ii) acquired skills on the theoretical principles related to signal transduction pathways;*
- iii) acquired solid concepts relating to metabolic regulation and integration;*
- iv) developed knowledge concerning different experimental techniques used in determination of enzyme activities and characterization of biomolecules involved in cellular signaling mechanisms;*
- v) acquired ability to analyze and integrate the results obtained.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

- *Conceitos básicos do Metabolismo central (revisão)*
- *Mecanismos de transdução de sinal e comunicação química entre células*
- *Ciclo de Calvin e via das pentoses fosfatadas*
- *Metabolismo do glicogénio, lípidos, aminoácidos e nucleótidos*
- *Integração e regulação metabólica*
- *Motores Moleculares*

9.4.5. Syllabus:

- *Basic concepts of Metabolism (revisited)*
- *Mechanisms of signal transduction and chemical communication between cells.*
- *The Calvin Cycle and the Pentose Phosphate Pathway*
- *Glycogen, Lipids, amino acid and nucleotide Metabolism:*
- *Integration and Metabolic Regulation*
- *Molecular Motors*

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

O conteúdo programático está em consonância com os objetivos da unidade curricular, abordando os conceitos de Metabolismo e Regulação, numa perspetiva integrada e sempre acompanhando pela resolução de exercícios.

A componente prática é também importante e complementa necessariamente a formação dos alunos.

A apresentação de seminários pelos alunos pretende desenvolver o espírito crítico e a capacidade de interpretação e discussão dos alunos.

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

The syllabus is in line with the objectives of the course, addressing the concepts of Metabolism and Regulation, in an integrated perspective and always accompanied by solving problems.

The practical component is also important and necessarily complements the students' education.

The presentation of seminars by students aims to develop the critical thinking and interpretation and discussion skills of students.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

As aulas teóricas serão lecionadas com recurso a "data-show" e acompanhadas de bibliografia complementar disponibilizada previamente na página da disciplina, via CLIP. Na aula de apresentação será disponibilizada toda a informação sobre o modo de funcionamento e discutidas e decididas as regras de avaliação da disciplina.

Nas aulas teórico-práticas serão resolvidos problemas de aplicação que colocam em prática os conceitos teóricos adquiridos ao longo das diferentes aulas.

Nas aulas práticas os estudantes realizarão trabalho experimental seguindo protocolos laboratoriais previamente distribuídos. Os estudantes terão que, obrigatoriamente, realizar todas as sessões práticas de laboratório.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The curricular unit encompasses theoretical, theoretical-practical and practical lectures.

The theoretical classes are taught using the "data-show" and accompanied by supplementary bibliography previously available on the page of the discipline, via CLIP. In the presentation class, all the information about the course will be available and the evaluation rules of the discipline will be discussed and determined.

In the theoretical-practical classes will be solved problems which put into practice the theoretical concepts acquired throughout the different classes.

In the practical classes, students will perform experimental work with resource to laboratory protocols previously distributed. Students must, obligatorily, perform all laboratory sessions.

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

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

- Nas aulas teóricas serão lecionados os princípios teóricos de cada matéria;

- Nas aulas TP serão resolvidos problemas que integram a análise e interpretação de resultados experimentais;
- Nas aulas P os alunos aplicam técnicas bioquímicas na determinação de atividades enzimáticas, da glicólise no estudo da molécula de glicogénio e enzimas intervenientes em processos respiratórios associadas a vias d transdução de sinal. Pretende-se assim que os alunos melhorem a vertente experimental, em particular a análise e interpretação de resultados e comparação com o descrito na literatura.

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

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

- In lectures the theoretical principles of each subject will be taught;
 - In TP classes problems that integrate the analysis / mathematical modeling and interpretation of experimental results are resolved;
 - In P classes students apply biochemical and spectroscopic techniques in the characterization of glycogen molecule, signaling enzymes and determination of glycolytic enzyme activities
- The aim is to improve the students experimental skills, in particular the analysis and interpretation of results and their comparison with literature.*

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

BIOCHEMISTRY

Lubert Stryer

W. H. Freeman and Company, San Francisco. 7th Ed. 2012.

ENTENDER A BIOQUÍMICA, Luís Campos

Escolar Editora, 5a Edição, 2008.

PRINCIPLES OF BIOCHEMISTRY

Voet, D., Voet, J.G. & Pratt, C.W.

John Wiley & Sons, Inc., New York, 4th ed. 2012

LEHNINGER PRINCIPLES OF BIOCHEMISTRY

Nelson, D.L., & Cox, M.M.

W.H. Freeman and Company, San Francisco, 5th ed. 2008

BIOCHEMISTRY

Voet, D. and Voet, J. G.

John Wiley & Sons, Inc., New York, 4th ed. 2011

Anexo II - Microbiologia B

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Microbiologia B

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Microbiology B

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

B

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:21; PL:36

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

José Paulo Sampaio – T:21; PL:36

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

<sem resposta>

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

Pretende-se que os estudantes adquiram conhecimentos e competências que lhes permitam: 1) entender a extensão e importância da diversidade microbiana nos diferentes níveis em que esta se revela e se estuda: molecular, celular, morfo-fisiológico, metabólico, taxonómico, filogenético e ecológico; 2) descrever e comparar a estrutura celular de eubactérias, arqueobactérias e eucariontes microbianos; 3) compreender os diferentes tipos de processos biossintéticos e bioenergéticos, e os impactos do metabolismo microbiano na biosfera e nas atividades humanas; 4) descrever e comparar os principais grupos de microrganismos, a sua classificação e evolução; 5) conhecer as características e relevância de dois grupos de microrganismos: fungos e bactérias; 6) assimilar e integrar conceitos e características de modo a proporcionar uma visão abrangente da biologia microbiana; 7) aprender as técnicas laboratoriais utilizadas na observação microscópica, cultura e isolamento de microrganismos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main goal of this unit is that students acquire knowledge and skills that will enable them to: 1) understand the extent and importance of microbial diversity at different levels: molecular, cellular, morphophysiological, metabolic, taxonomic, phylogenetic and ecological; 2) describe and compare the cellular structure of eubacteria, archaea and microbial eukaryotes; 3) understand the different types of bioenergetic and biosynthetic processes, and the impacts of microbial metabolism in the biosphere and in human activities; 4) describe and compare the main groups of microorganisms, their classification and evolution; 5) understand the characteristics and relevance of two groups of organisms: fungi and bacteria; 6) assimilate and integrate concepts and characteristics in order to provide a comprehensive view of microbial biology; 7) learn the laboratory techniques used in microscopic observation, culture and isolation of microorganisms.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Componente teórica: Diversidade microbiana e sua relevância. Estrutura da célula procariótica: eubactérias e arqueobactérias. Estrutura comparada da célula eucariótica, eubacteriana e arqueobacteriana. Nutrientes e metabolismo microbiano. Principais tipos de processos bioenergéticos e biossintéticos e sua classificação integrada. Consequências e impactos do metabolismo microbiano. Classificação e evolução dos seres celulares. Origem da célula eucariótica. Noções de micologia: principais grupos de fungos e sua classificação; características morfológicas, fisiológicas e metabólicas dos fungos e sua relevância ecológica e biotecnológica. Noções de bacteriologia: principais grupos filogenéticos eubacterianos e arqueobacterianos; características morfológicas, fisiológicas e metabólicas das bactérias e sua relevância ecológica, médica e biotecnológica. Componente prática: Técnicas laboratoriais de microbiologia; cultura, observações microscópicas e isolamento de microrganismos.

9.4.5. Syllabus:

Lectures: Microbial diversity and its relevance. Prokaryotic cell structure: eubacteria and archaeobacteria. Comparative structure and function of eukaryotic, eubacterial and archaeal cells. Nutrients and microbial metabolism. Main types of bioenergetic and biosynthetic processes and their integrated classification. Consequences and impacts of microbial metabolism. Classification and evolution of microorganisms. Origin of the eukaryotic cell. Introductory mycology: major groups of fungi and their classification; morphological, physiological and metabolic features of fungi and their ecological relevance and biotechnology. Introductory bacteriology: major phylogenetic groups of eubacteria and archaea; morphological, physiological and metabolic features of bacteria and their ecological, medical and biotechnological relevance. Practical: Microbiology laboratory techniques; culture, microscopic observations and isolation of microorganisms.

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

A componente teórica do conteúdo programático da UC permitirá aos estudantes atingir grande parte dos objetivos enunciados (1 a 6); a componente prática permitirá aos estudantes consolidar os conceitos das aulas teóricas e atingir os objetivos 1, 6 e 7.

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

The theoretical components of the syllabus will provide the basis for students to achieve most of the curricular unit's objectives (1-6); the practical component of the syllabus will allow students to consolidate concepts studied in the lectures and achieve objectives 1, 6 and 7.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A estratégia pedagógica assenta no princípio de separação entre aulas teóricas e práticas, lecionando-se uma aula teórica (1,5h) e uma aula prática (3h) por semana. As aulas teóricas são de natureza expositiva, incentivando-se a participação dos alunos durante as aulas. A aprendizagem é complementada pela resolução de questionários em autonomia. As aulas práticas consistirão de sessões laboratoriais em grupo compreendendo 6 trabalhos práticos. Avaliação: A obtenção de frequência implica a presença em pelo menos 2/3 das aulas práticas e a realização dos elementos de avaliação. A aprovação e a classificação final terão em consideração 2 testes teóricos (ou 1 exame final) e 2 testes práticos. A classificação final é obtida a partir das classificações dos quatro elementos de avaliação.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Teaching strategy is based on the principle of separation between lectures (1.5 hours per week) and practical sessions (3h per week). The lectures are expository in nature, encouraging the participation of students during class.

Learning is supplemented by the resolution of questionnaires in autonomy. Practical sessions will entail laboratory sessions in work groups, which will include 6 different protocols.

Evaluation: Students must attend at least two thirds of the practical sessions and must carry out all the evaluation elements. The final approval and the grade will take into consideration two theoretical tests (or 1 final exam) and two practical tests. The final classification is obtained from the ratings of the four elements of evaluation.

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

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, com o eventual apoio adicional dos docentes em horários de atendimento. A resolução de questionários em autonomia permitirá uma melhor apreensão dos conceitos teóricos. A consolidação destes conteúdos deverá ser complementada por estudo em autonomia e por consulta do material de apoio disponibilizado na página Moodle. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas nas aulas práticas laboratoriais pela execução dos trabalhos práticos. A avaliação destas competências é assegurada pela realização de provas escritas (testes práticos). A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham e assimilam os conteúdos lecionados.

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

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lectures, with occasional tutorial support by teachers. Solving of questionnaires will enable a better understanding of theoretical concepts. The consolidation of these contents should be complemented by selfstudy and access to learning material available on the Moodle page. The acquisition of knowledge is assessed in written tests/exam. The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in practical classes that include laboratory work. The assessment of these skills is ensured by conducting written tests. Attendance of classes is encouraged to ensure that students assimilate the different issues and concepts.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Materiais de apoio disponíveis na página da disciplina do Moodle.

Apontamentos preparados pelos docentes

M.T. Madigan et al., "Brock Biology of Microorganisms", 15th ed., Pearson, 2018

"Os micróbios e o Homem". 2002. J.R. Postgate. Editora Replicação.

Anexo II - Métodos Instrumentais de Análise I**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Métodos Instrumentais de Análise I

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Instrumental Methods of Analysis I

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

84

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP:21; PL:9

9.4.1.6. ECTS:

3

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Madalena Dionísio – T:5; PL:2

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

Jorge Parola - T:5; PL:2

Carlos Lodeiro - T:5; PL:2

Hugo Santos - T:3; PL:2

César Laia - T:3; PL:1

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

Os objetivos principais da aprendizagem na disciplina de Métodos Instrumentais de Análise 1 é conseguir que os alunos compreendam, distingam e dominem diferentes técnicas clássicas e modernas de análise química, como as técnicas espectroscópicas de ultravioleta-visível, fluorescência, infravermelho, de dispersão de luz (DLS, Raman, SERS), espectrometrias de absorção e emissão atômica (chama, ICP, Câmara de grafite).

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main objectives of learning in the Instrumental Methods of Analysis 1 discipline are to make students understand, distinguish and master different classical and modern chemical analysis techniques, such as ultraviolet-visible, fluorescence, infrared, light scattering (DLS, Raman, SERS), absorption and atomic emission spectrometry (flame, ICP, graphite chamber).

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1) Cálculo de erros, tratamento de dados, estatística aplicada a dados analíticos. Técnicas de calibração.

2) Espetrometrias atômicas:

a) de Absorção Atômica em Forno de Grafite (GFAAS), de Chama (FAAS), e

b) de Emissão atômica, de Chama, ICP-AES e de Emissão atômica ótica ICP-OES.

3) Espectroscopias moleculares óticas:

a) Espectroscopia molecular de absorção e de emissão no UV-VIS (absorção, fluorescência e fosforescência). Redes de difração, monocromadores e vetores de díodos, analisadores.

b) Espectroscopia molecular de IV, FTIR. Interferómetros.

c) Polarimetria, Dispersão de luz (DLS), Raman, SERS.

9.4.5. Syllabus:

1) Error calculation, data processing, statistics applied to analytical data. Calibration techniques.

2) Atomic Spectrometry:

(a) Graphite Furnace Atomic Absorption (GFAAS), Flame (FAAS), and

b) Atomic Emission, Flame, ICP-AES and Optical Atomic Emission ICP-OES.

3) Optical molecular spectroscopies:

(a) UV-VIS absorption and emission molecular spectroscopy (absorption, fluorescence and phosphorescence).

Diffraction networks, monochromators and diode vectors, analyzers.

b) IR molecular spectroscopy, FTIR. Interferometers.

c) Polarimetry, Light scattering (DLS), Raman, SERS.

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

O conteúdo programático de esta cadeira aborda diversos aspetos considerados essenciais para a aquisição de conhecimentos, aptidões e competências fundamentais em Química Instrumental, que possam ser aplicados em estudos posteriores de Química, Análise e Materiais e que forneçam compreensão básica de fenómenos químicos com impacto na sociedade. Os temas selecionados são apresentados ao longo da unidade curricular e visam obter conhecimentos básicos para a boa realização de problemas químicos de laboratório, as capacidades de cálculo e interpretação de resultados analíticos.

O programa desta disciplina é semelhante ao de disciplinas equivalentes de métodos instrumentais de análise ministradas ao nível do 2º ou 3º ano em várias universidades nacionais e europeias.

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

The syllabus of this course covers various aspects considered essential for the acquisition of knowledge, skills and core competencies in Instrumental Analysis, which can be applied in future studies of Chemistry, to provide basic understanding of chemical phenomena with impact on society. The selected topics are presented throughout the course and aim to get basic knowledge for the achievement of good chemical laboratory problems, and interpretation of analytical results.

The program is similar to that of equivalent disciplines of instrumental methods of analysis given at the 2nd or 3rd year in several universities.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas com slides e problemas.

Aulas Teórico-Práticas de Problemas.

Aulas Práticas com entrega de trabalho no final de cada prática.

Elaboração de um trabalho individual sobre um tema referido pelo Docente em Inglês e defesa oral em inglês.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):*Lectures with slides and problems.**Theoretical-practical classes of problems.**Practical classes with work delivery at the end of each practice.**Preparation of an individual work on a subject referred by the teacher in English and oral defense in English.***9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.***A estruturação das aulas em teóricas, e teórico-práticas onde os alunos aplicam os conceitos teóricos através da resolução de problemas práticos adequados e ajustados a cada conteúdo programático, permite, de uma forma proporcionada e gradual, que os alunos adquiram as competências necessárias ao longo do semestre para obter a aprovação.**A duração e a estruturação desta Unidade Curricular enquadram-se dentro do normalmente adotado em unidades curriculares equivalentes de outras Universidades Portuguesas e Europeias. A metodologia de ensino envolve trabalho do docente em aulas teóricas e teórico-práticas, com o trabalho autónomo do aluno na elaboração de trabalhos e discussão com a ajuda dos colegas e da equipa docente. Desta forma, é dada particular importância à avaliação contínua que permite que o aluno possa, ao longo do semestre, demonstrar faseadamente as competências adquiridas com o seu trabalho. O aluno deverá no final do semestre ter demonstrado a aquisição de um mínimo de competências para poder obter aprovação.***9.4.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.***The structuring of classes into theoretical and practical-practical classes where students apply the theoretical concepts by solving appropriate practical problems and adjusted to each syllabus, allows, in a proportionate and gradual way, students acquire the necessary skills throughout the semester to get approval.**The duration and structure of this course fall within the standard adopted in equivalent curricular units of other Portuguese and European Universities. The teaching methodology involves the teacher's work in theoretical and practical classes, with the student's autonomous work in the elaboration of works and discussion with the help of colleagues and the teaching team. In this way, particular importance is given to continuous assessment that allows the student to demonstrate, throughout the semester, the skills acquired through his / her work. At the end of the semester, the student must have demonstrated the acquisition of a minimum of skills in order to obtain approval.***9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:***Quantitative Chemical Analysis, D. C. Harris, W. H. Freeman; 9th edition (July 15, 2015)***Anexo II - Métodos Instrumentais de Análise II****9.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Métodos Instrumentais de Análise II***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Methods of Instrumental Analysis II***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:***Q***9.4.1.3. Duração:***Semestral / Semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:***168***9.4.1.5. Horas de contacto:***T:21; TP:20; PL:16***9.4.1.6. ECTS:***6***9.4.1.7. Observações:***<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

Carlos Lodeiro Espino (Responsável e Regente) – T:21; TP:20

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

Hugo Miguel Baptista Carreira dos Santos – PL:8

Carla Maria Leitão Rodrigues dos Santos Antunes – PL:8

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

Os objetivos principais da aprendizagem na disciplina de Métodos Instrumentais de Análise 2 é conseguir que os alunos compreendam, distingam e dominem diferentes técnicas clássicas e modernas de análise química, como as técnicas de espectrometria de massa (Electrospray, ESI, MALDI-TOF, etc), técnicas de eletroquímica (potenciometria, voltametria, polarografia), assim como técnicas de calorimetria de análise de materiais tais como DSC, e termogravimetria (TG)

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The main objectives of learning in the Instrumental Methods of Analysis 2 discipline is to make students understand, distinguish and master different classical and modern techniques of chemical analysis, such as mass spectrometry techniques (Electrospray, ESI, MALDI-TOF, etc.), electrochemistry techniques (potentiometry, voltammetry, polarography), as well as material analysis calorimetry techniques such as DSC, and thermogravimetry (TG)

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1) Espetrometria de massa, Técnicas de MALDI, ESI, FAB, APCI, CI. Técnicas hífenadas. Analisadores de TOF, Quadrupolo, Ion Trap

2) Métodos eletroquímicos

a) Métodos Potenciométricos, Potenciometria com elétrodos seletivos a iões.

b) Métodos Voltamétricos e Coulométricos, Voltametria de Varrimento Linear, Voltametria de Pulso Diferencial, Voltametria cíclica, Voltametria de Onda quadrada, Voltametria de Redissolução Anódica e Catódica, elétrodos utilizados. Polarografia.

3) Calorimetria (DSC), picos exotérmicos e endotérmicos, cristalização e fusão, temperaturas de transição vítrea, transições polimórficas, entalpias de reação. Termogravimetria (TG).

9.4.5. Syllabus:

1) Mass spectrometry, MALDI, ESI, FAB, APCI, CI techniques. Hyphenated Techniques. TOF Analyzers, Quadrupole, Ion Trap

2) Electrochemical methods

a) Potentiometric Methods, Potentiometry with ion selective electrodes.

b) Voltammetric and Coulometric Methods, Linear Sweep Voltammetry, Differential Pulse Voltammetry, Cyclic Voltammetry, Square Wave Voltammetry, Anodic and Cathodic Redissolution Voltammetry, electrodes used. Polarography

3) Calorimetry (DSC), exothermic and endothermic peaks, crystallization and fusion, glass transition temperatures, polymorphic transitions, reaction enthalpies. Thermogravimetry (TG).

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

O conteúdo programático de esta cadeira aborda diversos aspetos considerados essenciais para a aquisição de conhecimentos, aptidões e competências fundamentais em Química Instrumental, que possam ser aplicados em estudos posteriores de Química, Análise e Materiais e que forneçam compreensão básica de fenómenos químicos com impacto na sociedade. Os temas selecionados são apresentados ao longo da unidade curricular e visam obter conhecimentos básicos para a boa realização de problemas químicos de laboratório, as capacidades de cálculo e interpretação de resultados analíticos.

O programa desta disciplina é semelhante ao de disciplinas equivalentes de métodos instrumentais de análise ministradas ao nível do 2º ou 3ºano em várias universidades nacionais e europeias.

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

The syllabus of this course covers various aspects considered essential for the acquisition of knowledge, skills and core competencies in Instrumental Analysis, which can be applied in future studies of Chemistry, to provide basic understanding of chemical phenomena with impact on society. The selected topics are presented throughout the course and aim to get basic knowledge for the achievement of good chemical laboratory problems, and interpretation of analytical results.

The program is similar to that of equivalent disciplines of instrumental methods of analysis given at the 2nd or 3rd year in several universities.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas com slides e problemas.

Aulas Teórico-Práticas de Problemas.

Aulas Práticas com entrega de trabalho no final de cada prática.

Elaboração de um trabalho individual sobre um tema referido pelo Docente em Inglês e defesa oral em inglês.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures with slides and problems.

Theoretical-practical classes of problems.

Practical classes with work delivery at the end of each practice.

Preparation of an individual work on a subject referred by the teacher in English and oral defense in English.

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

A estruturação das aulas em teóricas, e teórico-práticas onde os alunos aplicam os conceitos teóricos através da resolução de problemas práticos adequados e ajustados a cada conteúdo programático, permite, de uma forma proporcionada e gradual, que os alunos adquiram as competências necessárias ao longo do semestre para obter a aprovação.

A duração e a estruturação desta Unidade Curricular enquadram-se dentro do normalmente adotado em unidades curriculares equivalentes de outras Universidades Portuguesas e Europeias. A metodologia de ensino envolve trabalho do docente em aulas teóricas e teórico-práticas, com o trabalho autónomo do aluno na elaboração de trabalhos e discussão com a ajuda dos colegas e da equipa docente. Desta forma, é dada particular importância à avaliação contínua que permite que o aluno possa, ao longo do semestre, demonstrar faseadamente as competências adquiridas com o seu trabalho. O aluno deverá no final do semestre ter demonstrado a aquisição de um mínimo de competências para poder obter aprovação.

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

The structuring of classes into theoretical and practical-practical classes where students apply the theoretical concepts by solving appropriate practical problems and adjusted to each syllabus, allows, in a proportionate and gradual way, students acquire the necessary skills throughout the semester to get approval.

The duration and structure of this course fall within the standard adopted in equivalent curricular units of other Portuguese and European Universities. The teaching methodology involves the teacher's work in theoretical and practical classes, with the student's autonomous work in the elaboration of works and discussion with the help of colleagues and the teaching team. In this way, particular importance is given to continuous assessment that allows the student to demonstrate, throughout the semester, the skills acquired through his / her work. At the end of the semester, the student must have demonstrated the acquisition of a minimum of skills in order to obtain approval.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Quantitative Chemical Analysis, D. C. Harris, W. H. Freeman; 9th edition (July 15, 2015)

Anexo II - Mecanismos de Reações Químicas

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Mecanismos de Reações Químicas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical Reaction Mechanisms

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:28

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Luísa Maria da Silva Pinto Ferreira - T:28; TP:28

9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:*<sem resposta>***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

No final desta unidade curricular o estudante deverá compreender e interpretar de processos químicos através duma abordagem mecanística, salvaguardando que não se trata de um corpo inalterável que só precisa de ser estudado uma vez. Mecanismos são descrições baseadas nos melhores resultados disponíveis e são modificados e atualizados quando surgem novos dados. A abordagem mecanística terá de evitar a tendência para a memorização das reações químicas, mas antes tentar compreender os fatores responsáveis pelos resultados observados. Interessa mostrar que a principal vantagem de uma abordagem mecanística reside na possibilidade de, perante a grande quantidade de informação diversificada, permitir que um número reduzido de princípios orientadores consiga explicar e correlacionar resultados experimentais e prever as consequências de determinada alteração nas condições das reações já conhecidas.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

It is of interest to use a mechanistic approach which permits the use of a small number of principles derived from a large amount of data to explain and predict experimental results and the consequences of altering conditions for known reactions. Small molecules are typically used for this purpose but the use of biologically important molecules could alert us to some specific characteristics of living systems.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Revisão de alguns princípios básicos. Efeitos termodinâmicos e cinéticos. Reações elementares, mecanismo concertado, complexo ativado, estado de transição, molecularidade, controle cinético e termodinâmico, postulado de Hammond. Estabilidade de intermediários iónicos, grupos de saída, nucleófilos, eletrófilos, bases e ácidos. Características ácido/base. Investigação de mecanismos: métodos. cinéticos e não cinéticos. Intermediários iónicos. Elaboração de mecanismos reacionais Efeitos estereoeletrónicos e isotópicos. Orbitais de fronteira e interações preferenciais em reações iónicas. Reatividade de nucleófilos bidentados. Reações envolvendo nucleófilos e bases ou eletrófilos. Espécies reativas neutras. Rearranjos e intermediários contendo átomos de azoto e de oxigénio eletrodeficientes. Efeito anomérico. R. pericíclicas. Sistemas aromáticos. Processos radiculares. Reações de ciclização (regras de Baldwin). Ex. de mecanismos em sistemas biológicos.

9.4.5. Syllabus:

Revision of some basic principles. Thermodynamic and kinetic effects. Elementary reactions, concerted mechanisms, activated complex, transition state, molecularity, Reaction coordinates, kinetic and thermodynamic control, Hammond postulate. Stability of ionic intermediates, leaving groups, nucleophiles, electrophiles, acids and bases. Acid/base characteristics. Methods for investigating reaction mechanisms; kinetic and non-kinetic. Ionic intermediates. Study and determination of reaction mechanisms. Mechanism and molecular orbitals. Stereoelectronic effects. Reactions involving nucleophiles and bases. Reactions involving electrophiles and acids. Reactions involving neutral reactive species (carbenes, nitrenes, Arynes and free radicals. Rearrangements and intermediates containing electron deficient nitrogen and oxygen atoms. Anomeric effect. Pericyclic reactions. Aromatic systems. Radical reactions. Cyclisation reactions (Baldwin rules). Examples of mechanisms in biological systems.

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

Os conteúdos programáticos propostos permitem a autonomia dos estudantes face a uma nova reação química e a capacidade de interpretar novos dados experimentais.

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

The proposed syllabus allows students autonomy in the face of a new chemical reaction and the ability to interpret new experimental data.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, com o apoio adicional nas aulas Teórico-práticas (onde os alunos resolvem questões práticas e são incentivados a exporem as suas soluções aos colegas) e horários de atendimento, caso seja necessário. A aquisição destes conhecimentos é avaliada em provas escritas (testes /exames).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lectures, with additional support problem solving sessions and tutorial hours, if necessary. The acquisition of knowledge is assessed in written tests (tests / exams).

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

As metodologias de ensino usadas promovem a autonomia e a capacidade de resolução de casos reais que é desenvolvida nas aulas teórico-práticas.

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

The teaching methodologies used promote the autonomy and the ability to solve real cases that is developed in the problem solving sessions.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Felix A. Carroll, Perspectives on Structure and Mechanism in Organic Chemistry, Wiley, 2010.

P. A. Sykes, A Primer to Mechanism in Organic Chemistry, Longman Scientific & Technical: Essex, 1995.

H. Maskill, Mechanisms of Organic Reactions, Oxford Chemistry Primers, 45, ed. S. G. Davies: Oxford Science Pub., Oxford Univ. Press, 1996.

P. A. Sykes, A Guidebook to Mechanism in Organic Chemistry, 6 ed., Longman, 1985.

Anexo II - Métodos de Separação**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Métodos de Separação

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Separation Methods

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:12; PL:16

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria Cristina de Oliveira da Costa – T:12; TP:6; PL:30

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

Jorge Manuel Pinto Lampreia Pereira – T:12; TP:18; PL:28

Marco Diogo Richter Gomes da Silva – T:4; PL:10

Sofia Rocha Pauleta – PL:12

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

A UC, no âmbito do curso, pretende colaborar para a aquisição de competências a seguir descritas:

Capacidade de aprendizagem, de análise e de síntese.

Capacidade de trabalhar em grupo ou individualmente.

Capacidade de utilização de instrumentação técnica e científica.

Competência no cálculo numérico, capacidade de estimativa, análise de erro, etc.

Execução de procedimentos laboratoriais e outros de forma normalizada.

Manipulação, interpretação de dados científicos e sua avaliação crítica.

Manuseamento e utilização de materiais utilizados no âmbito profissional.

Utilização de equipamento e software informático nas aplicações gerais e específicas.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The course, within the program, aims for the acquisition of skills described below: Ability to learn, analyze and synthesize. Individual and group work skills. Ability to use scientific and technical instruments. Normalized execution of laboratory procedures. Use, interpretation and critical evaluation of scientific data. Safe handling and use of materials. Use of computer software and hardware in both their general and specific applications.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Equilíbrio de Distribuição.

Coeficiente de Partição (KD). Razão de Distribuição (D).

Extração por Solventes: Extração em Batch, Extração Contínua e Extração em contracorrente.

Cromatografia.

Teoria Geral. Teoria das Velocidades e Equação de van Deemter. Resolução. Número de Pratos Teóricos.

Cromatografia de Partição. Cromatografia Líquido-Líquido. Fase Reversa. Cromatografia Planar: cromatografia em Papel e cromatografia de Camada Fina. Cromatografia de Permuta Iónica. Cromatografia em Gel. Cromatografia de Afinidade. Cromatografia em Fase Gasosa. HPLC. Cromatografia Supercrítica.

Eletroforese. Focagem Isoelétrica. Eletroforese bidimensional. Cromatografia Multidimensional.

Proteómica. Procedimentos de electroblotting.

Eletroforese Capilar.

Centrifugação e ultracentrifugação.

Métodos Hidrodinâmicos: sedimentação, ultrafiltração e diálise.

Purificação de uma proteína membrana.

9.4.5. Syllabus:

Distribution Equilibrium.

Partition coefficient (KD). Distribution ratio (D).

Solvent Extraction: Extraction Batch, Continuous Extraction and Extraction in Counter-current.

Chromatography.

General Theory. van Deemter equation. Resolution. Number of Theoretical Plates.

Partition Chromatography. Liquid-Liquid Chromatography. Reverse-Phase. Planar Chromatography: Paper chromatography and thin layer chromatography. Ion Exchange Chromatography. Gel chromatography. Affinity Chromatography. Gas Chromatography. HPLC. Supercritical Fluid Chromatography.

Electrophoresis. Isoelectric focusing. Two-dimensional electrophoresis. Multi-dimensional chromatography.

Proteomics. Electrophoresis procedures.

Capillary Electrophoresis.

Centrifugation and ultra-centrifugation.

Hydrodynamic methods: sedimentation, ultrafiltration and dialysis.

Purification of a membrane protein.

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

A UC visa dotar os estudantes das competências consideradas essenciais para a sua adequada preparação na área global de métodos de purificação e caracterização de biomoléculas em Química e Bioquímica. A UC é "clássica" neste seu programa. É fundamental para perceber as técnicas de cromatografia, extração por solventes, eletroforeses, HPLC, "blotting", etc. Assim, o seu conteúdo programático expõe e detalha todos os tipos de eletroforeses, cromatografia, colunas, técnicas de deteção, aparelhagem associada, etc.

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

This CU aims to provide students with the skills considered essential to its proper preparation in the area of global purification and separation methods of biomolecules in Chemistry and Biochemistry. The course is "classic" in its program. It is essential to understand chromatographic techniques, solvent extraction, electrophoresis, HPLC, "blotting", etc. Thus, its content details and exposes all types of electrophoresis, chromatography columns, detection techniques, associated apparatus, etc.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas presenciais não-laboratoriais são divididas em aulas Teóricas tradicionais e aulas Teórico-Práticas de resolução de problemas relacionados com a matéria dada. A matéria é exposta com o apoio de apresentações em PowerPoint ou Keynote e visionamento de filmes apropriados. As aulas de laboratório versam os principais capítulos descritos no Programa. A avaliação compreende 3 testes teóricos e um teste prático que incidirá unicamente sobre os protocolos experimentais dos trabalhos realizados.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Non-laboratory face-to-face classes are divided into traditional Theoretical and Practical Problem-solving classes related to the given subject. The subjects are exposed with the support of Power Point or Keynote presentations and appropriate movie viewing. The lab classes cover the main chapters described in the syllabus. The evaluation comprises 3 theoretical tests and a practical test that will focus only on the experimental protocols of the work performed

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

As metodologias utilizadas são tradicionais. A UC tem cerca de 140 estudantes numa turma teórica e está desdobrada em 5 turmas práticas. A UC é muito experimental envolvendo trabalhos laboratoriais de extração por solventes, várias

cromatografias – camada fina; HPLC de fase reversa, Fase Gasosa e Filtração em Gel -, eletroforese e estratégias de purificação/separação de biomoléculas.

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

The methodologies used are traditional. The CU has about 140 students in a theoretical class and is divided into 5 practical classes. The UC is necessarily very experimental involving laboratory work on solvent extraction, several chromatographies - thin layer; reverse phase HPLC, Gas Phase and Gel Filtration -, electrophoresis and biomolecule purification / separation strategies.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Analytical Chemistry
 Robert V. Dils D. Van Nostrand, ISBN 0-442-22158-4
 Physical Biochemistry: Principles and applications
 1st Edition, David Sheehan, Wiley-VCH Verlag GmbH ISBN 0-471-98663-1
 Biochemical Methods
 A. Pingould, C. Urbanke, J. Hogget, A. Jeltsch, 1st Edition, Wiley-VCH Verlag GmbH ISBN 3-527-30299-9
 Fundamentals of Analytical Chemistry (7th ed)
 D. A. Skoog, D. M. West and F. J. Holler, Saunders College Publishing
 Principles of Instrumental Analysis
 Skoog, West, Holler, Nieman, Thomson Learning, ISBN – 0-03-002078-6
 Quantitative Chemical Analysis
 Daniel C. Harris, Freeman, New York, 5th Edition (1999) ISBN – 0-7167-2881-8
 Practical High Performance Liquid Chromatography
 Veronika Meyer, Wiley, ISBN0-471-941328.*

Anexo II - Probabilidade e Estatística A

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Probabilidade e Estatística A

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Statistics and Probability A

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

M

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Ayana Maria Xavier Furtado Mateus – TP:42

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

Carlos Manuel Agra Coelho – TP:42

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

O objetivo da unidade curricular é proporcionar ao aluno uma base sólida de conhecimentos elementares de Probabilidades e Estatística que constituem uma ferramenta indispensável à tomada de decisão em situações de

incerteza. Esta aquisição de conhecimentos deverá municiar os alunos de uma capacidade de aquisição futura de conceitos mais avançados que surjam no seu percurso de formação académica e/ou profissional.

No final da unidade o aluno terá adquirido competências que lhe permitam:

- Conhecer e compreender os elementos básicos da teoria e do cálculo das probabilidades
- Descrever as principais distribuições probabilísticas de variáveis discretas e contínuas e aplicá-las na descrição de fenómenos aleatórios
- Inferir sobre parâmetros populacionais com base em distribuições amostrais
- Construir modelos estatísticos que permitam estabelecer uma relação funcional entre variáveis
- Saber trabalhar com um software estatístico

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The aim of the course is to teach the basic concepts of probability and statistics. The students will be prepared to handle the requirements during their professional activities that concern probabilities and statistics. With regard to probabilities, the goal is for students to develop skills to formulate problems concerning the results of random observations. Students should also be able to handle statistical techniques and be familiar with a statistical software package, in order to analyse parameters of a population, e.g. to be able to use linear regression as a first approach to model real data.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Teoria das Probabilidades
2. Variáveis aleatórias e suas distribuições de probabilidade
3. Momentos de variáveis aleatórias
4. Vetores aleatórios
5. Teorema Limite Central
6. Noções elementares de estatística
7. Estimação pontual e intervalar
8. Testes de hipóteses
9. Testes não paramétricos
10. Regressão linear simples

9.4.5. Syllabus:

1. Introduction to the theory of probability.
2. Random variables and their distributions.
3. Moments of random variables.
4. Random vectors.
5. Central limit theorem.
6. Basic notions of statistics.
7. Point and interval estimation.
8. Hypothesis testing
9. Non-parametric tests
10. Simple linear regression

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

A componente de Probabilidades, que compreende os conteúdos programáticos 1 ao 5, destina-se a dar a conhecer as ferramentas probabilísticas fundamentais a um bom acompanhamento dos conceitos e resultados estatísticos. Cumprem-se assim os dois primeiros objetivos de aprendizagem.

Na componente de Estatística (conteúdos programáticos 6 ao 10) apresentam-se as técnicas estatísticas clássicas e de aplicação mais frequente nos problemas de inferência. Com estas matérias, pretende-se transmitir a forma de raciocínio sobre questões estatísticas, possibilitando um razoável acompanhamento e compreensão de outras técnicas mais complexas. Cumprem-se assim os dois últimos objetivos de aprendizagem.

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

The Probabilities component, which comprises syllabi 1 to 5, is intended to achieve understanding of the fundamental probabilistic tools for a good understanding of the concepts and results of statistics. This fulfils the first two objectives of the curricular unit.

The Statistics component (syllabi 6 to 10) presents the classic and most frequently used statistical techniques in inference problems. With this component, the students should be able to follow-up and understand other more complex techniques. This fulfils the last two objectives of the curricular unit.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O método de ensino utilizado nesta unidade curricular pode ser resumido como se segue:

- Os temas são introduzidos através de uma exposição oral detalhada dos conteúdos da Unidade Curricular utilizando, sempre que possível, exemplos de aplicação à matéria a ser lecionada. Pretende-se também motivar no aluno o interesse pelo estudo desta matéria. A exposição oral é feita tradicionalmente no quadro com apoio de "slides".
- Seguidamente são propostos e corrigidos exercícios e são tiradas dúvidas que tenham resultado do estudo dos

alunos.

- Ao longo do semestre são realizadas provas de avaliação contínua.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching method used in this course can be summarised as follows:

- The topics are introduced through an oral presentation detailing the contents of the course using, where possible, examples of applications of the subject matter. It is also intended to motivate the student's interest in the study of this matter. The oral presentation is given traditionally using a black board, supplemented with "slides".*
- Following this, exercises are given and corrected. Also, raised doubts by the students are clarified.*
- Throughout the semester continuous evaluation tests are applied*

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

As aulas são de carácter teórico-prático o que à partida permite uma ligação estreita e imediata entre os conceitos teóricos e a sua aplicabilidade.

Os alunos têm um contacto de 3h semanais com a disciplina, repartidos por dois períodos de 1h30m. Na primeira parte da aula introduzem-se os conceitos teóricos com a ilustração de exemplos práticos, sempre que possível. Na segunda parte complementa-se a aprendizagem com a resolução de exercícios. Desta forma, os alunos têm uma visão integrada dos tópicos lecionados, fomentam o espírito crítico e o trabalho em grupo. Para que a visão integrada dos tópicos se vá mantendo ao longo do funcionamento da unidade é exigida a frequência das aulas.

O trabalho em aula é complementado com a resolução de exercícios propostos. Os alunos têm um apoio adicional no seu estudo quer com material de suporte (acetatos e sebenta da matéria teórica, exames e testes resolvidos), quer com horários de atendimento, ambos disponíveis na página web da unidade curricular.

O cumprimento dos objetivos é avaliado de uma forma contínua ou por exame em época de recurso.

A forma contínua passa pela realização de dois testes. No primeiro teste avalia-se se os conceitos probabilísticos foram apreendidos. Garante-se assim a base para a introdução dos conceitos estatísticos. O segundo teste avalia as competências adquiridas ao nível da estatística.

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

Hands-on theoretical classes are used, allowing an immediate connection between theoretical concepts and their applicability.

Students have 3 hours contact with the unit each week, divided into two periods of 1h30m each. In the first part of the class the theoretical concepts are introduced. The second part focused on problem solving. This way, the students have an integrated view of the topics taught, fostering critical thinking and teamwork. Class attendance is required for an integrated vision of the topics.

The class work is supplemented with practical exercises. Students have access to additional supporting material such as overhead sheets and past examination materials, and can request additional dedicated time, both available on the course's webpage.

The achievement of the objectives is assessed through continuous evaluation as well as through a final exam.

The continuous evaluation is done in two parts. The first test evaluates whether the probabilistic concepts have been learned, or in other words if the first two unit objectives have been achieved. This ensures the foundation for the introduction of the statistical concepts. The second test assesses the acquired statistics skills.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Guimarães, R.C. & Cabral, J.A.S. (2007), Estatística, McGraw-Hill.

Montgomery, D.C. & Runger, G.C. (2011), Applied Statistics and Probability for Engineers, John Wiley.

Paulino e Branco (2005). Exercícios de Probabilidade e Estatística. Escolar Editora.

Pedrosa, A.C. & Gama, S.M.A. (2004), Introdução Computacional à Probabilidade e Estatística, Porto Editora.

Sokal e Rohlf (1995). Biometry. Freeman.

Anexo II - Processos, Desenvolvimento e Monitorização

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Processos, Desenvolvimento e Monitorização

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Processes, Development and Monitoring

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:*Semestral / Semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:**

84

9.4.1.5. Horas de contacto:*T:28***9.4.1.6. ECTS:**

3

9.4.1.7. Observações:*<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Marco Diogo Richter Gomes da Silva - T:10***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Susana Barreiros - T:10**Luísa Ferreira - T:8***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Pretende-se que os alunos adquiram uma visão atual do papel da Química Verde e da Biotecnologia no desenvolvimento e otimização de processos na Indústria Química e Farmacêutica.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***It is intended that students acquire a current view of the role of Green Chemistry and Biotechnology in the development and optimization of processes in the chemical and pharmaceutical industries.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Indústria química - importância e impacto na sociedade actual.**História e desenvolvimento da indústria química.**Fontes de produtos químicos e energia para a indústria química.**Desenvolvimento na indústria de química fina**O papel da química verde no desenvolvimento de processos industriais sustentáveis**2. Química Verde e Biotecnologia na Indústria Química e Farmacêutica**A Biotecnologia ao serviço da Indústria Química**Substituição de passos de síntese química por processos biotecnológicos recorrendo a biocatalisadores**O papel da Biologia Sintética na Indústria Química e Farmacêutica**3. Monitorização de processos químicos**Breves noções de:**a) Metodologias de preparação de amostra: Matrizes sólidas, líquidas e gasosas**b) Metodologias analíticas de controlo analítico: Cromatografia Líquida e gasosa hifenadas a espectrometria de massa**c) Validação de métodos analíticos**d) Análise vestigial***9.4.5. Syllabus:***1. Chemical industry - importance and impact on society today**History and development of the chemical industry.**Sources of energy and chemicals for the chemical industry .**Development in the fine chemicals industry**The role of green chemistry in developing sustainable industrial processes**2. Green Chemistry and Biotechnology in the Chemical and Pharmaceutical Industry**Biotechnology in the service of Chemical Industry**Replacement steps of chemical synthesis by biotechnological processes using biocatalysts (retrosynthesis biocatalytic)**The Role of Synthetic Biology in the Chemical and Pharmaceutical Industry**3 . Monitoring chemical processes*

Brief notions of:

- a) *Methods of sample preparation : solid , liquid and gaseous matrices*
- b) *analytical methodologies analytical control : gas and liquid chromatography hyphenated to mass spectrometry*
- c) *Validation of analytical methods*
- d) *trace Analysis*

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

Os conteúdos programáticos da UC de Processos, Desenvolvimento e Monitorização são extremamente atuais. Na parte inicial do programa serão abordados tópicos relacionados com os processos químicos utilizados à escala industrial bem como o desenvolvimento na indústria de química fina (a eficiência atómica e o fator E, a importância da scale-up, as operações e reagentes permitidos e proibidos, considerações de segurança). Será dada relevância a aspetos muito atuais na Indústria Química no sentido de substituir processos convencionais por processos que utilizem tecnologias limpas ou que recorram a processos biotecnológicos. Por fim, serão abordadas as metodologias que permitem fazer a monitorização dos processos químicos desenvolvidos.

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

The syllabus of the PA Process Development and Monitoring are extremely current. In the early part of the program are addressed topics related to the chemical processes used on an industrial scale and the development in the fine chemicals industry (atomic factor and efficiency and the importance of scale-up, operations and reagents allowed and not allowed, considerations of security). Relevance will be given to very current issues in the Chemical Industry to replace conventional processes by plants using clean technologies or using biotechnological processes. Finally, we will discuss the methodologies that allow you monitoring of chemical processes developed.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O ensino da UC de PDM será realizado através de aulas teóricas que decorrerão ao longo das 14 semanas do semestre com uma carga semanal de 2 horas letivas.

Os temas propostos no programa serão apresentados aos alunos através de slides, discussão de artigos bem como através de um trabalho que será realizado em grupo pelos alunos dentro dos tópicos da UC. Estes trabalhos serão no final do semestre apresentados pelos alunos e discutidos com os colegas e docentes.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The teaching of UC PDM will be conducted through lectures that take place throughout the 14 weeks of the semester with a weekly charge of 2 lecture hours.

The themes proposed in the program will be presented to students through slides, discussion of articles and through a work that will be performed by students in groups within the topics of UC. These papers will be presented at the end of the semester by students and discussed with peers and teachers.

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

As metodologias de ensino irão estimular a aprendizagem e a pesquisa individual e em grupo. Será também estimulado o trabalho em grupo e a discussão dos assuntos com os docentes.

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

The teaching methodologies will stimulate learning and individual and group research. Will also be encouraged to work in groups and discuss issues with teachers.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Biocatalysts and Enzyme Technology, by Klaus Buchholz, Volker Kasche and Uwe Bornscheuer, Wiley-VCH, 2005
Scientific papers and other teaching material supplied to students.*

Anexo II - Química Analítica**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Química Analítica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Analytical Chemistry

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:*T:21; TP:15; PL:20***9.4.1.6. ECTS:**

6

9.4.1.7. Observações:*<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Maria Cristina de Oliveira da Costa (Regente) – T10,5; TP:9; PL:10***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Jorge Manuel Pinto Lampreia Pereira – T:10,5; TP:6; PL:10***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***A UC, no âmbito do curso, pretende colaborar para a aquisição das competências a seguir descritas:**Capacidade de aprendizagem, de análise e de síntese.**Capacidade de trabalhar em grupo ou individualmente.**Competência no cálculo numérico, capacidade de estimativa, análise de erro, etc.**Execução de procedimentos laboratoriais e outros de forma normalizada.**Manipulação, interpretação de dados científicos e sua avaliação crítica.**Utilização de equipamento e software informático nas aplicações gerais e específicas.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***The CU, within the programme, aims for the acquisition of skills described below:**Ability to learn, analyse and synthesise.**Individual and group work skills.**Normalised execution of laboratory procedures.**Normalised execution of laboratory procedures.**Use, interpretation and critical evaluation of scientific data.**Use of computer software and hardware in both their general and specific applications.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***Concentrações.**Condutividade elétrica. Lei de diluição de Ostwald.**Teoria da Interação Iónica. Lei de Migração de Kohlraush.**Titulações condutimétricas ácido-base. Coeficientes de atividade. Teoria de Debye – Hückel.**Ácido-Base.**Cálculo do valor pH numa solução, Solução tampão Cálculo do valor de pH ao longo de uma titulação ácido-base,**Ácidos polipróticos Soluções tampão contendo ácidos polipróticos.**Complexometria.**Efeito do pH e de complexantes na constante de formação. Noção de α_M e α_L e constante condicional. Cálculo do pM ao longo da titulação complexométrica. Sequestração.**Precipitação.**Produto de Solubilidade (Ks) Solubilidade e Solubilidade Mínima. Solubilidade Diferencial.**Método de Mohr. Método de Volhard.**Reações de oxidação-redução.**Titulação redox Fatores que afetam o potencial redox: complexantes e pH. Diagrama de potencial redox em função do pH.***9.4.5. Syllabus:***Concentrations.**Electrical conductivity. Ostwald dilution law.**Ionic interaction. Kohlraush's law of independent migration of ions.**Conductimetric acid-base titrations.**Acid-base equilibrium. Calculation of pH in solution**Buffer solution.**Calculation of pH in solution**Polyprotic acids**Buffer solutions with polyprotic acids**Complexometric equilibrium. C**Effect of pH and the other metals and other ligands in the formation constant.*

Concept of α_M e α_L and conditional formation constant. Calculation of pM in the complexometric titration. Sequestration. Precipitation. Solubility product (K_s). Solubility and minimum of solubility. Differential solubility. Quantitative methods: Mohr method and Volhard method. Redox equilibrium. Redox titration. Diagram redox potential versus pH. Redox behavior of water.

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

A UC visa dotar os estudantes das competências consideradas essenciais para a sua progressão ao longo de um curso na área da Química/Bioquímica. A UC é "clássica" no seu programa num qualquer curso de Química ou Bioquímica. É fundamental para perceber os equilíbrios em solução e introduzir toda a problemática da quantificação de espécies. Assim, o conteúdo programático expõe e detalha todos os casos/zonas típicas no que concerne as espécies existentes em cada uma, normalmente através da definição das zonas e pontos característicos das várias curvas de titulação dos equilíbrios estudados. A sua carga laboratorial é absolutamente imprescindível para a aquisição e treino das competências anteriormente descritas.

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

The CU aims to provide students with the skills considered essential for their progression during a programme in the area of Chemistry/Biochemistry. The CU syllabus is "classic" in any chemistry or biochemistry programme. It is essential to understand equilibria in solution and to introduce the general problem of species quantification. Thus, the syllabus exposes and details all the typical cases/zones regarding the existing species, usually by defining the zones and characteristic points of the various titration curves of the studied equilibria. Laboratory workload is absolutely essential for the acquisition and training of the skills described above.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas presenciais não-laboratoriais são divididas em aulas Teóricas tradicionais e aulas Teórico-Práticas de resolução de problemas relacionados com a matéria dada. A matéria é exposta com o apoio de apresentações em PowerPoint ou Keynote e visionamento de filmes apropriados. As aulas de laboratório versam os principais capítulos descritos no Programa. A avaliação compreenderá 6 mini-testes de cerca de 45 min cada para a matéria teórica e um teste prático de uma hora que incidirá unicamente sobre os protocolos experimentais dos trabalhos realizados.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The non-laboratory lessons are divided into traditional Theoretical and Practical Problem-solving classes related to the given subject. The subjects are presented with the support of Power Point or Keynote presentations and appropriate movie viewing. The lab classes cover the main chapters described in the syllabus. The evaluation comprises 5 tests of about 45-60 min for each of the theoretical subjects and one-hour practical test that will focus on the experimental protocols of the lab work performed.

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

As metodologias utilizadas são tradicionais. Várias experiências diferenciadoras foram feitas no passado como "Team-Based Learning" (TBL). No entanto, os estudantes sentiram-se muito pouco confortáveis sem aulas teóricas tradicionais. A UC tem cerca de 140 estudantes inscritos semestralmente com uma turma teórica. A UC é, forçosamente, muito experimental. Teria muito pouco sentido falar de Títulos - ácido-base, Complexométricas, Precipitação, Redox - sem as realizar. Por outro lado, nas semanas em que não existem Trabalhos Práticos são dadas aulas Teórico-Práticas de resolução de problemas, o mais participado possível, aos mesmos grupos (30-35 de estudantes). O propósito principal da forma de funcionar da UC é reduzir ao máximo insucesso escolar. Nesse sentido, o acompanhamento dos estudantes é o mais próximo possível, com reflexo na metodologia de avaliação com os seus 5 testes de 45-60 min, um por cada capítulo de forma a garantir um melhor acompanhamento dos assuntos expostos e trabalhados.

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

The used methodologies are traditional. Several experiments have been made in the past like "Team-Based Learning" (TBL). However, the students felt very uncomfortable without traditional theoretical lessons. The CU has about 140 students. it is necessarily very experimental. It would make little sense to talk about Titrations - acid base, Complexometric, Precipitation, Redox - without performing them. Also, in the weeks without lab sessions (20-22 students), there are problem-solving classes (40-45 students). The specific way this CU works aims to keep to a minimum students' failure. The follow-up of the students is as close as possible and the evaluation methodology with its 5 mini-tests of 45 min each, one for each chapter, try to ensure this goal.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Métodos Instrumentais para Análise de Soluções
M^a de Lurdes Gonçalves, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa*

*Fundamentals of Analytical Chemistry (9th ed),
S. Crouch, D. M. West, D. A. Skoog, and F. J. Holler, Saunders College Publishing (2013) ISBN-10: 1285056248*

Aqueous Acid-Base Equilibria and Titrations
R. Levie, Oxford University Press (2001) ISBN-10: 0198506171

Analytical Chemistry
Robert V. Dilts, D. Van Nostrand, (1974) ISBN 10 – 0442221584

Analytical Chemistry
G. D. Christian, Wiley, 7th Edition (2003) ISBN 10 – 0470887575

Quantitative Chemical Analysis
Daniel C. Harris, Freeman, New York, 8th Edition (2010) ISBN 10 –1429239891

Anexo II - Química Computacional

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Computacional

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Chemistry

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

84

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

9.4.1.6. ECTS:

3

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

António Gil de Oliveira Santos – TP:28

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

<sem resposta>

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

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

- Identificar problemas em Química passíveis de serem tratados por metodologias computacionais.*
- Selecionar modelos quânticos, que possam ser mais adequados na resolução de problemas em Química.*
- Aplicar os modelos quânticos selecionadas na resolução de problemas concretos de química.*
- Correr cálculos quânticos no pacote de cálculos Gaussian.*
- Analisar e racionalizar os dados obtidos dos cálculos quânticos.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end, students should have acquired knowledge and skills which will allow:

- Identify problems in chemistry that can be addressed by computational methodologies.*
- Select quantum models, which may be more suitable in solving problems in chemistry.*
- Apply the selected quantum models in solving concrete chemistry problems.*
- Run quantum calculations in the Gaussian calculations package.*
- Analyse and rationalize the data obtained from quantum calculations.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Breve revisão de alguns conceitos de termodinâmica e cinética. Superfícies de energia potencial (PES). Reagentes, intermediários, estados de transição e produtos da reação. Localização na PES. Condições matemáticas para identificação de cada um dos estados na PES. Modelos baseados em Mecânica Clássica. Modelos eletrónicos. Aproximação às soluções da equação de Schrödinger. Modelos de ab-initio. Teoria de Hartree-Fock (teoria de orbitais moleculares). Aproximação de Born-Oppenheimer. Aproximação de Hartree-Fock. Aproximação LCAO (Combinação linear de orbitais atómicas). Implementação matemática das três aproximações. Determinante de Slater. Equações de Roothaan-Hall. Otimização de estruturas. Cálculo de frequências. Parâmetros termodinâmicos. Cálculo de estados de transição. Bases de funções. Modelos semi-empíricos. Modelos pós-Hartree-Fock. Correlação eletrónica. Breve introdução à teoria de Moller-Plesset e à teoria de Interação de Configurações.

9.4.5. Syllabus:

Thermodynamic and kinetic concepts: Potential energy surfaces (PES). Reagents, intermediates, transition states, and products of chemical reactions. Localization in the PES. Mathematical conditions for the identification of each state in the PES. Mathematical formalist of the models based on Classical Mechanics. Approximations to solutions of the Schrödinger's equation. Ab-initio models. Hartree-Fock theory. Born-Oppenheimer approximation. Hartree-Fock approximation. LCAO approximation (linear combination of atomic orbitals). Mathematical implementation of the three approximations. The Slater determinant. Equations of Roothaan-Hall. Optimization of molecular wave-functions. Optimization of structures. Frequency calculation. Thermodynamic parameters. Calculation of transition state structures. Basis sets. Semi-empirical models. Post-HF models. Electronic correlation. Short introduction to the theory of Moller-Plesset (MP) and to the configuration interaction theory (CI).

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

A UC está organizada de modo a interligar-se com UCs prévias e futuras. O programa inicia-se com a revisão de alguns conceitos fundamentais de termodinâmica, que são necessários na compreensão da reatividade química. De seguida introduz os modelos baseados em Mecânica Clássica, cujo formalismo matemático é fácil de compreender. Depois de alguma prática na utilização do sistema Linux e de programas de edição 3D, são introduzidos os conceitos matemáticos fundamentais para a compreensão e utilização da teoria de orbitais moleculares. A necessidade das bases de funções surge naturalmente, bem como a necessidade da contabilização da energia devida à correlação eletrónica. Os modelos pós-HF e os modelos de DFT são tratados de modo ligeiro, sem abordagens matemáticas, apenas com o objetivo de o aluno poder refinar os valores obtidos com a teoria de HF. O cálculo de estruturas de transição, mais exigente, é apenas introduzido no final da UC.

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

This curricular unit has a strong interconnection with several previous and future CUs. It starts with the revision of some fundamental concepts of thermodynamics, which are needed in the understanding of chemical reactivity. Models based on Classic Mechanics are introduced, as their mathematical formalism is easy to understand. After some experience in the use of the Linux operative system and selected 3D editors, the fundamental mathematical concepts for the understanding and use of the molecular orbital theory are introduced. Basis functions arise as a natural need, as well as the need for the accounting of the energy due to electronic correlation. Post-HF and DFT models are discussed in very simple terms, without any mathematical approach. The aim is that the student learns how to use these models to refine the results obtained with HF theory. The calculation of transition state structures, more exigent, is introduced only at the end of the CU.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas são lecionadas com recurso a modernas tecnologias de multimédia. Os alunos têm acesso à utilização de computadores pessoais equipados com software de modelação e visualização 3D, bem como ao cluster de computadores existente no Departamento.

Os alunos serão avaliados através da sua prestação durante as aulas (20%) e pela resolução de dois testes individuais valendo cada um 40% da nota final. O primeiro teste individual será de carácter prático, enquanto que o segundo teste será de carácter teórico.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The classes use modern multimedia techniques. The students have access to classrooms equipped with desktop computers, with software for 3D modelling and visualization, as well as to the computer cluster working in the Chemistry Department.

The students are evaluated during the classes (20%) and by two individual quizzes (40% each), one practical and the other theoretical.

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

A unidade curricular de Química Computacional é uma UC bastante importante no plano da licenciatura, uma vez que permite aos alunos a aplicação quantitativa das modernas teorias quânticas em sistemas químicos, fazendo a ponte natural entre os conceitos empíricos adquiridos em diversas unidades curriculares e o formalismo matemático utilizado em Química Quântica, adquirido na UC de Química Física. No final da UC espera-se que o aluno tenha adquirido conhecimentos e competências não só para calcular estruturas e obter diversos parâmetros moleculares mas, também, que compreenda os formalismos matemáticos fundamentais utilizados pelos modernos programas de cálculo. Para atingirmos estes objetivos, os alunos são introduzidos ao sistema operativo Linux, tendo acesso a software de edição molecular 3D, bem como ao pacote de cálculo Gaussian, instalado tanto em computadores locais, nas salas de aulas, como no cluster de computadores do DQ. Assim, enquanto que durante as aulas os alunos podem

aplicar os conhecimentos teóricos que forem adquirindo na resolução de pequenos problemas, calculando nos computadores individuais na sala de aula, fora da aula os alunos têm acesso remoto ao cluster de computadores do departamento, podendo resolver, com tempo, problemas mais complexos. Os métodos de avaliação utilizados na UC, visam não só a avaliação dos conhecimentos teóricos adquiridos mas, essencialmente, as competências no cálculo de estruturas moleculares e na interpretação dos resultados obtidos. Por outro lado, a realização de trabalho em grupo, visa fomentar a capacidade de diálogo e de resolução em equipe de problemas mais complexos.

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

The curricular unit of Computational Chemistry is a CU very important in the degree curriculum, as it allows the students the quantitative use of modern quantum mechanics in the rationalization of the behaviour of chemical systems, thus bridging the empiric concepts acquired in several curricular units with the mathematical formalism of Quantum Chemistry. At the end of the CU it is expected that the student had acquired knowledge and skills not only to calculate chemical structures and obtain molecular parameters but, also, the understanding of the fundamental mathematical formalisms used by the modern calculating packages. Aiming at this target, the students are first introduced to the Linux operative system, and get access to 3D molecular editors, as well as to Gaussian suite of programs, which are installed both in the local computers at the classrooms and in the computer cluster running at the Chemistry Department. Therefore, while during the classes the students can apply, in real time, the theoretical knowledge in the resolution of small problems, by using the personal computers in the classroom, outside of the class the students have remote access to the computer cluster, which allows the resolution of more exigent problems. The evaluation methods used in the CU aim not only at the evaluation of the acquired theoretical knowledge but, mainly, at the skills in the calculation of molecular structures and interpretation of obtained results. On the other hand, the accomplishment of teamwork, aims at the improvement of the capacity of dialogue and resolution in team of more complex problems.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. *A Laboratory Book of Computational Organic Chemistry*, Warren J. Hehre, Alan J. Shusterman, W. Wayne Huang, Wavefunction, Inc., 1996.
2. *Molecular Modelling, Principles and Applications*, Andrew R. Leach, 2nd Ed., Pearson, Prentice Hall, 2001.
3. *Introduction to Computational Chemistry*, Frank Jensen, John Wiley and Sons, 1999.

Anexo II - Química dos Elementos

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química dos Elementos

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemistry of the Elements

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; PL:15

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Jorge Parola - TP:21; PL:8

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

Luís Branco - TP:21; PL:7

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

No final desta unidade curricular os alunos devem ter adquirido conhecimentos e competências que lhe permitam: compreender e relacionar as propriedades dos elementos representativos da tabela periódica e seus compostos relacionando-os entre si através das propriedades periódicas como configuração eletrónica, energia de ionização, eletroafinidade, raios atômicos, propriedades relacionadas com os elementos combinados como eletronegatividade. Deverão relacionar as tendências dentro de uma família de compostos assim como conhecer a abundância natural e donde se encontram os elementos ou de que compostos são extraídos. Os seus usos na indústria. Os compostos simples tais como hidretos, haletos, óxidos e compostos relacionados, e as suas propriedades de acidez ou basicidade e red-ox. Deverão compreender as propriedades redox e utilizar diagramas de Latimer, Frost e Pourbaix.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this curricular unit the students must have acquired knowledge and skills enabling them to: understand and relate the properties of representative elements of the periodic table and their compounds through their periodic properties such as electronic configuration, ionization energy, atomic radii, electroaffinity. Properties related to the elements combined such as electronegativity. Should relate the trends within a family of compounds, the natural abundance and extraction. Uses. To know the simple compounds: hydrides, halides, oxides and related compounds, and its properties such as acidity or basicity and red-ox properties. The students should understand the red-ox properties and use diagrams of Latimer, Frost and Pourbaix.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Conceitos básicos para compreender a Tabela Periódica e a reatividade dos elementos. Revisões sobre a estrutura atômica: orbitais e configurações eletrónicas. Carga nuclear efetiva. Propriedades periódicas. Ligação química. Estruturas de Lewis. Solubilidade de um sal em água: energia de rede, calor de hidratação, calor de dissolução. A química dos elementos representativos. Hidrogénio. Grupo 1: metais alcalinos. Grupo 2: metais alcalino-terrosos. Grupo 13. Grupo 14. Grupo 15. Grupo 16. Grupo 17 e Grupo 18. Reações redox e representações redox. Revisão de conceitos básicos. Números de oxidação. Pilhas. Tabelas de potenciais. Equação de Nernst. Diagramas de Latimer, Frost e Pourbaix.

9.4.5. Syllabus:

Basic concepts to understand the periodic table and the reactivity of the elements. Revisions about the atomic structure: orbital and electronic configurations. Effective nuclear charge. Periodic properties. Chemical bond. Lewis structures. Solubility of a salt in water. Lattice energy, heat of hydration, heat of dissolution. The chemistry of the representative elements. Hydrogen. Group 1: alkali metals. Group 2: alkaline earth metals. Group 13. Group 14. Group 15. Group 16. Group 17 and 18 Group. Redox reactions and redox representations. Review of basic concepts. Oxidation numbers. Batteries. Potential tables. Nernst equation. Diagrammatic representation of potential data: Latimer, Frost and Pourbaix diagrams.

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

A primeira parte do programa: Conceitos básicos para compreender a Tabela Periódica e a reatividade dos elementos, permite ao aluno conhecer os conceitos elementais e básicos que serão aplicados a cada família de elementos. Os restantes temas incluem os conteúdos necessários e abrangem o conhecimento preciso para dominar a química dos elementos representativos. O hidrogénio dado a sua singularidade e importância e colocado num capítulo aparte seguido dos elementos dos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18. A última parte do programa está dedicada às propriedades redox dos elementos e compostos, numa primeira parte realiza-se uma revisão de conceitos básicos para compreender e interpretar diagramas de Latimer, Frost e Pourbaix.

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

The first part of the program: basic concepts to understand the periodic table and the reactivity of the elements, allows students to meet the basic and elemental concepts which will be applied to each family of elements. The remaining issues include the content required and cover the knowledge it takes to master the chemistry of representative elements. The hydrogen, given its uniqueness and importance is placed into a chapter apart, followed by elements in groups 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 and 18. The last part of the program is dedicated to red-ox properties of elements and compounds, in the first part, a review of basic concepts, is undertaken, to understand and interpret diagrams of Latimer, Frost and Pourbaix.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A aprendizagem é feita com ajuda de apresentações em power-point, feitas nas aulas teórico-práticas, que contêm figuras, tabelas e gráficos e permite um estudo sistemático dos elementos e seus compostos Pretende-se por ao aluno em contacto com uma bibliografia recente e variada da área. Resolver problemas relativos à matéria nas aulas teórico-práticas e a realização dos trabalhos práticos que permitem experimentar e corroborar no laboratório a teoria aprendida e desenvolver no aluno a capacidade de observação e crítica. Ao final do trabalho prático é entregue um questionário com perguntas relativas ao trabalho realizado. A avaliação é feita como média ponderada da nota teórica e nota prática.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Learning is done with help of power point presentations, made on the theoretical-practical classes, which contain figures, tables and graphics and allows a systematic study of the elements and their compounds, it is intended to put the student in contact with a recent and varied bibliography in the area. Solve problems related to the theoretical and

practical classes and achieving the practical work that will allow them to experience and corroborate the theory learned and to develop in the student the ability to comment and criticize. At the end of the practical work is handed a questionnaire with questions relating to the work performed. The assessment is made as a weighted average of the theoretical and practical note.

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

A estruturação das aulas em teórico-práticas e laboratoriais onde os alunos aprendem e aplicam os conceitos teóricos através da resolução de problemas práticos adequados e ajustados a cada conteúdo programático, e realizam trabalhos laboratoriais, permite de uma forma proporcionada e gradual, que os alunos adquiram as competências necessárias ao longo do semestre para obter a aprovação. A duração e a estruturação desta Unidade Curricular enquadra-se dentro do normalmente adotado em unidades curriculares equivalentes de outras Universidades Portuguesas e Europeias. A metodologia de ensino envolve trabalho do docente em aulas teórico práticas e laboratoriais, com a realização de questionários no final do cada trabalho prático e problemas nas aulas teórico-práticas, vários minitests são realizados. Desta forma, é dada particular importância à avaliação contínua que permite que o aluno possa, ao longo do semestre, demonstrar faseadamente as competências adquiridas com o seu trabalho. O aluno deverá no final do semestre ter demonstrado a aquisição de um mínimo de competências para poder obter aprovação.

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

The structuring of the classes in theoretical-practical and laboratory classes where students learn and apply the theoretical concepts by solving practical problems adjusted to each programmatic content, and perform laboratory work, allows a gradual way for the students to acquire the necessary skills throughout the semester to obtain approval. The duration and structure of this curricular unit fit within the normally adopted in equivalent curricular units of other Portuguese and European Universities. The teaching methodology involves teaching work in class and practical classes at the laboratory, with conducting questionnaires at the end of each practical work and theoretical lessons and practical problems, several mini-exams are carried out. In this way, is given particular importance to continuous evaluation which allows the student, throughout the semester, gradually demonstrate skills acquired with their work. The student should, at the end of the semester, to have demonstrated a minimum acquisition of skills in order to obtain approval.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1 - W. Henderson, *Main Group Chemistry*, Royal Society of Chemistry, 2000.

2 - F. A. Cotton, G. Wilkinson, P. L. Gaus, *Basic Inorganic Chemistry*, 3rd ed., Wiley, 1995.

3 - P. Atkins, T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong, S. R. Lippard & Atkins' *Inorganic Chemistry*, 5th ed., Oxford University Press, 2010.

4 - C. E. Housecroft, A. G. Sharpe, *Inorganic Chemistry*, 4th Ed., Pearson Prentice Hall, 2012.

5 - R. Chang, *Química*, 11th ed., McGraw-Hill, 2013.

Anexo II - Química Física I

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Física I

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Physical Chemistry I

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:12; PL:16

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:*<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***César António Tonicha Laia - T:10; TP:4; PL:5***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***João Carlos Lima - T:10; TP:4; PL:5**António Jorge Parola - T:8; TP:4; PL:6***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Tendo a Química-física 1 após a reforma de Bolonha passado para o 2º ano tentou-se um compromisso no que respeita ao ensino da parte da Mecânica Quântica, dando muita ênfase à partícula numa caixa, como paradigma. A simetria funciona como pivô e é estudada com algum detalhe. Serve para os cálculos de orbitais moleculares, assim como para as espectroscopias de infravermelho, Raman e Ultravioleta visível. No fim deste curso os alunos devem ter ficado com a capacidade de entender como os átomos e moléculas interatuam do ponto de vista físico-químico e saber tirar proveito da espectroscopia. Trata-se para os alunos de um novo mundo e por tal este ensino exige do professor uma atenção especial à parte pedagógica.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The Physical-chemistry is given during the 2º year (after the Bologna reform) and thus we had to achieve a compromise regarding the study of the quantum mechanics. We give emphasis to the problem of the particle in a box as a paradigm. The symmetry is a pivot and is studied in some detail. Symmetry is found in molecular orbitals, in UV-visible and UV-Raman spectroscopy. It is a way to give some coherence to the program. At the end the students should understand the world of the physics regarding the interaction of atoms and molecules and profit from the spectroscopy a powerful way of interrogate it; for the students it is a new world of concepts and thus the teacher should take a special care in which regards the pedagogy.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

*Propriedades elétricas das moléculas.
 Conceito fundamentais de Mecânica Quântica.
 Modelos de aplicação (ex: Partícula na Caixa e Oscilador Harmónico).
 Espectroscopia Vibracional (Infravermelho e Raman).
 Teoria de Grupos e Aplicações.
 Espectroscopia Eletrónica dos Átomos e Moléculas pequenas.
 Estrutura e Espectroscopia das Moléculas.
 Interações Moleculares.*

9.4.5. Syllabus:

*Electrical properties of molecules.
 Fundamental concept of quantum mechanics.
 Application models (eg Box Particle and Harmonic Oscillator).
 Vibrational Spectroscopy (Infrared and Raman).
 Group Theory and Applications.
 Electron Spectroscopy of Atoms and Small Molecules.
 Molecular Structure and Spectroscopy.
 Molecular Interactions.*

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

Os conteúdos programáticos tem se ser ministrados de acordo com a formação prévia dos alunos. Uma vez que se trata de uma disciplina do 3º semestre da licenciatura é necessário ter uma grande atenção às ferramentas matemáticas usadas pelos alunos. Os cálculos matemáticos resumem-se ao cálculo diferencial e integral e se são cálculos mais difíceis são fornecidas aos alunos fórmulas de equivalência para simplificar as integrações, por exemplo. A ideia é evitar que os alunos não entendam os conceitos físico-químicos porque não conseguem dominar a matemática. O fato da simetria ser dada com algum detalhe é deliberado porque se pode usar modelos moleculares (fundamental para um químico) para os introduzir na química em geral, e a simetria funciona como um pivô: é usada na partícula numa caixa, nos cálculos de orbitais molecular e na espectroscopia.

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

The syllabus has to be taught according to the previous formation of the students. Since this is a subject of the third semester of the degree, it is necessary to pay close attention to the mathematical tools used by the students. Mathematical calculations boil down to differential and integral calculations and if they are more difficult calculations, students are provided with equivalence formulas to simplify integrations, for example. The idea is to prevent students from not understanding physicochemical concepts because they cannot master mathematics. The fact that symmetry

is given in some detail is deliberate because one can use molecular models (fundamental for a chemist) to introduce them into chemistry in general, and symmetry works like a pivot: it is used in a particle in a box, in orbital calculations. molecular and spectroscopy.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas com acetatos e problemas.

Aulas Práticas com entrega de trabalho ao final de cada prática.

Elaboração de um trabalho de grupo sobre um tema referido pelo Docente e defesa oral.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures with slides and problems

Laboratorial Practices.

Preparation and Discussion of a subject in group working

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

A estruturação das aulas em teóricas, e teórico-práticas onde os alunos aplicam os conceitos teóricos através da resolução de problemas práticos adequados e ajustados a cada conteúdo programático, permite, de uma forma proporcionada e gradual, que os alunos adquiram as competências necessárias ao longo do semestre para obter a aprovação.

A duração e a estruturação desta Unidade Curricular enquadram-se dentro do normalmente adotado em unidades curriculares equivalentes de outras Universidades Portuguesas e Europeias.

A metodologia de ensino envolve trabalho do docente em aulas teóricas e teórico-práticas, com o trabalho autónomo do aluno na elaboração de trabalhos e discussão com a ajuda dos colegas e da equipa docente. Desta forma, é dada particular importância à avaliação contínua que permite que o aluno possa, ao longo do semestre, demonstrar faseadamente as competências adquiridas com o seu trabalho. O aluno deverá no final do semestre ter demonstrado a aquisição de um mínimo de competências para poder obter aprovação.

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

The structuring of theoretical lessons and practical sections where students apply theoretical concepts via solving appropriate and tailored to each syllabus, allows, that students acquire the necessary knowledge and skills throughout the semester for approval.

The length and structure of this unit of study fall within the usually adopted in courses equivalent to other Portuguese and European universities.

The teaching methodology involves work of teaching in lessons of theory and laboratory sections, with independent work of the student in the elaboration and discussion of work with the help of colleagues and team teaching. Thus, it is given particular importance to the ongoing evaluation that allows the student may, at the Throughout the semester, demonstrate skills acquired in stages with their work. The student is expected at the end of the semester have shown acquisition of a minimum of skills to be able to get approved.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Physical Chemistry, Peter Atkins, Oxford Press,

Chemical Applications of Group Theory, Albert Cotton, Wiley-Interscience

Molecular Symmetry and Group Theory, Alan Vincent, Wiley

Molecular Symmetry and Group Theory Robert L. Carter, John Wiley & Sons

Anexo II - Química Física II

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Física II

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Physical Chemistry II

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP:4h; PL:16

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor – TP:42; PL:8***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Ana Isabel Aguiar Ricardo – TP:42; PL:8**Luís Paulo Rebelo – PL:16***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Determinar leis de velocidade, constantes de velocidade e sua dependência da temperatura. Listar métodos para obter um mecanismo plausível e/ou lei de velocidade com base em informação cinética. Aplicar a hipótese de estado estacionário para obter equações cinéticas. Compreender os princípios da dinâmica molecular. Relacionar dinâmica molecular e teoria do estado de transição. Interpretar qualitativamente superfícies de energia potencial.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Determine rate laws, rate constants and its temperature dependence. List the methods for arriving at a plausible mechanism and/or rate law based on kinetic information. Apply the steady-state hypothesis to obtain rate equations. Understand the principles of molecular reaction dynamics. Relate molecular reaction dynamics and transition state theory. Express a qualitative insight in potential energy surfaces.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***1) Química Física de Superfícies**Tensão superficial.**Excesso de concentração superficial.**Variação com a temperatura.**Variação com a composição numa mistura binária.**Determinação experimental.**Adsorção.**Isotérmica de adsorção de Langmuir.**Isotérmica de adsorção de B.E.T.**Outras isotérmicas.**Adsorção química**2) Cinética química**As leis de velocidade de reação.**Dependência com a temperatura: a energia de ativação.**Aproximação de estado estacionário.**Reações em cadeia. Reações fotoquímicas. Reações de polimerização.**3) Dinâmica molecular e catálise**Teoria das colisões.**Teoria do complexo ativado.**Dinâmica das colisões moleculares.**Catálise.***9.4.5. Syllabus:***1) Surface Physical Chemistry**Surface Tension.**Surface concentration excess.**Temperature dependence.**Binary mixture composition dependence.**Experimental determination.**Adsorption.**The Langmuir adsorption isotherm.**The B.E.T. adsorption isotherm.**Other isotherms.**Chemisorption.**2) Chemical Kinetics**Rate laws.**Temperature dependence: the activation energy.**Steady-state approximation.**Complex reactions. Chain reactions. Photochemical reactions. Polymerization reactions. Oscillating reactions.*

3) Molecular reaction dynamics and catalysis

Collision theory.

Activated complex theory.

Dynamics of molecular collisions.

Catalysis.

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

Este curso aborda as Propriedades Físico-químicas de superfícies, Cinética Química (reações complexas) e Dinâmicas molecular e catálise, fornecendo, simultaneamente, fundamentos matemáticos e físicos para estes assuntos e preparação para a resolução de casos de estudo selecionados na fronteira com a engenharia. Começa-se com a aplicação da energia de Gibbs ao estudo das propriedades de superfícies líquidas e sólidas. É estudada a cinética de reações químicas e como a sua forma pode fornecer informação sobre possíveis mecanismos de reação. Discutem-se modelos que descrevem a dinâmica de reação química, a dinâmica de colisão e cinética microscópicas, tanto no gás ou fase líquida a nível avançado.

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

This course covers the Properties of Surfaces and Chemical Kinetics including complex reactions and Molecular Reaction Dynamics, concurrently providing mathematical and physical foundations for these subjects and preparation for solving selected case studies at the borderline with engineering. First it extends the application of Gibbs energy to study the properties of liquid and solid surfaces. Later on the rates of chemical reactions are studied and how its form can provide insight to possible reaction mechanisms. Next we discuss macro- and microscopic models that describe chemical reaction dynamics, collision dynamics and microscopic kinetics in both the gas and liquid phase on an advanced level.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

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

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is organized into lectures including problem-solving sessions (TP, 42h) and lab sessions (P, 16h). Fundamentals are explained during the lectures, using data show and challenging the students to solve and think about new problems. Two P sessions (8h) are also problem-solving sessions and follow the method of directed study, the other Lab sessions, can be achieved by following two methods: (I) 4 Lab sessions delivering mini-report with calculations and a full report to the choice, (II) the student carries 2 Lab sessions and will conduct a mini-research project and make a full report. It is provided access to a page – Moodle - containing all course material and related information. Theory mark: average of 2 mid-term tests or final exam. Minimum theory mark: 9,5 val. Final mark: (I) 0,70 theory mark + 0,30 lab mark (Grade of report and discussion); (II) 0,50 theory mark + 0,50 lab mark (Grade of report and discussion). (All the lab sessions are compulsive).

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

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

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

"Physical Chemistry", Peter Atkins, Julio de Paula, and James Keeler, 11th edition, 2018, Oxford University Press.
"Chemical Kinetics and Dynamics", J.I. Steinfeld, J.S. Francisco, W.L.Hase, 1999, Prentice Hall
"Cinética Química", João Sotomayor, 2003, Lidel-edições técnicas, Lisboa.
"Adsorption by Powders and porous solids", F. Rouquerol, J. Rouquerol, K Sing, 1999, Academic Press.
"Physical Chemistry, a molecular approach", D.A. McQuarrie, J.D. Simon, 1997, U. Science Books
"Physical Chemistry of Surfaces", 6th ed. , Arthur W. Adamson & Alice P. Gast, John Wiley & Sons, 1997, NY.
"Surfaces", Gary Attard and Colin Barnes, 2004, Oxford University Press, NY.

Anexo II - Química Inorgânica I

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Inorgânica I

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Inorganic Chemistry I

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP:42; PL:12

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Carlos Lodeiro - TP:14; PL:4

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

César Laia - TP:14; PL:4

Elisabete Oliveira - TP:14; PL:4

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

1.-Os objetivos principais da aprendizagem na disciplina de Química Inorgânica é conseguir que os alunos compreendam e dominem os fundamentos da Química dos Metais de Transição que servem de base à compreensão do mundo e dos materiais que nos rodeia.
2.-Um objetivo crucial é o desenvolvimento de capacidades em resolução de problemas quer qualitativa quer quantitativamente e de elaboração de trabalhos de investigação e pesquisa.
3.- Igualmente importante é a aprendizagem de boas práticas laboratoriais, executar experiências, interpretar resultados experimentais e tirar conclusões.
4.-Os objetivos mais específicos a conseguir neste curso incluem o desenvolvimento de conceitos que permitam interpretar: a distribuição eletrónica num átomo metálico; as teorias da formação da ligação química de coordenação; Tipos de ligandos químicos. Teoria do Campo Cristalino, Estrutura em materiais complexos. Propriedades de oxidação e redução.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The principal objective of Inorganic Chemistry I is to provide the fundamental scientific background and practical training in Chemistry of the Transition Elements, which are the basis for the understanding of the materials around us. More specific objectives to achieve include the development of concepts that interpret: the electronic distribution in a metal atom; theories of the formation of chemical bonding of coordination, types of chemical ligands. Crystal Field Theory, Structure in complex materials. Properties of REDOX.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Tema 1.- Definições - composto de coordenação, elemento central, ligando, número e esfera de coordenação. Tipos de ligandos. Regras de nomenclatura dos compostos de coordenação.

Tema 2.- Afinidade de metais para ligandos. Classificação de HSAB. Estabilidade de compostos de coordenação. Efeito de quelação. Números de coordenação mais prováveis em compostos de coordenação. Isomeria.

Tema 3.- Teorias de ligação química em compostos de coordenação; Teoria do Enlace de Valência; Teoria do Campo Cristalino.

Tema 4.- Interpretação de propriedades magnéticas, espectros eletrónicos e propriedades termodinâmicas.

Tema 5.- Diagramas de Orgel e Tanabe-Sugano. Propriedades de oxidação-redução de metais de transição, série eletroquímica de metais;

Tema 6.- Reatividade em Complexos Metálicos.

9.4.5. Syllabus:

Definitions - coordination compound, central element, binding, number and coordination sphere. Affinity ligands for metals. Rating HSAB. Stability of coordination compounds.

Theories of chemical bonding in coordination compounds; Valence Bond Theory, Crystal Field Theory. Interpretation of magnetic properties, electronic spectra and thermodynamic properties. Reactivity in Metal Complexes.

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

Os seis blocos de temas abrangem todo o conhecimento preciso para dominar as bases da Química Inorgânica de Metais de Transição e mais específica da Química de Coordenação. Desde o bloco 1 onde se discute e ensina conceitos básicos de estrutura atômica, conceitos de complexo ou composto de coordenação, o bloco 2 as bases da teoria da afinidade química HSAB, no bloco 3 teorias de ligação química em coordenação, No bloco 4 propriedades magnéticas, eletrónicas e termodinâmicas, no bloco 5 o equilíbrio químico e as constantes de equilíbrio, e no bloco 6 propriedades de oxidação e redução, equação de Nernst, diagramas REDOX.

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

The six blocks cover all the topics need it to master the basics of inorganic chemistry of metals Transition ions, and more specifically the coordination chemistry. Since the basics of atomic structure, concepts of complex or coordination compounds to magnetic, oxidation-reduction, electronic and thermodynamic properties.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas Teóricas com acetatos e problemas.

Aulas Teórico Práticas de Problemas.

Aulas Práticas com entrega de trabalho ao final de cada prática.

Elaboração de um trabalho individual sobre um tema referido pelo Docente. Formato Poster

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures with problems

Theory-Practical Lectures with exercises.

Laboratorial Practices.

Preparation and Discussion of a subject in individual working.

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

A estruturação das aulas em teóricas ou teórico-práticas onde os alunos aplicam os conceitos teóricos através da resolução de problemas práticos adequados e ajustados a cada conteúdo programático, permite, de uma forma proporcionada e gradual, que os alunos adquiram as competências necessárias ao longo do semestre para obter a aprovação.

A duração e a estruturação desta Unidade Curricular enquadram-se dentro do normalmente adotado em unidades curriculares equivalentes de outras Universidades Portuguesas e Europeias.

A metodologia de ensino envolve trabalho do docente em aulas teóricas e teórico-práticas, com o trabalho autónomo do aluno na elaboração de trabalhos e discussão com a ajuda dos colegas e da equipa docente. Desta forma, é dada particular importância à avaliação contínua que permite que o aluno possa, ao longo do semestre, demonstrar faseadamente as competências adquiridas com o seu trabalho. O aluno deverá no final do semestre ter demonstrado a aquisição de um mínimo de competências para poder obter aprovação.

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

The structuring of theoretical lessons and practical sections where students apply theoretical concepts via solving appropriate and tailored to each syllabus, allows, that students acquire the necessary knowledge and skills throughout the semester for approval.

The length and structure of this unit of study fall within the usually adopted in courses equivalent to other Portuguese and European universities.

The teaching methodology involves work of teaching in lessons of theory and laboratory sections, with independent work of the student in the elaboration and discussion of work with the help of colleagues and team teaching. Thus, it is given particular importance to the ongoing evaluation that allows the student may, at the Throughout the semester, demonstrate skills acquired in stages with their work. The student is expected at the end of the semester have shown acquisition of a minimum of skills to be able to get approved.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

- "Inorganic Chemistry", D.F. Shriver, P.W. Atkins, Oxford 5th Edition. 2010.
- "Inorganic Chemistry" C. E. Housecroft and A.G. Sharpe. Pearson. Prentice Hall. 3rd Edition. 2008.
- "Inorganic Chemistry, Principles of Structure and Reactivity" J.E. Huheey, E.A. Keiter and RL Keiter, Harper Collins, 4th Edition, 1993.
- "Inorganic Chemistry", K. F. Purcell and J. C. Kotz, Holt-Saunders International Edition. N.Y. 1977
- "Chemistry of the Elements", A. Earnshaw and N.N. Greenwood, Butterworth-Heinemann, 2nd Edition, 1997
- "Basic Inorganic Chemistry", F. A Cotton, G. Wilkinson and P.L. Gaus, John Wiley and Sons, N.Y. 3rd edition. 1995.
- "Química Inorgânica Básica", Ana M.V. Cavaleiro, Universidade de Aveiro, 3ª edição, 2004.

Anexo II - Química Inorgânica II**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:***Química Inorgânica II***9.4.1.1. Title of curricular unit:***Inorganic Chemistry II***9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:**

Q

9.4.1.3. Duração:*Semestral / Semester***9.4.1.4. Horas de trabalho:**

84

9.4.1.5. Horas de contacto:*TP:21; PL:9***9.4.1.6. ECTS:**

3

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Luís Branco - TP:11; PL:5***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Jorge Parola - TP:10; PL:4***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

No final desta unidade curricular os alunos devem ter adquirido conhecimentos e competências que lhe permitam compreender e relacionar as propriedades dos compostos organometálicos. Compreender as diferenças entre estes compostos e os compostos de coordenação clássicos. Saber e compreender os diferentes tipos de ligação metal-carbono: ligação metal-carbono sigma e ligação metal-carbono pi. A regra dos 18 e 16 eletrões. Fazer cálculos para determinar o número de eletrões em compostos organometálicos. Conhecer os diferentes tipos de ligandos e o tipo de ligação ao metal central. Conhecer as aplicações destes compostos fundamentalmente na catálise homogénea, conhecer reações catalisadas de grande importância industrial e os mecanismos através dos quais ocorrem.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this curricular unit the students must have acquired knowledge and skills enabling them to: understand and relate the properties of organometallic compounds. Understand the differences between these compounds and classical coordination compounds. Know and understand the different types of metal-carbon bond: sigma metal-carbon bond and pi metal-carbon bond. The rule of 18 and 16 electrons. Perform calculations to determine the number of electrons in organometallic compounds. Learn about the different types of ligands and the type of bond to the central metal. Meet the applications of these compounds mainly in homogeneous catalysis, meet catalyzed reactions of great industrial importance and the mechanisms through which occur.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Compostos organometálicos: Definição; Ligação metal-carbono sigma; Ligação metal-carbono pi; Perspetiva histórica; Regra dos 18 eletrões e 16 eletrões; Nomenclatura; Complexos com metais de transição; Ligandos sigma; Ligandos sigma doadores e pi-aceitadores; Carbonilos metálicos; Ligandos fosfina; Complexos isocianetos; Compostos com diazoto e monóxido de azoto; Compostos hidretos; Compostos de dihidrogenio; Ligandos sigma, pi-doadores e pi-aceitadores; Ligandos alqueno; Modelo Chatt-Deward-Duncanson; Ligando butadieno e ciclobutadieno; Ligando benzeno; Ligando alilo; Ligando ciclopentadienilo; compostos metalocenos; Ligandos ciclo-heptatrieno e ciclo-heptatrienilo; Aplicações de compostos metalocenos; Catálise organometálica em síntese e catálise; Definição de catalisador; Reações catalisadas.

9.4.5. Syllabus:

Organometallic compounds: definition; Metal-carbon sigma bond; Metal-carbon pi bond; Historical perspective; Rule of 18 and 16 electrons; Nomenclature; Complexes with transition metals; Sigma ligands; Ligands sigma donors and pi-acceptors; Metal carbonyls; Phosphine ligands; Isocyanates complexes; Dinitrogen compounds and nitrous oxide compounds; Hydrides; Dihydrogen compounds; Ligands sigma donors, pi-acceptors and pi-donors; Alkene ligands; Chatt-Duncanson-Deward Model; Ligands butadiene and Cyclobutadiene; Benzene; Allyl; Cyclopentadienyl; metallocenes compounds; Ligands cycloheptatrien and cicloheptatrienilo; Applications of metallocenes compounds; Organometallic catalysis in synthesis and catalysis; Definition of catalyst; Catalyzed reactions.

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

O programa da cadeira pretende introduzir ao aluno na área da química organometálica, uma área muito importante da química inorgânica que está estreitamente relacionada com a química orgânica e a catálise homogénea. A primeira parte do programa introduz ao aluno na definição de composto organometálico a sua perspetiva histórica e os diferentes tipos de ligação metal-carbono, a regra dos 16 e 18 eletrões e a nomenclatura. Depois é feito um recorrido pelos diferentes tipos de ligandos considerando diferentes metais de transição, e representativos. A última parte do programa está dedicada à aplicação dos compostos organometálicos como catalisadores em reações de catálise homogénea e são descritos processos de grande importância industrial focando nos mecanismos reacionais e reatividade.

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

The program intends to introduce the student in the area of Organometallic Chemistry, a very important area of inorganic chemistry that is closely related to organic chemistry and homogeneous catalysis. The first part of the program the introduce the student in the definition of organometallic compound its historical perspective and the different types of metal-carbon bond, 16 and 18 electron rule and nomenclature. After that a tour is made for the different types of ligands considering different transition and representative metals. The last part of the program is devoted to application of organometallic compounds as catalysts in reactions of homogeneous catalyzed processes, reactions of great importance in industry are described, focusing on the mechanisms and the reactivity of organometallic compounds.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A aprendizagem é feita com ajuda de apresentações em power-point, feitas nas aulas teórico-práticas, que contêm figuras, tabelas e gráficos e permite um estudo sistemático dos compostos organometálicos e as suas aplicações em catálise homogénea. Pretende-se por ao aluno em contacto com uma bibliografia recente e variada da área. Resolver problemas relativos à matéria nas aulas teórico-práticas e a realização dos trabalhos práticos que permitem experimentar e corroborar no laboratório a teoria aprendida e desenvolver no aluno a capacidade de observação e crítica. Ao final do trabalho prático é entregue um questionário com perguntas relativas ao trabalho realizado. A avaliação é feita como média ponderada da nota teórica e nota prática.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Learning is done with help of power point presentations, made on the TP classes, which contain figures, tables and graphics and allows a systematic study of the organometallic compounds and their application to homogeneous catalysis, it is intended to put the student in contact with a recent bibliography in the area. Solve problems related to the theoretical and practical classes and achieving the practical work that will allow them to experience and corroborate the theory learned and to develop in the student the ability to comment and criticize. At the end of the practical work is handed a questionnaire with questions relating to the work performed. The assessment is made as a weighted average of the theoretical and practical note.

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

A estruturação das aulas em teórico-práticas e laboratoriais onde os alunos aprendem e aplicam os conceitos teóricos através da resolução de problemas práticos adequados e ajustados a cada conteúdo programático, e realizam trabalhos laboratoriais, permite de uma forma proporcionada e gradual, que os alunos adquiram as competências necessárias ao longo do semestre para obter a aprovação. A metodologia de ensino envolve trabalho do docente em aulas teórico práticas e laboratoriais, com a realização de questionários no final do cada trabalho prático e problemas nas aulas teórico-práticas, vários minitestes são realizados. Desta forma, é dada particular importância à avaliação contínua que permite que o aluno possa, ao longo do semestre, demonstrar faseadamente as competências adquiridas com o seu trabalho. O aluno deverá no final do semestre ter demonstrado a aquisição de um mínimo de competências para poder obter aprovação.

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

The structuring of the classes in theoretical-practical and laboratory classes where students learn and apply the theoretical concepts by solving practical problems adjusted to each programmatic content, and perform laboratory work, allows a gradual way for the students to acquire the necessary skills throughout the semester to obtain approval. The teaching methodology involves teaching work in class and practical classes at the laboratory, with conducting questionnaires at the end of each practical work and theoretical lessons and practical problems, several mini-exams are carried out. In this way, is given particular importance to continuous evaluation which allows the student, throughout the semester, gradually demonstrate skills acquired with their work. The student should, at the end of the semester, to have demonstrated a minimum acquisition of skills in order to obtain approval.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Inorganic Chemistry Peter Atkins, Tina Overton, Jonathan Rourke, Mark Weller, and Fraser Armstrong, 5th Edition 2009
 “Inorganic Chemistry” C. E. Housecroft and A.G. Sharpe. Pearson. Prentice Hall. 4th Edition. 2012.
 “Organometallics” Christophe Elschenbroich, Wiley-VCH, 5th Edition, 2006
 “Organometallic Chemistry of the Transition Metals. Robert H Crabtree, John Wiley and Sons Ltd. 5th Edition, 2009
 “Organometallics 1 and 2” M. Bochmann, Oxford Chemistry Primers, 1994*

Anexo II - Químio-Informática**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Químio-Informática

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemoinformatics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

84

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

9.4.1.6. ECTS:

3

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

João M. Aires de Sousa – TP:28

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

<sem resposta>

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

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

- 1. Aplicar as principais estratégias para representação computacional de estruturas moleculares e reações químicas.*
- 2. Representar aspetos específicos da estrutura molecular por descritores moleculares.*
- 3. Utilizar técnicas de aprendizagem automática.*
- 4. Aplicar a metodologia QSAR/QSPR – relações quantitativas estrutura-atividade e estrutura-propriedade.*
- 5. Aceder à literatura de Químio-informática.*

Competências transversais:

- Multidisciplinaridade (ex. em estudos de QSAR).*

- *Competências transferíveis de TI.*
- *Competências para trabalhar numa equipa.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

By the end of the course, students will be able to

1. *Apply the main strategies to represent molecular structures and chemical reactions.*
2. *Represent specific aspects of molecular structure by molecular descriptors.*
3. *Apply machine learning techniques.*
4. *Apply the QSAR/QSPR methodology.*
5. *Access the Chemoinformatics literature.*

Soft skills:

- *Multidisciplinary skills, e.g. in QSAR studies.*
- *Transferable competences in IT.*
- *Team skills.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1. *Representação de estruturas moleculares: notações lineares, grafos moleculares, tabela de conectividade, chaves estruturais, hashed fingerprints e hash codes.*
2. *Representação de reações químicas.*
3. *Descritores moleculares.*
4. *Métodos para previsão de propriedades (QSPR/QSAR): regressões lineares, árvores de decisão e redes neuronais.*

9.4.5. Syllabus:

1. *Representation of molecular structures: linear notations, molecular graphs, connectivity tables, structural keys, hashed fingerprints and hash codes.*
2. *Representation of chemical reactions.*
3. *Molecular descriptors.*
4. *Data analysis and property prediction (QSPR/QSAR): multilinear regressions, decision trees and neural networks.*

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

Os capítulos 1 e 2 cobrem os objetivos de aprender as principais estratégias para a representação computacional de estruturas moleculares e reações químicas.

O capítulo 3 cobre o objetivo de aprender a representar aspetos específicos da estrutura molecular por descritores moleculares.

O capítulo 4 cobre os objetivos de aprender a utilizar técnicas de aprendizagem automática para a metodologia QSAR/QSPR – relações quantitativas estrutura-atividade e estrutura-propriedade.

Nos vários capítulos os alunos são expostos a problemas de interpretação de artigos científicos, com que são treinados no acesso à literatura da especialidade.

O carácter computacional da maioria das atividade de aplicação, com a utilização necessária de variado software, visa também o desenvolvimento de competências de TI.

A utilização da metodologia pedagógica Team-Based Learning desenvolve capacidades de trabalho em equipa.

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

Modules 1-2 cover the learning outcomes related to the representation of molecular structures and chemical reactions.

Module 3 covers the learning outcomes related to the representation of specific aspects of molecular structure by molecular descriptors.

Module 4 covers the learning outcomes related to the application of machine learning techniques and the QSAR/QSPR methodology.

The whole course is permeated by activities in which students are required to interpret scientific articles, being trained in the access to the Chemoinformatics literature.

The computational nature of most activities also aims at developing IT skills.

The use of Team-Based Learning as the pedagogical method develops team work skills.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

A disciplina utiliza a metodologia de Aprendizagem Baseada em Equipas (Team-Based Learning, TBL, <http://www.teambasedlearning.org>).

O curso é organizado em 4 blocos de matéria. Antes de cada bloco, o professor indica aos alunos a matéria a estudar. Antes da primeira aula de um bloco, cada aluno resolve individualmente um Teste para Garantir a Preparação (TGPI). As aulas de um bloco começam com a resolução em equipa do mesmo teste – TGPe. Após o TGPe, o Professor faz uma “mini aula teórica”.

Nas outras aulas do bloco, as equipas realizam tarefas de aplicação.

Avaliação:

Atividades das aulas (60%) e teste/exame (40%).

Notas mínimas: 8 valores de aulas e 10 valores no teste/exame.

Atividades das aulas=média TGPI (50%) e resultados da equipa (25% TGPs, 75% atividades de aplicação). Ajuste com avaliação dos colegas.

A nota TP (teste ou exame) pode ser melhorada nas épocas definidas pela Faculdade.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

This course uses Team-Based Learning, TBL, <http://www.teambasedlearning.org> .

The unit is organised in 4 modules. Before each module, students are provided with the learning material. Before the first class of each module, each student must answer an individual test (Readiness Assurance Test). The same test is answered by teams in class, followed by a mini-lecture.

In the other classes of the module, teams are challenged with application activities.

Evaluation:

Class evaluation: 60%, Final test/exam: 40%

Minimum marks: 8/20 in class, 10/20 in final test/exam.

Mark for class activities=average of individual TGPI tests (50%) and team results (25% tests, 75% activities). Mark corrected by peer evaluation.

Students have access to exams to improve the TP mark (the final test).

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

O objetivo de treinar os alunos na aproximação a problemas reais com metodologias computacionais, assim como a habitual diversidade de alunos no que respeita a competências prévias (em Química e em computadores) recomenda particularmente a metodologia de Team-Based Learning. Este método foca-se na aplicação de conceitos e permite enquadrar variadas experiências anteriores.

O processo de garantir a preparação dos conceitos (TGPI e TGPe) motiva os alunos para (e permite avaliar) o estudo e a preparação individual realizados antes de cada unidade de matéria. Permitem também que o tratamento dos assuntos no tempo de aula aconteça de forma ativa por parte dos alunos, depois de já terem refletido sobre eles. As atividades de aplicação permitem otimizar a utilização do tempo de aula, maximizando a oportunidade de aplicação de conceitos em situações estimulantes.

A avaliação contínua das várias atividades e a avaliação inter-pares dentro de cada equipa permite fornecer a cada aluno uma monitorização do seu desempenho.

O exame final exige um reforço da aprendizagem pela revisão dos conceitos aprendidos ao longo do curso e permite certificar competências.

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

The objective of enabling students to approach real problems with computational methodologies, as well as the expected diversity of the students background (concerning computers and chemistry) particularly recommend a Team-Based Learning approach. The TBL method focuses on the application of concepts, and provides the framework to incorporate a diversity of previous experiences.

The Readiness Assurance process motivates students for the individual study and preparation before class, and evaluates that effort. It also promotes the active participation of students in the class time, after a first contact and exploration of the main concepts.

Application activities enable to optimize the use of class time, maximizing the opportunities to apply the concepts in challenging situations.

The continuous evaluation of all the activities, as well as the peer evaluation within teams, provide each student feedback concerning his/her development.

The final exam stimulates the reinforcement of learning, by revising concepts learned along the course, and enables to certify competences.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. Chemoinformatics - a Textbook, Gasteiger, J. Engel, T., Eds.; Wiley-VCH: Weinheim, 2003.

2. Leach, A. R.; Gillet, V. J. An Introduction to Chemoinformatics, 2nd ed.; Springer: Dordrecht, 2007.

3. Short texts, tutorials, solved problems, made available via the Moodle system.

4. Applied Chemoinformatics: Achievements and Future Opportunities, Engel, T. Gasteiger, J. , Eds.; Wiley-VCH: Weinheim, 2018.

Anexo II - Química Orgânica I**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Química Orgânica I

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Organic Chemistry I

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:*TP:35; PL:21***9.4.1.6. ECTS:**

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Paula Cristina de Sério Branco - TP:35; PL:21***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

<sem resposta>

9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):*Formação de base em Química Orgânica***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***Basic background in Organic Chemistry***9.4.5. Conteúdos programáticos:***1. Estruturas de compostos orgânicos**Grupos funcionais. Nomenclatura. Fluxo eletrónico e reatividade. Bases, ácidos, nucleófilos e eletrófilos.**2. Química do grupo carbonilo**Reações de adição nucleofílica direta ao grupo carbonilo. Deslocalização e conjugação. Equilíbrio químico. Perfis reacionais. Controlo cinético e termodinâmico de uma reação.**3. Estereoquímica**Isomeria estrutural e estereoisomeria. Quiralidade. Regras CIP. Atividade ótica. Racemização. Resolução de misturas racémicas.**4. Análise conformacional**Conformação vs configuração. Conformação de compostos saturados e insaturados lineares e cíclicos.***9.4.5. Syllabus:***1. Organic compound structures**Functional groups. Nomenclature. Electronic flow and reactivity. Bases, acids, nucleophiles and electrophiles.**2. Carbonyl group chemistry**Direct nucleophilic addition reactions to the carbonyl group. Delocalization and conjugation. Chemical equilibrium.**Reaction Profiles. Kinetic and thermodynamic control of a reaction.**3. Stereochemistry**Structural isomer and stereoisomer. Chirality. CIP Rules. Optical activity. Racemization. Resolution of racemic mixtures**4. Conformational analysis**Conformation vs Configuration. Conformation of linear and cyclic saturated and unsaturated compounds.***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**

O objetivo desta UC é introduzir o estudante no domínio da Química orgânica e a sua importância na indústria e na sociedade. São inicialmente apresentadas as estruturas, a forma como orbitais atômicas promovem a formação de moléculas. São apresentados vários grupos funcionais, nomenclatura e propriedades físico-químicas de moléculas orgânicas. Os estudantes são subseqüentemente introduzidos no conceito da reação química considerando fluxos eletrónicos e reatividade bem como ao controlo cinético e termodinâmico de uma reação (conceito de intermediário e de estado de transição numa reação química e energia de ativação). Um grupo funcional importante é enfatizado: o grupo carbonilo, a sua estrutura eletrónica, reações, bem como reações em sistemas conjugados incluindo o grupo carbonilo. Finalmente são introduzidos os conceitos de estereoquímica e análise conformacional.

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

The aim of this course is to introduce the student in the field of organic chemistry and its importance in industry and society. Structures are presented. Atomic orbitals and molecules formation. Various functional classification and physical-chemical properties of organic molecules groups are presented. The students are then introduced in the concept of chemical reaction considering reactivity and electronic flows as well as kinetic and thermodynamic control of a reaction (the concept of intermediate and transition state of a chemical reaction and activation energy). An important functional group is emphasized: the carbonyl group, its electronic structure, reactions and reactions in

conjugated systems including the carbonyl group. Finally, we introduced the concepts of stereochemistry and conformational analysis.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Aulas presenciais lecionadas com o apoio de data show ou no quadro envolvendo uma grande interatividade aluno-professor. Aulas práticas laboratoriais relacionadas com os temas das aulas teóricas.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Lectures using modern multimedia techniques. A dynamic interaction student-tutor is established. Laboratory classes are carried out in an adequately equipped laboratory.

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

As aulas teóricas decorrem com uma exposição oral da matéria, acompanhada por exemplos que permitem uma melhor apreensão dos conceitos teóricos. Aos alunos são fornecidas séries de problemas que são resolvidas fora do contexto da aula e são posteriormente desenvolvidas em aula. No que respeita às aulas práticas, pretende-se que os alunos apliquem alguns dos conceitos introduzidos nas aulas teóricas e participem e construtivamente em grupos de trabalho.

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

The lectures take place with a presentation of the subject, followed by examples that allow a better understanding of theoretical concepts. Students are provided with series of problems that are solved outside the classroom context and further developed in class. Regarding practical classes, it is intended that students apply some of the concepts introduced in the lectures and participate constructively in working groups.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*Clayden, J., Greeves, N., Warren, S. and Wothers, P., "Organic Chemistry", Oxford University Press 2^o Ed, 2012
Santos, P. P., "Química Orgânica volume I", IST Press, 1^a edição, 2011.
Volhardt, K.; Schore, N.E. "Organic Chemistry", W.H. Freeman & Co., 3^a Ed., 1999*

Anexo II - Química Orgânica II

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Química Orgânica II

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Organic Chemistry II

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:28; TP:12; PL:16

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Maria Manuela Marques Araújo Pereira - TT:28; TP:12; PL:16

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

<sem resposta>

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

No final desta unidade curricular é esperado que os estudantes consigam:

Usar dados espectroscópicos entre outros para identificar um composto orgânico simples.

Identificar e interconverter as conformações de compostos orgânicos e as suas estabilidades relativas.

Escrever mecanismos de substituição nucleofílica e eletrófila alifática e aromática. Identificar as condições que permitem a ocorrência destes mecanismos e as suas consequências na estrutura dos produtos formados.

Conhecer as condições em que são previsíveis os mecanismos de eliminação em compostos orgânicos saturados.

Escrever os principais mecanismos e os produtos formados em cada caso.

Identificar os compostos insaturados como nucleófilos.

Compreender e conhecer os mecanismos de reação em que elétrons em nuvens “pi” funcionam como nucleófilos

Compreender o significado físico do equilíbrio tautomérico e as suas implicações nos mecanismos de reações envolvendo compostos carbonílicos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end of this course students are expected to be able to:

To use spectroscopic data and others to identify a simple organic compound. To interconvert conformations and identify organic compounds and their relative stabilities. To write mechanisms for nucleophilic substitution and electrophilic aliphatic and aromatic. To identify the conditions that allow the occurrence of these mechanisms and their consequences on the structure of the products formed. To know the conditions under which elimination mechanisms are predictable. To write the main mechanisms and products formed in each case. Identify unsaturated compounds as nucleophiles. To understand the physical meaning of the tautomeric equilibrium and its implications in the mechanisms of reactions involving carbonyl compounds.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

O espectro eletromagnético. Tipos de espectroscopia. Espectroscopias de 1H-RMN, IV e UV-Vis. Espectrometria de massa. Exemplos de aplicação.

Análise conformacional. Conformação vs. Configuração. Conformação de compostos saturados e insaturados lineares e cíclicos.

Reações de Substituição Nucleofílica em carbono saturado. Substituição nucleofílica alifática: Mecanismos SN1 e SN2.

Reações de Eliminação. Mecanismos E1 e E2. Substituição versus eliminação. Mecanismo E1cb.

Compostos Insaturados como nucleófilos. Adição eletrofílica. Adição eletrofílica a dienos conjugados. Cicloadição.

Reação de Diels-Alder.

Formação e reações de enóis e enolatos. Tautomerismo. Formação e reação de enóis e enolatos. Condensação aldólica.

Reatividade de compostos aromáticos. Reações de substituição eletrofílica aromática. Reações de substituição nucleofílica aromática. Mecanismos de adição-eliminação e eliminação-adição. Sais de diazónio.

9.4.5. Syllabus:

The electromagnetic spectrum. Kinds of spectroscopy. 1H-NMR spectroscopy, IR and UV-Vis. Mass spectrometry. Application examples.

Conformational analysis. Conformation vs. Configuration. Conformation of linear and cyclic.

Saturated and unsaturated compounds.

Nucleophilic substitution reactions on saturated carbon. Nucleophilic aliphatic substitution: SN1 and SN2 mechanisms.

Elimination reactions. Mechanisms E1 and E2. Substitution versus elimination. Mechanism E1cb.

Unsaturated compounds as nucleophiles. Electrophilic addition. Electrophilic addition to conjugated dienes.

Cycloaddition. Diels-Alder reaction.

Formation and reactions of enols and enolates. Tautomerism. The aldol reaction.

Reactivity of aromatic compounds. Electrophilic aromatic substitution reactions. Nucleophilic aromatic substitution reactions. Mechanisms of addition-elimination and elimination-addition. Diazonium salts.

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

O capítulo 1 é dedicado à espectroscopia e espectrometria de massa. Cobre-se assim o primeiro objetivo enunciado.

O capítulo 2 é dedicado à análise conformacional, cobrindo o segundo objetivo enunciado.

Os capítulos 3 e 7 são dedicados aos vários tipos de reações de substituição cobrindo o terceiro objetivo enunciado.

O quarto objetivo é coberto pelo capítulo 4 enquanto o capítulo 5 sobre reações de eliminação cobre os quinto e sexto objetivos do programa.

O capítulo 6 que aborda o tautomerismo e as suas consequências na reatividade de compostos carbonílicos cobre o sétimo objetivo da UC.

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

Chapter 1 is devoted to the spectroscopy and mass spectrometry. Covering the first objective stated.

Chapter 2 is devoted to the conformational analysis, covering the second stated objective.

Chapters 3 and 7 are devoted to various types of substitution reactions covering the third objective stated.

The fourth objective is covered by Chapter 4 while Chapter 5 on elimination reactions covers the fifth and sixth goals of the program.

Chapter 6, which addresses the tautomerism and its consequences in the reactivity of carbonyl compounds, covers the seventh goal of the course.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, com o apoio adicional nas aulas Teórico-práticas e horários de atendimento, caso seja necessário. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/ minitestes /exames).

As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teóricas através da análise e discussão de problemas-tipo; nas aulas teórico-práticas através da resolução de problemas com apoio do docente; nas aulas práticas laboratoriais através realização autónoma das reações químicas estudadas. A avaliação destas competências é assegurada durante a execução dos trabalhos de laboratório e pela elaboração de um relatório escrito. A frequência pretende assegurar que os estudantes acompanham a matéria.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lectures, with additional support problems classes and opening hours, if necessary. The acquisition of knowledge is assessed in written tests (tests / mini-tests / exams).

The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: in lectures through analysis and discussion-type problems, in practical classes by solving problems with teacher support; in laboratory classes through autonomous realization of chemical reactions studied. The assessment of these skills is maintained during the execution of laboratory work and the preparation of a written report.

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

O capítulo 1 é dedicado à espectroscopia e espectrometria de massa. Cobre-se assim o primeiro objetivo enunciado.

O capítulo 2 é dedicado à análise conformacional, cobrindo o segundo objetivo enunciado.

Os capítulos 3 e 7 são dedicados aos vários tipos de reações de substituição cobrindo o terceiro objetivo enunciado.

O quarto objetivo é coberto pelo capítulo 4 enquanto o capítulo 5 sobre reações de eliminação cobre os quinto e sexto objetivos do programa.

O capítulo 6 que aborda o tautomerismo e as suas consequências na reatividade de compostos carbonílicos cobre o sétimo objetivo da UC.

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

Chapter 1 is devoted to the spectroscopy and mass spectrometry. Covering the first objective stated.

Chapter 2 is devoted to the conformational analysis, covering the second stated objective.

Chapters 3 and 7 are devoted to various types of substitution reactions covering the third objective stated.

The fourth objective is covered by Chapter 4 while Chapter 5 on elimination reactions covers the fifth and sixth goals of the program.

Chapter 6, which addresses the tautomerism and its consequences in the reactivity of carbonyl compounds covers the seventh goal of the course.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Silverstein, R. M.; Bassler, G. C.; Morrill, T. C. "Spectrometric Identification of Organic Compounds" 5th edition, John Wiley and Sons, 1991.

Clayden, J.; Greeves, N.; Warren, S.; Wothers, P. "Organic Chemistry", Oxford University Press, 2nd Ed., 2012.

Santos, P. P., "Química Orgânica volume I e II", IST Press, 1ª edição, 2011.

March, J. "Advanced Organic Chemistry", Wiley Interscience, 6ª Ed., 2007.

Anexo II - Síntese Orgânica**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Síntese Orgânica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Organic Synthesis

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:35; PL:20

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*Paula Cristina de Sério Branco - T:35***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Maria Manuela Pereira - PL:20**Luísa Maria Pinto Ferreira - T:35***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Compreender os conceitos fundamentais subjacentes ao planeamento estratégico e eficiente de sínteses de moléculas orgânicas simples, podendo compará-las do ponto de vista de rendimento global e de estratégias.**Fornecer uma compreensão de como construir moléculas e de quais os fragmentos de moléculas mais pequenas a usar. Adquirir conhecimentos, aptidões e competências que permitam interpretar trabalhos descritos na literatura e compreender o trabalho experimental envolvido numa síntese mais complexa.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***To understand the fundamental concepts underlying the strategic planning and efficient syntheses of simple organic molecules and to be able to compare them in terms of yields and strategies. To provide an understanding of how to build molecules and which fragments of smaller molecules to use. To acquire knowledge, skills and competences that enable the understanding of published literature work and apprehend the experimental work involved in a more complex synthesis.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***Objetivos da síntese química e sua importância prática.**Conceitos gerais envolvidos numa síntese química. Estratégica sintética. Síntese linear e convergente. O rendimento sintético. Economia atómica. O problema do desperdício. Emergência dos conceitos de química 'verde'. O problema das matérias-primas.**Análise retró sintética. Conceitos gerais de retró síntese: desconexão, sintão, sintão equivalente, sintão controle, interconversão de grupos funcionais, adição de grupos funcionais, conceito de "umpolung". Desconexões de um e/ou mais grupos funcionais.**Retrossíntese e síntese de compostos alicíclicos possuindo heteroátomos (N, S, O).**Métodos para a obtenção de compostos com anéis de 3 e 4 átomos.**Breve menção à síntese de heterociclos.**A importância económica da reciclagem***9.4.5. Syllabus:***Chemical synthesis objectives and its practical importance.**General concepts involved in a chemical synthesis. Synthetic strategy. Linear synthesis and convergent synthesis.**Synthetic yield. Economy of atoms. The problem of waste. Emergence of concepts of 'green' chemistry. The problem of raw materials.**Retrosynthetic analysis: general concepts of retrosynthesis. Disconnection, synthon, equivalent synthon, control synthon, functional group interconversion, 'umpolung'. Disconnection of one or more functional groups.**Retrosynthesis and synthesis of alicyclic compounds containing heteroatoms (N, S, O).**Methods for construction of 3 and 4-membered rings.**A brief mention to the synthesis of heterocycles.**The economic importance of recycling.***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular***As metodologias de ensino têm como objetivo despertar o interesse dos alunos pela síntese química de moléculas usando-se a abordagem de "pensar para trás" ou retró sintética de um modo lógico. Simultaneamente é feita a integração cuidada da revisão de alguns conceitos fundamentais de química orgânica já focados em UCs anteriores. Sempre que apropriado são apresentados processos de síntese tendo em atenção a sustentabilidade dos processos. Com estas ferramentas os alunos serão capazes de compreender, apreender e simplificar transformações químicas complexas.**Nas aulas práticas faz-se a integração dos conceitos apresentados nas aulas teóricas com o desenvolvimento em laboratório de uma síntese simples e de poucos passos onde os alunos poderão aplicar os conceitos de retró síntese estudados e desenvolver experimentalmente uma síntese recorrendo sempre que possível a métodos já descritos na literatura. A participação construtiva nos grupos de trabalho é encorajada.*

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

The teaching methods aim to arouse the interest of students in building molecules. A ""think back"" retrosynthetic approach will be adopt. At the same time a review of some fundamental concepts of organic chemistry focused in previous course units will be taken.

Whenever appropriate the sustainability of the synthetic procedures will be discussed. With these tools students will be able to understand, grasp and simplify complex chemical transformations.

The integration of the concepts presented in the lectures will be put into practice throughout the development of a short chemical synthesis. There the students can apply the retrosynthetic concepts learned and develop the synthetic plan using, whenever possible, literature reported methods and participating constructively in their laboratory working groups.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As matérias teóricas são apresentadas e explicadas aos alunos nas aulas teóricas (2,5h/semana) com o ênfase na resolução de casos práticos. Ao longo do semestre, os alunos realizam no laboratório uma pequena síntese envolvendo 2 a 3 passos sintéticos. Para tal deverão inicialmente desenvolver o projeto de um modo teórico fazer apresentação do projecto aos colegas em contexto de sala de aula e só posteriormente desenvolve-lo no laboratório. A avaliação final desta UC conta com 70% da parte teórica onde se inclui 2 testes e a resolução de problemas e 30% para a componente prática.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Theoretical subjects are presented and explained to students in class (2,5h/week) with an emphasis on practical cases. Throughout the semester, students complete on the lab a small synthesis involving 2 to 3 synthetic steps. The students should initially develop the project in a theoretical way, present the project to the colleagues in the classroom and only after develop it in the laboratory. The final assessment of this course consists of 70% of the theoretical part which includes 2 tests and exercises resolution, and 30% for the practical component.

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

As aulas teóricas são baseadas em exemplos que permitem uma melhor apreensão dos conceitos teóricos. No que respeita às aulas práticas, pretende-se que os alunos apliquem alguns dos conceitos introduzidos nas aulas teóricas nomeadamente a análise retróssintética de uma estrutura e a elaboração de um plano sintético que terá que ser posto em prática. Pretende-se também que os alunos participem construtivamente em grupos de trabalho

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

Theoretical classes are based on examples that allow a better apprehension of theoretical concepts. Regarding practical classes, it is intended that students apply some of the concepts introduced in the lectures namely the retrosynthetic analysis and do the elaboration of a synthetic plan that the students should execute it. It is intended that the students should participate constructively in working groups

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

1. S. Warren, P. Wyatt, *Organic Synthesis - The disconnection Approach*. second ed., Wiley 2008.
2. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren and P. Wothers, *Organic Chemistry*. Oxford University Press, 2001.
3. P. Wyatt, S. Warren, *Organic Synthesis - Strategy and Control*. Wiley, 2007.
4. *Química Orgânica, Volume 2*, Pedro Paulo Santos, IST Press, Lisboa, 2013, capítulos 15 & 17. Obra geral de química orgânica em português, adequada ao nível desta UC.
5. S. Prabhakar (ed.), *Organic Synthetic Methodology*, Edinova, Lisboa, 2000.

Anexo II - Tecnologia de Enzimas**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Tecnologia de Enzimas

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Enzyme Technology

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

EQ

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP:48; PL:8

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Ana Cecília Afonso Roque (Responsável e Regente) – TP:32

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

Maria Filomena Andrade de Freitas - TP:16; PL:8

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

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

Conhecer e compreender a aplicação de biocatalisadores (células, enzimas, complexos enzimáticos) em processo industriais, analíticos e médicos; técnicas para aumentar a estabilidade, atividade e seletividade de biocatalisadores; competências teóricas e práticas (adquiridas através da realização das aulas laboratoriais) sobre formas de imobilizar biocatalisadores e consequências destas imobilizações na estrutura e atividade de biocatalisadores; dimensionamento de reatores enzimáticos.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

It is intended that students acquire knowledge in the following areas - application of biocatalysts (cells, enzymes, enzyme complexes) in industrial processes, in medical and analytical fields; techniques to increase the stability, activity and selectivity of biocatalysts; theoretical and practical skills (acquired through conducting the laboratory classes) on ways to immobilize biocatalysts and consequences of these assets in the structure and activity of biocatalysts; design of enzyme reactors.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Estrutura e função de Enzimas e Biocatalisadores.

Atividade e Estabilidade de Enzimas

Produção e purificação de Biocatalisadores. Fontes de enzimas e biocatalisadores. Separação sólido-líquido, métodos físicos, químicos e enzimáticos de desintegração celular. Precipitação de proteínas, extração líquido-líquido e processos cromatográficos e de afinidade.

Engenharia de Proteínas. Imobilização de Biocatalisadores: suportes e métodos de imobilização.

Caracterização de biocatalisadores imobilizados. Efeitos da imobilização sobre a cinética enzimática.

Reatores enzimáticos para biocatalisadores solúveis e imobilizados. Projeto e análise de funcionamento de biorreatores: reator descontínuo com agitação, reator tipo pistão (tubular e leito fixo), reator contínuo com agitação.

9.4.5. Syllabus:

(i) Enzyme structure and function.

(ii) Activity and stability of enzymes.

(iii) Enzyme production and purification. Sources of biocatalysts. Methods for enzyme recovery: solid-liquid separation, cell lysis and disruption, protein precipitation, aqueous two-phase liquid extraction, chromatography.

(iv) Protein engineering, molecular modelling. Immobilization of biocatalysts.

(v) Characterization of immobilised biocatalysts. Effects of immobilization on enzyme kinetics, internal and external diffusional limitations.

(vi) Reactors with biocatalysts (soluble and immobilized biocatalysts), project and analysis. Continuous stirred tank reactor, plug flow reactor, batch reactor.

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

O conteúdo programático está em consonância com os objetivos da unidade curricular, abordando as principais fundamentos de Tecnologia Enzimática, procurando transmitir ao aluno conhecimentos sólidos e complementares nesta área. Os temas selecionados são apresentados ao longo da unidade curricular e visam obter conhecimento nas áreas acima indicadas.

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

The syllabus is in line with the objectives of the curricular unit, addressing the fundamentals of Enzyme Technology and provides solid knowledge and complementary skills in this area. The selected themes are presented throughout the curriculum unit and aim to enlighten the areas listed above.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Para o ensino da componente teórica, os alunos têm acesso a bibliografia (disponível na página do CLIP e indicada na secção Bibliografia) que acompanhará os conteúdos abordados nas aulas teórico-práticas.

Os alunos têm acesso a variados enunciados de problemas, às principais equações matemáticas a utilizar bem como às soluções destes problemas. Os problemas são resolvidos nas aulas TP, pelo docente e pelos alunos em conjunto. Para o ensino da componente prática, os alunos têm 2 aulas de laboratório (módulo experimental) sobre as quais realizam um relatório completo que é depois discutido com os alunos.

Avaliação individual de componente TP, vale 60% da nota final: Dois testes a realizar durante o período de aulas OU um exame no período de exames.

Avaliação da componente P, vale 40% da nota final: Duas aulas laboratoriais de frequência OBRIGATÓRIA, sobre as quais se elabora 1 relatório que é discutido com os docentes (25% relatório e 15% discussão).

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

For teaching the theoretical component, students have access to bibliography (available on CLIP and noted in the Bibliography) that will accompany the content covered in the lectures.

For teaching the theoretical and practical training, students have access to varied word problems, the main mathematical equations to be used and the solutions of these problems. Problems are solved in class TP, by the teacher and students together.

For teaching the practical component, students have 2 labs (experimental module). For each module students undertake a full report which is then discussed with the students.

TP component individual evaluation, worth 60% of the final grade: Two tests during the class period OR one exam during the exams period. Evaluation of component P, worth 40% of the final grade: Two laboratory classes of compulsory attendance, about which one report is elaborated and discussed with the teachers (25% report and 15% discussion).

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

As aulas teórico-práticas fornecem as bases para que os alunos possam assistir às aulas TP e P. Em particular, para as aulas TP dará a informação inicial sobre os vários temas abordados, que são depois trabalhados do ponto de vista matemático. Para as aulas de laboratório, as aulas T e TP fornecem as ferramentas base para os alunos poderem tratar e discutir os resultados obtidos.

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

The lectures provide the foundation for students to attend classes. In particular, for the TP classes give initial information about the various themes, which are then worked out the mathematical point of view. For laboratory classes, classes TP provide the basic tools for students to be able to attend and discuss the results.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

[1] Klaus Buchholz, Volker Kasche, Uwe Theo Bornscheuer (2005), "Biocatalysts and Enzyme Technology", Wiley-VCH.

[2] Gama, M, Aires-Barros, MR, Cabral, J (2003), "Engenharia Enzimática", Lidel, ISBN 9789727572724 | 272 págs.

Vários artigos fornecidos pelos docentes.

Anexo II - Técnicas de Laboratório**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Técnicas de Laboratório

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Laboratory Techniques

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

84

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP:9; PL:21

9.4.1.6. ECTS:

3

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

Luísa Maria Pinto Ferreira - TP:9; PL:21

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

Krasimira Todorova Markova-Petrova - PL:21

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

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

Ser capaz de aplicar as técnicas de laboratório e metodologias de trabalho experimental incluídas no programa - preparação de soluções, determinação de constantes físicas, purificação de sólidos e líquidos, separação de misturas, cromatografia em camada fina, determinação do teor de um analito em solução por método espectrofotométrico, construção e utilização do caderno de laboratório.

Conhecer e compreender os conceitos e a prática experimental desenvolvidos na UC e que são a base para a progressão do estudante nos componentes experimentais gerais que realizará ao longo da sua licenciatura.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

The student that completes the UC acquired the ability to apply the techniques and methodologies of laboratory experimental work included in the program - preparation of solutions, determination of physical constants, solid and liquid purification, separation of mixtures, thin layer chromatography, determination of content of an analyte in solution by spectrophotometric method, construction and use of laboratory notebook.

The concepts and experimental practice developed at UC are the basis for the student progress through the general experimental components that will perform throughout his course.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Organização de um laboratório químico. Regras de segurança e boas práticas laboratoriais. Proteção ambiental e gestão de resíduos no laboratório. Metodologia de trabalho no laboratório: preparação e execução experimental, elaboração do caderno de laboratório e elaboração de relatórios.

Técnicas gerais de laboratório: medição, mistura, dissolução, aquecimento/arrefecimento, agitação. Montagens para trabalho laboratorial. Preparação de soluções. Diluição de soluções. Titulação. Medição de constantes físicas.

Processos de purificação de sólidos: recristalização e sublimação. Processos de purificação e de separação de líquidos: destilação. Processos de extração: liq – liq e sól – liq. Filtração. Cromatografia: cromatografia em coluna e cromatografia em camada fina. Cromatografia analítica e preparativa. Doseamento.

9.4.5. Syllabus:

Organization of a chemical laboratory. Safety rules and good laboratory practices. Environmental protection, and waste management in the laboratory. Methodology of work in the laboratory: preparation and experimental execution, preparation of laboratory notebook, and reporting.

General laboratory techniques: measuring, mixtures, dissolving, heating/cooling, stirring. Assemblies for laboratory work. Preparation of solutions. Dilution. Titration. Measurement of physical constants. Solid purification procedures: recrystallization and sublimation. Procedures for liquids purification and separation by distillation. Extraction processes: liq - liq and sol - liq. Filtration. Chromatography: column chromatography and thin layer chromatography. Analytical and preparative chromatography. Determination of contents in solution.

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

Os conteúdos programáticos propostos permitem a autonomia dos estudantes num laboratório nas áreas da segurança, proteção do ambiente, e ainda de todas as técnicas básicas indicadas nos objetivos.

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

The proposed syllabus allows the autonomy of students in a laboratory in the areas of safety, environmental protection, and all the basic techniques indicated in the objectives.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Ensino presencial com aulas práticas laboratoriais e teórico-práticas: As aulas laboratoriais são aulas tutoradas, orientadas por um docente, de frequência obrigatória destinadas a aplicar as técnicas mais comuns em laboratórios de química e bioquímica. As aulas teórico-práticas decorrem após a realização das aulas práticas de forma a pedir a participação dos estudantes relativamente à execução experimental das técnicas apresentadas.

Avaliação:

- Frequência obrigatória de todas as aulas práticas laboratoriais.

- Classificação final resultante da aplicação dos parâmetros seguintes: caderno de laboratório 20%, desempenho

laboratorial 30%, avaliação de relatório de uma sessão laboratorial 10%, miniteste escrito 10%, teste prático laboratorial 30%.

- O teste prático pode ser substituído pelo exame escrito em época de exames.

Aprovação com nota global igual ou superior a 9,5 valores e 9,5 no teste prático ou no exame.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Face-to-face teaching with laboratory and problem-solving sessions. Laboratory sessions are tutored classes, guided by a teacher, of compulsory attendance to apply the most common techniques in chemistry and biochemistry laboratories. problem-solving sessions take place after lab sessions in order to demand student analysis of the experimental execution of presented techniques.

The requirements for achievement are as follows:

1) Continuous assessment:

- Compulsory attendance of all laboratory sessions.

- Final classification resulting from the application of the following parameters: 20% laboratory notebook, 30% laboratory performance, 10% laboratory session report, 10% written quiz, 30% laboratory practice test.

2) Final exam: The practical test can be replaced by the written exam at exam time.

Approval with an overall grade of 9.5 or higher and 9.5 on the practical test or exam.

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

As metodologias de ensino fundamentalmente práticas e com avaliação contínua pretendem promover a aplicação autónoma das técnicas de laboratório e metodologias de trabalho experimental em laboratórios de química e bioquímica

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

The fundamentally experimental teaching methodologies and the continuous assessment aim to promote the autonomous application of laboratory techniques and experimental work methodologies in chemistry and biochemistry laboratories.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Introduction to Organic Laboratory Techniques, A Small Scale Approach. R.G. Engel, G.S. Kriz, G.M. Lampman and D.L. Pavia, 3rd ed. Brooks/Cole 2011.

Online Safety Library: Laboratory and Chemical Safety <http://ehs.okstate.edu/>

ChemKeys <http://www.chemkeys.com/bra/index.htm>

Anexo II - Teoria da Ligação Química

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Teoria da Ligação Química

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical Structure and Bonding

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

168

9.4.1.5. Horas de contacto:

T:42; TP:15

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

António Gil de Oliveira Santos – T:21; TP:15

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

Maria Madalena Alves Campos de Sousa Dionísio Andrade – T:21

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

No final desta unidade curricular os alunos devem ter adquirido conhecimentos e competências que lhe permitam:

- *Aplicar, de modo elementar, os conceitos gerais da mecânica quântica. Prever propriedades atômicas e moleculares.*
- *Prever as estruturas de Lewis e as geometrias moleculares mais prováveis para uma determinada fórmula molecular.*
- *Prever, com base nas teorias de enlace de valência e de orbitais moleculares, distribuições eletrónicas e geometrias moleculares de moléculas simples (diatómicas a tetra-atômicas), propriedades moleculares (distância e ordem de ligação, diamagnetismo e paramagnetismo, acidez e basicidade, energia de ionização e afinidade eletrónica, etc.).*
- *Utilizar a teoria de orbitais moleculares para racionalizar a reatividade de moléculas simples.*

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

At the end, students should have acquired knowledge and skills which will allow:

- *To apply general concepts of quantum mechanics.*
- *Predict atomic and molecular properties.*
- *Predict Lewis Structures.*
- *Predict electronic structure and molecular geometry through Valence Bond Theory and Molecular Orbital Theory.*
- *Predict molecular properties (bond order and distance, paramagnetism, acid/base behavior, nucleophilicity and electrophilicity, ionization energy, electron affinity, etc.).*
- *Use Molecular Orbital Theory to rationalize chemical reactivity in simple molecules.*

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Estrutura atômica: Revisão histórica. Modelo de Bohr aplicado ao átomo de hidrogénio. Comportamento ondulatório. Princípio de incerteza de Heisenberg. A equação de Schrödinger. Valores próprios e funções próprias. Normalização da função de onda. Partícula numa caixa unidimensional. Números quânticos e dimensionalidade da caixa. Orbitais atômicas e níveis de energia. Função de distribuição radial. Momentos angulares. Átomos polieletrónicos. Propriedades periódicas.

Moléculas. Estruturas de Lewis. Geometria molecular. Estrutura molecular: Ligação iónica e energia da rede cristalina. Ligação covalente. Teoria de enlace de valência. Combinação linear de orbitais atômicas, Teoria das Orbitais Moleculares. Diagramas de energia de orbitais moleculares de moléculas diatómicas e poliatômicas. A reatividade química segundo a teoria de orbitais fronteira. Ácidos e bases de Lewis. Formação de adutos. Nucleófilos e eletrófilos.

9.4.5. Syllabus:

Atomic structure: Historical revision. Bohr's model applied to the hydrogen atom. Wavelike behaviour. Heisenberg's uncertainty principle. Schrödinger's equation. Eigenvalues and eigenfunctions. Wavefunction normalization. Particle in a one-dimensional box. Quantic numbers and the box's dimensionality. Atomic orbitals and energy levels. Radial distribution function. Angular moments. Polyelectronic atoms. Periodic properties.

Molecules. Lewis structures. Molecular geometry. Molecular structure: Ionic bonding and crystal lattice energy. Covalent bonding. Valence bond theory. Linear combination of atomic orbitals, Molecular orbital theory. Molecular orbital energy diagrams of diatomic and polyatomic molecules. Chemical reactivity according to the frontier orbital theory. Lewis acids and bases. Formation of adducts. Nucleophiles and electrophiles.

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

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

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

The program starts by giving the student an evolutionary vision of the knowledge and concepts that support modern quantum theory. From basic quantum concepts the student learns to use them in the rationalization of the chemical properties of the elements, which are the basis of the understanding of the chemical properties of molecules.

The second part of the program exemplifies how to apply quantum theory to molecules, and the need to use approximations, which originates the Valence Bond Theory and the Molecular Orbital Theory. Based on these theories the students learn to rationalize molecular properties of diatomic and triatomic molecules. A further simplification of the Molecular Orbital Theory leads to the Frontier Orbital Theory, which is used to rationalize the chemical properties of polyatomic molecules.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

O programa da unidade curricular é apresentado nas aulas teóricas (2 aulas por semana, de 1 h 30 min cada), onde, considerando o carácter abstrato de muitas das matérias, se procura constantemente a comparação com o comportamento de sistemas macroscópicos, de modo a facilitar a compreensão por parte do aluno. Nas aulas teórico-práticas (1.5 horas por semana, durante 10 semanas) faz-se a aplicação dos conceitos lecionados nas aulas teóricas, tanto com recurso a problemas abstratos como com casos práticos e reais. As aulas teórico-práticas são lecionadas em salas equipadas com computadores, tendo acesso a software de modelação 3D, de modo a poderem visualizar e racionalizar estruturas moleculares, bem como orbitais atómicas e moleculares. Ao longo do semestre os alunos realizam dois testes de avaliação. A classificação final da unidade curricular é obtida pela média ponderada das notas dos testes.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The curricular unit is organized in lectures (2 lectures each week, with 1 h 30 min each lecture), where the subjects are developed through the systematic comparison between the quantum world and the macroscopic world, to help the students to integrate many of the abstract concepts being acquired. Also 1.5 hour per week, during 10 weeks, of exercise classes are lectured in complement to the theoretical lectures, where the students practice the application of the acquired concepts. The exercise classes are taught in rooms equipped with computers, with the students having access to 3D modeling software, which allows them to visualize and rationalize molecular structures, as well as atomic and molecular orbitals. The students are evaluated by two individual quizzes, one at the middle of the semester and one at the end, and the final score is achieved by the weighted average of the two tests.

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

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

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

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

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

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

Anexo II - Termodinâmica Química

9.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Termodinâmica Química

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Chemical Thermodynamics

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

84

9.4.1.5. Horas de contacto:

TP:28

9.4.1.6. ECTS:

6

9.4.1.7. Observações:*<sem resposta>***9.4.1.7. Observations:***<no answer>***9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):***Ana Isabel Aguiar Ricardo – TP:28***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Susana Barreiros – TP:28***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

Discutir as 3 Leis da Termodinâmica. Usar as equações de Maxwell e outras relações para calcular quantidades termodinâmicas a partir de dados tabelados. Deduzir relações entre grandezas termodinâmicas. Interpretar diagramas de fase e discutir equilíbrio de fases em termos de potenciais químicos. Explicar a origem do Keq e a sua relação com fugacidade e atividade e aplicar estes conceitos para soluções ideais, não ideais e propriedades coligativas. Manipular as leis dos gases para descrever o comportamento do gás real e ideal.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Discuss the Three Laws of Thermodynamics and their development. Use Maxwell equations and other relations to compute thermodynamic quantities from thermodynamic data tables. Derive relationships between thermodynamic quantities. Interpret phase diagrams and discuss phase equilibria in terms of chemical potentials. Explain the origin of Keq and its relation to fugacity and activity and apply these concepts to ideal and real solutions of non-electrolytes and to colligative properties. Manipulate the gas laws to describe real and ideal gas behavior.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

1) Termodinâmica de sistemas macroscópicos

1.1) Princípio da Conservação da Energia. A 1.ª Lei da Termodinâmica

1.2) Termoquímica.

1.3) A 2ª Lei da Termodinâmica e suas aplicações.

1.4) Equações de Gibbs para sistemas abertos ou sistemas fechados com variações de composição. Potencial químico.

1.5) Equilíbrio de fases e equilíbrio reacional. Constante de equilíbrio Kp.

1.6) Grandezas parciais molares. Propriedades de mistura.

2) Termodinâmica de soluções

2.1) Soluções ideais. Lei de Raoult e lei de Henry

2.2) Soluções reais. Coeficientes de atividade. Propriedades de excesso.

2.3) Propriedades coligativas.

2.4) Equilíbrio químico de fases condensadas

9.4.5. Syllabus:

1) Chemical Thermodynamics

1.1) The conservation of energy & 1st law of Thermodynamics.

1.2) Thermochemistry

1.3) The 2nd Law of Thermodynamics: applications.

1.4) Gibbs equations. Chemical potential.

1.5) Phase equilibrium and chemical equilibrium.

1.6) Partial molar properties and mixture properties.

2) Solutions

2.1) Ideal solutions. Raoult's Law and Henry's Law.

2.2) Real solutions, Activity and the Activity coefficient. Excess properties.

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

Este curso aborda a Termodinâmica de sistemas em equilíbrio, fornecendo, simultaneamente, fundamentos matemáticos e físicos para estes assuntos e preparação para a resolução de casos de estudo selecionados na fronteira com a engenharia. O curso começa pela aplicação das leis da termodinâmica para sistemas macroscópicos. A descrição termodinâmica das misturas é feita através da utilização de quantidades molares parciais e atividades de solutos e solvente

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

This course covers the topics on Equilibrium Thermodynamics, providing mathematical and physical foundations for these subjects and preparation for solving selected case studies at the borderline with engineering. The course starts by applying the laws of thermodynamics to macroscopic single and multicomponent systems. The thermodynamic description of mixtures is made by using partial molar quantities and activities of solutes and solvent.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

As aulas presenciais incluem aulas teórico-práticas (TP,42h) e algumas aulas em sala de computador. É disponibilizada numa página Moodle, a informação relativa ao funcionamento da UC (ficheiros (pdf) das aulas lecionadas, problemas, exames tipo. A nota teórica é dada pela média dos 2 testes ou nota do exame final. A nota teórica mínima é de 9,5.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

The course is organized into lectures including problem-solving sessions (TP, 42h) and some computer lab sessions. Fundamentals are explained during the lectures, using data show and challenging the students to solve and think about new problems. It is provided access to a page – Moodle - containing all course material and related information. Theory mark: average of 2 mid-term tests or final exam. Minimum theory mark: 9,5 val.

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

O desenvolvimento dos tópicos incluídos são feitos nas aulas TP com exercícios que permitem a consolidação da aprendizagem, fornecendo fundamentos matemáticos e físicos para estes assuntos e preparação para a resolução de estudos de caso aplicados.

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

The presentation and development of topics included are made in TP classes with exercises that allow the consolidation of what is learnt, concurrently providing mathematical and physical foundations for these subjects and preparation for solving applied case studies.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

*"Physical Chemistry", Peter Atkins, Julio de Paula, and James Keeler, 11th edition, 2018, Oxford University Press.
Termodinâmica Aplicada, E. Gomes de Azevedo, 3ª ed., Escolar Editora, 2011.
"Physical Chemistry, a molecular approach", D.A. McQuarrie, J.D. Simon, 1997, U. Science Books*

Anexo II - Programa de Iniciação à Investigação Científica**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Programa de Iniciação à Investigação Científica

9.4.1.1. Title of curricular unit:

<no answer>

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

Q

9.4.1.3. Duração:

Trimestral / Trimester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

84

9.4.1.5. Horas de contacto:

OT:7

9.4.1.6. ECTS:

3

9.4.1.7. Observações:

<sem resposta>

9.4.1.7. Observations:

<no answer>

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

João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor - OT:7

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

Diversos Professores e Investigadores em aulas tutoriais individuais - OT:7

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

Integração dos conhecimentos adquiridos nas várias unidades curriculares da Licenciatura de Química Aplicada na preparação de um projeto de investigação.

9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:

Integration of the acquired knowledge on different courses of the Applied Chemistry graduation in a laboratory research project.

9.4.5. Conteúdos programáticos:

Não se aplica

9.4.5. Syllabus:

Not applicable

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

Pretende-se que os estudantes adquiram um conhecimento teórico sobre o projeto que irão desenvolver, preparem a bibliografia e desenhem a gestão do tempo durante a execução do projeto.

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

It is intended that students acquire theoretical concepts about the project they are about to develop, preparing bibliography and drawing the time management during the project experimental work.

9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

Preparação e pesquisa bibliográfica de um tema de investigação científica. Escolhas das melhores referências. Traçado de um projeto de investigação científica. Gestão do tempo de execução do projeto.

9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):

Preparation and bibliography search for scientific research project. Selection of references. Drawing of a scientific research project. Time management for project experimental work.

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

O estímulo dado para desenvolver projetos de investigação permite ao aluno adquirir um conhecimento profundo sobre um tema que é relevante para a unidade curricular com interesse científico e/ou industrial e desenvolve competências de auto-aprendizagem.

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

The opportunity given to develop research projects incentives the student to acquire a deep knowledge on a topic that is relevant to the course unit of current and future scientific and/or industrial interest and develops self-learning competences.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Não se aplica.

Anexo II - Projeto**9.4.1.1. Designação da unidade curricular:**

Projeto

9.4.1.1. Title of curricular unit:

Project

9.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

B / Bq / EQ / GEN / TB / Q

9.4.1.3. Duração:

Semestral / Semester

9.4.1.4. Horas de trabalho:

336

9.4.1.5. Horas de contacto:

OT:28

9.4.1.6. ECTS:

12

9.4.1.7. Observações:*Aulas tutoriais individuais, desenvolvimento de projeto individual***9.4.1.7. Observations:**

<no answer>

9.4.2. Docente responsável e respetiva carga lectiva na unidade curricular (preencher o nome completo):*João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor - OT: 28h***9.4.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:***Diversos Professores e Investigadores em aulas tutoriais individuais - OT: 28h***9.4.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Integração dos conhecimentos adquiridos nas várias unidades curriculares da Licenciatura de Química Aplicada na preparação de um projeto de investigação**Desenvolver competências na análise e interpretação de dados experimentais.**Desenvolver a capacidade de escrita científica e apresentação pública dos resultados.***9.4.4. Learning outcomes of the curricular unit:***To acquire skills on the planning of experimental work and critical analysis of results. To integrate the acquired knowledge on Biochemistry, Chemistry and Biotechnology in a laboratory training project.**To develop critical approach in the analysis and interpretation of experimental data.**To improve the skills to write and to orally present research results.***9.4.5. Conteúdos programáticos:***Execução de um trabalho experimental abrangendo a área científica de Bioquímica, Química, Biotecnologia ou áreas afins com o nível de complexidade equivalente ao das disciplinas do 3º ano da Licenciatura. Desenvolvimento de aptidões relacionadas com planeamento e disciplina no trabalho experimental individual, e gestão do tempo.***9.4.5. Syllabus:***Development of a research project on the possible scientific areas of biotechnology, biochemistry, or chemistry. The complexity of the project should correspond to the 3rd year modules of the degree. Development of skills for planning and discipline in experimental work, and time management.***9.4.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular***Sendo uma unidade curricular essencialmente experimental, pretende-se que os estudantes adquiram um domínio experimental de múltiplas técnicas aplicadas ao desafio posto no seu tema de projeto. A ideia base é fazer que o aluno “aprenda fazendo”, inteirando-se de várias técnicas experimentais multidisciplinares. A coerência de conteúdos obtida estará patente na escrita de uma dissertação final que será apresentada e discutida.***9.4.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.***As this curricular unit is basically experimental, it is intended that students acquire the concepts of the experimental techniques used in the challenge of the research project theme. The basic idea is develop a hands-on based approach to different multidisciplinary experimental methods. The obtained coherence of the curricular unit program will be shown in the writing of the final report that should be presented and discussed.***9.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***As aulas são práticas, presenciais, 224 h no total. De seguida, o aluno terá de preparar um relatório, que será avaliado por um arguente independente, e discutido numa sessão pública com um júri de 3 professores.***9.4.7. Teaching methodologies (including evaluation):***All classes are lab classes, 224 h in total. After the experimental part, the student will prepare a report which will be assessed by an independent scientific evaluator, and discussed in an open session in front of a 3 people jury.***9.4.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.***Os alunos aplicam os conhecimentos adquiridos ao longo da licenciatura para a resolução de problemas em situações novas, desenvolvem a capacidade de realizar trabalho experimental de investigação, de tomar decisões e interpretar os dados. O estímulo dado para desenvolver projetos de investigação permite ao aluno adquirir um conhecimento*

profundo sobre um tema que é relevante para a unidade curricular com interesse científico e/ou industrial e desenvolve competências de auto-aprendizagem.

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

The students apply knowledge acquired through the graduation to solve problems in new situations, develop the capacity to undertake experimental work and learn how to make decisions and interpret data. The opportunity given to develop research projects incentives the student to acquire a deep knowledge on a topic that is relevant to the course unit of current and future scientific and/or industrial interest and develops self-learning competences.

9.4.9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória:

Específica para o projeto, a indicar pelo orientador.

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>