

# PERA/1617/1000146 — Apresentação do pedido corrigido

---

## Caracterização do pedido

### 0. Âmbito do guião e síntese das principais alterações/melhorias introduzidas no ciclo de estudos desde o processo de acreditação prévia.

---

#### 0.1. Síntese das alterações introduzidas nos itens pré-preenchidos e indicação das razões que as motivaram.

*A principal alteração implementada foi a introdução da unidade curricular (UC) "Individual Project" na U Montpellier/ U Paul Sabatier, no 1.º ano, 1.º semestre.*

*Na nova edição do ciclo de estudos, as horas de contacto em algumas UC foram alteradas, assim como, introduziram-se algumas modificações na designação de seis UC. Estas alterações são o resultado da experiência adquirida ao longo das diferentes edições.*

#### 0.1. Summary of changes submitted to the pre-filled items, and its main reasons.

*The main change implemented was the introduction of the "Individual Project" course at U Montpellier / U Paul Sabatier, in the 1st year, 1st semester.*

*In the new edition of the study programme, some contact hours were changed and also introduced some modifications in the designation of six UC.*

*These changes are the result of the experience acquired during the different editions.*

#### 0.2. Outras observações relevantes sobre a evolução da implementação do ciclo de estudos (facultativo).

*Este ano não houve estudantes inscritos pois é o ano de transição entre os financiamentos do programa pela EU.*

#### 0.2. Other relevant observations on the implementation progress of the study programme (optional).

*This year there were no students since this the transition year between financing of the program by EU.*

## Perguntas A1 a A4

---

### A1. Instituição de ensino superior / Entidade instituidora:

*Universidade Nova De Lisboa*

### A1.a. Outras Instituições de ensino superior / Entidades instituidoras:

### A2. Unidade(s) orgânica(s) (faculdade, escola, instituto, etc.):

*Faculdade De Ciências E Tecnologia (UNL)*

### A3. Designação do ciclo de estudos:

*Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)*

### A3. Study programme name:

*Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)*

### A4. Grau:

*Mestre*

## Perguntas A5 a A10

---

### A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:

*Engenharia Química*

### A5. Main scientific area of the study programme:

*Chemical Engineering*

### A6.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):

*524*

**A6.2. Classificação da área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

&lt;sem resposta&gt;

**A6.3. Classificação de outra área secundária do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF), se aplicável:**

&lt;sem resposta&gt;

**A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:**

120

**A8. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):**

2 Anos

**A8. Duration of the study programme (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):**

2 Years

**A9. Número máximo de admissões:**

25

**A10. Condições específicas de ingresso:**

*Os candidatos ao programa EM3E devem possuir um diploma do 1º ciclo em Química, Física, Engenharia de Materiais, Engenharia Química, Bioengenharia, ou graus equivalentes em áreas afins obtidos em instituições reconhecidas ou, em alternativa, devem possuir uma experiência profissional relevante nestas áreas. Estudantes que estejam a frequentar o último ano de um grau podem ser admitidos desde que apresentem o certificado de conclusão do grau antes da matrícula no EM3E.*

*A Comissão de Admissão é composta por um membro de cada universidade parceira e é responsável por estabelecer uma pré-seleção dos estudantes baseada na análise dos CV.*

*Os estudantes selecionados são avaliados por meio de uma entrevista por telefone ou videoconferência em Inglês para avaliar a sua motivação, competências e proficiência em Inglês. A Comissão estabelece uma lista de perguntas obrigatórias para assegurar a equidade entre os candidatos e uma entrevista homogénea.*

**A10. Specific entry requirements:**

*To be eligible for the EM3E programme, students should hold a 1st cycle degree in Chemistry, Physics, Materials Engineering, Chemical Engineering, Bio Engineering, related Bioscience or equivalent degrees from a College, University or Technical School with a recognized standing or alternatively, a recognized professional experience in these areas. Students in the final year of a degree may be admitted as long as they present the certificate and official transcripts before enrolment.*

*The Admission and Examination Committee is composed of 1 member from each partner university and is responsible for establishing a pre-selection of students based on their CV analysis.*

*The selected students are evaluated through a phone or videoconference interview in English to assess their motivation, their skills and their English level. To ensure equity between the students and a fair and homogeneous interview, a list of mandatory questions is established by the members of the Committee.*

**Pergunta A11****Pergunta A11****A11. Percursos alternativos como ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):**

*Sim (por favor preencha a tabela A 11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização de mestrado ou especialidades de doutoramento)*

**A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)****A12.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, profiles, major/minor, or other forms of organisation of alternative paths compatible with the structure of the study programme (if applicable)****Opções/Ramos/... (se aplicável):**

Nanociências e Nanotecnologias  
Energia e Ambiente  
Biotecnologia, Alimentação e Saúde

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

Nanosciences and Nanotechnology  
Energy and Environment  
Biotechnologies, Food and Health

**A12. Estrutura curricular****Mapa I - Ramo Nanociências e Nanotecnologias****A12.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***A12.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***A12.2. Grau:***Mestre***A12.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Nanociências e Nanotecnologias***A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Nanosciences and Nanotechnology***A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a 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*
Química / Chemistry	Q / Chem	7	3
Ciência de Materiais ou Engenharia Química / Materials Science or Chemical Engineering	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	6	12
Ciência de Materiais / Materials Science	CM / MatSci	30	0
Engenharia Química / Chemical Engineering	EQ / ChemEng	54	0
Direito / Law	Dt / Law	2	0
Economia / Economics	E / Eco	6	0
<b>(6 Items)</b>		<b>105</b>	<b>15</b>

**Mapa I - Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde****A12.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***A12.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***A12.2. Grau:***Mestre***A12.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde***A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Biotechnologies, Food and Health***A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a 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*
Química / Chemistry	Q / Chem	7	3
Ciência de Materiais ou Engenharia Química / Materials Science or Chemical Engineering	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	6	12
Engenharia Química / Chemical Engineering	EQ / ChemEng	84	0
Direito / Law	Dt / Law	2	0
Economia / Economics	E / Eco	6	0

(5 Items)

105

15

**Mapa I - Ramo Energia e Ambiente****A12.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***A12.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***A12.2. Grau:***Mestre***A12.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Energia e Ambiente***A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Energy and Environment***A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a 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*
Química / Chemistry	Q / Chem	7	3
Ciência de Materiais ou Engenharia Química / Materials Science or Chemical Engineering	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	6	12
Engenharia Química / Chemical Engineering	EQ / ChemEng	84	0
Direito / Law	Dt / Law	2	0
Economia / Economics	E / Eco	6	0
<b>(5 Items)</b>		<b>105</b>	<b>15</b>

**Perguntas A13 e A16****A13. Regime de funcionamento:***Diurno***A13.1. Se outro, especifique:***<sem resposta>***A13.1. If other, specify:***<no answer>***A14. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:***Nas Universidades do consórcio. No 1º ano na Universidade de Montpellier ou Universidade de Toulouse e Universidade de Praga e no 2º ano consoante o ramo na Universidade de Zaragoza, na Universidade de Twente ou na Universidade Nova de Lisboa.***A14. Premises where the study programme will be lectured:***In the universities of the consortium. In the 1st year in University of Montpellier or University of Toulouse and University of Praga and in the 2nd year depending on the branch in University of Zaragoza, University of Twente or University of Nova de Lisboa.***A15. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):**[A15\\_RegCredComp\\_DR\\_16junho2016.pdf](#)**A16. Publicação do plano de estudos em Diário da República (nº e data):***Diário da República, 2.ª série — N.º 222 — 15 de novembro de 2013, Regulamento n.º 437/2013***A17. Observações:**

*O programa Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas foi financiado pela União Europeia (2011- 2017) e obteve em Julho de 2016 um novo financiamento do programa ERASMUS+ para 2017-2021. O consórcio é formado pela FCT/Univ. Nova de Lisboa, Universidade de Montpellier (FR), Universidade de Paul Sabatier (FR), Universidade de Tecnologia Química de Praga (CZ), Universidade de Zaragoza (ES) e Universidade de Twente (NL). Há ainda instituições parceiras Associadas (e.g., Universidade de Calabria (IT), Universidade Católica de Leuven (BE) e Universidade Hassan II (MO)).*

*O curso tem a duração de dois anos (4 semestres, com 30 ECTS cada, que são leccionados em pelo menos 3 países) e a língua oficial é o Inglês. No entanto, em cada instituição será oferecida uma UC de Língua e Cultura Nacional mas sem ECTS atribuídos. Considerou-se que 25 horas de trabalho do estudante correspondem a 1 ECTS, valor este que resulta de uma solução de compromisso dos vários parceiros.*

*O 1º ano é mais focalizado nos fundamentos teóricos e práticos. Após uma semana de integração, os estudantes frequentarão o curso na Univ. de Montpellier 2 ou na Univ. Paul Sabatier, nas quais serão lecionadas unidades curriculares (UC) que correspondem a áreas de excelência de cada instituição (Ciência dos Materiais em Montpellier e Processos Físico-Químicos em Toulouse). O 1º semestre será adaptado às características dos estudantes, atendendo aos seus antecedentes e objetivos de aprendizagem. No 2º semestre, os estudantes frequentarão UC obrigatórias no domínio da modelação e simulação de processos ministradas na Universidade de Tecnologia Química de Praga. No 2º ano, os estudantes poderão optar por prosseguir a sua formação numa de 3 universidades, para adquirir competências num domínio específico: Nanociências e Nanotecnologia (Univ. de Zaragoza), Energia e Ambiente (Univ. de Twente), e Biotecnologia, Alimentação e Saúde (Univ. Nova de Lisboa).*

*O último semestre é dedicado a uma dissertação de mestrado com 30 ECTS, a realizar numa universidade ou numa empresa, preferencialmente integradas na rede de excelência. A rede de excelência integra 15 laboratórios que desenvolvem investigação de alto nível no domínio da Eng<sup>a</sup> de Membranas e tem contactos com empresas ligadas a processos de membranas.*

*A língua oficial é o Inglês. Cada instituição de acolhimento providenciará também cursos específicos focalizados na língua e cultura do país.*

#### **A17. Observations:**

*The Erasmus Mundus Master on Membrane Engineering was financed by the European Union (2011-2017) and obtained in July 2016 a new financing (2017-2021) through the ERASMUS+ programme. The consortium is composed by FCT/Universidade Nova de Lisboa, University of Montpellier 2 (FR), University Paul Sabatier (FR), University of Chemical Technology of Prague (CZ), University of Zaragoza (ES) and University of Twente (NL). Associate partners are also involved (e.g. University of Calabria (IT), the Catholic University of Leuven (BE) and the University Hassan II (MO)). The Master programme has a duration of two years: 4 semesters corresponding to 30 ECTS each and given at least in 3 countries. The official language is English. However, at each institution, a national language and culture course will be offered to the students and there are not ECTS allocated to them.*

*In this programme 1 ECTS corresponds to 25 hours of student work. This value comes from an agreement between the several institutions that compose the consortium.*

*In the 1st year, theoretical and practical fundamentals will be provided. After an integration week, students will enter the Master either at Univ. Montpellier 2 or at Univ. Paul Sabatier. In each of them, there will be common curricular units (CU), corresponding to teaching and research field of excellence of each partner (material science in Montpellier and physico-chemical processes in Toulouse). The 1st semester will be adapted to students by taking into account the background and their learning objectives. During the 2nd semester, students will follow mandatory teaching units to acquire knowledge and skills on process modelling and simulation at the University of Chemical Technology of Prague. During the 2nd year, students will choose to pursue their training in one of 3 universities to acquire specific skills in an application field: Nanosciences and Nanotechnology (Univ. of Zaragoza), Energy and Environment (Univ. of Twente), and Biotechnologies, Food and Health (FCT/UNL).*

*The last semester will be devoted to a 30 ECTS master thesis in a university or an industrial company, preferentially inside the network of excellence. The network gathers 15 laboratories selected for the high level of research in the field and has contacts with companies in membrane area.*

*The official language is English; specific courses on country languages and culture will be provided in each visited Institution.*

## **Instrução do pedido**

### **1.Coordenação do ciclo de estudos**

---

#### **1.1. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos**

**A(s) respetiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa IV.**

*Isabel Maria Rola Coelho*

### **2. Plano de estudos**

---

#### **Mapa II - Ramo Nanociências e Nanotecnologias - 1.º Ano / 1.º Semestre**

##### **2.1. Ciclo de Estudos:**

*Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)*

**2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Nanociências e Nanotecnologias***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Nanosciences and Nanotechnology***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º Ano / 1.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 1st Semester***2.5. 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)
Caracterização de Materiais Porosos / Characterization of Porous Materials	Q / Chem	Semestre / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Obrigatória / Mandatory
Requisitos de Segurança, Saúde e Ambiente para uma Química Sust./Safety, Security, Health and Environmental Requirements for a Sustainable Chemistry	Q / Chem	Semestre / Semester	50	T:15; S:5; OT:5	2	Obrigatória / Mandatory
Garantia da Qualidade e da Prática Laboratorial/Quality Assurance and Laboratory Practice	Q / Chem	Semestre / Semester	50	T:15; S:5; OT:5	2	Obrigatória / Mandatory
Lei Internacional e Europeia de Trabalho e Ambiente/International and European Working Law and Environmental Law	Dt / Law	Semestre / Semester	50	T:15; S:5; OT:5	2	Obrigatória / Mandatory
Projeto Individual I / Individual Project I	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	150	OT:15	6	Obrigatória / Mandatory
Opção I / Option I	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional
Opção II / Option II	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional
Opção III / Option III	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional
Opção IV / Option IV	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional
Opção V / Option V	Q / Chem	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional

**(10 Items)****Mapa II - Ramo Nanociências e Nanotecnologias - 1.º Ano / 2.º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:***Mestre*

**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Nanociências e Nanotecnologias***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Nanosciences and Nanotechnology***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º Ano / 2.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 2nd Semester***2.5. 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)
Processos com Membranas / Membrane Processes	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	100	T:25; S:30; OT:10	4	Obrigatória / Mandatory
Desenho de Processos / Process Design	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	125	T:40; PL:20; S:5; OT:20	5	Obrigatória / Mandatory
Cinética Reaccional Aplicada / Applied Reaction Kinetics	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	100	T:25; PL:10; S:15; OT:15	4	Obrigatória / Mandatory
Processos de Separação/Separation Processes	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	125	T:25; PL:15; S:15; OT:25	5	Obrigatória / Mandatory
Projeto Individual II / Individual Project II	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	150	OT:25	6	Obrigatória / Mandatory
Gestão de Capital Intelectual / Intellectual Capital Management	E / Eco	Semestral / Semester	75	T:25; S:10; OT:10	3	Obrigatória / Mandatory
Valorização, Comercialização e Empreendedorismo / Valourisation, Commercialisation and Entrepreneurship	E / Eco	Semestral / Semester	75	T:25; S:10; OT:10	3	Obrigatória / Mandatory

**(7 Items)**

**Mapa II - Ramo Nanociências e Nanotecnologia - 2.º Ano / 1.º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Nanociências e Nanotecnologia***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Nanosciences and Nanotechnology***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2.º Ano / 1.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd Year / 1st Semester***2.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica /	Duração /	Horas Trabalho /	Horas Contacto /	ECTS	Observações
--	-------------------	-----------	------------------	------------------	------	-------------

	Scientific Area (1)	Duration (2)	/ Working Hours (3)	/ Contact Hours (4)	/ Observations (5)	
Propriedades Fundamentais de Materiais Nanoestruturados / Fundamental Properties of Nanostructured Materials	CM / MatSci	Semestral / Semester	150	T:40	6	Obrigatória / Mandatory
Preparação de Materiais Nanoestruturados / Preparation of Nanostructured Materials	CM / MatSci	Semestral / Semester	150	T:40	6	Obrigatória / Mandatory
Organização e Fabricação de Nanoestruturas / Assembly and Fabrication of Nanostructures	CM / MatSci	Semestral / Semester	150	T:40	6	Obrigatória / Mandatory
Estudo de Casos de Aplicações Industriais / Case Studies of Industrial Applications	CM / MatSci	Semestral / Semester	150	T:15; S:5	6	Obrigatória / Mandatory
Projeto Individual III/ Individual Project III	CM / MatSci	Semestral / Semester	150	OT:25	6	Obrigatória / Mandatory
<b>(5 Items)</b>						

## Mapa II - Ramo Nanociências e Nanotecnologias - 2.º Ano / 2.º Semestre

### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)*

### 2.1. Study Programme:

*Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)*

### 2.2. Grau:

*Mestre*

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

*Ramo Nanociências e Nanotecnologias*

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

*Branch Nanosciences and Nanotechnology*

### 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*2.º Ano / 2.º Semestre*

### 2.4. Curricular year/semester/trimester:

*2nd Year / 2nd Semester*

### 2.5. 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)
Dissertação / Master Thesis	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	750	OT:75	30	Obrigatória / Mandatory
<b>(1 Item)</b>						

## Mapa II - Ramo Nanociências e Nanotecnologias - Opções I, II, III e IV

### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)*

### 2.1. Study Programme:

*Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)*

### 2.2. Grau:

*Mestre*

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

*Ramo Nanociências e Nanotecnologias*



**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Nanosciences and Nanotechnology***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Opções I, II, III e IV***2.4. Curricular year/semester/trimester:***Options I, II, III, IV***2.5. 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)
Fenómenos de Transporte / Transport Phenomena	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Termodinâmica, Cinética e Reatividade / Thermodynamics, Kinetics and Reactivity	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Química Geral e Métodos Analíticos Físico-Químicos / General Chemistry and Physico-Chemical Analytical Methods	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Ciência de Separação / Separation Science	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Materiais para Reações Químicas: Catálise Heterogénea/Materials for Chemical Reactions: Heterogeneous Catalysis	CM / MatSci	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional
Materiais Híbridos e Compósitos / Hybrid and Composite Materials	CM / MatSci	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional
Materiais Poliméricos / Polymer Materials	CM / MatSci	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional
Materiais Inorgânicos / Inorganic Materials	CM / MatSci	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional

**(8 Items)****Mapa II - Ramo Nanociências e Nanotecnologias - Opção V****2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Nanociências e Nanotecnologias***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Nanosciences and Nanotechnology***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Opção V***2.4. Curricular year/semester/trimester:***Option V*

**2.5. 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)
Engenharia de Coloides e de Superfícies / Colloid and Surface Engineering	Q / Chem	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Caracterização Estrutural e Microestrutural de Sólidos/Structural and Microstructural Characterisation of Solids (2 Items)	Q / Chem	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional

**Mapa II - Ramo Energia e Ambiente - 1.º Ano / 1.º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Energia e Ambiente***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Energy and Environment***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º Ano / 1.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 1st Semester***2.5. 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)
Caracterização de Materiais Porosos / Characterization of Porous Materials	Q / Chem	Semestre / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Obrigatória / Mandatory
Requisitos de Segurança, Saúde e Ambiente para uma Química Sust./Safety, Security, Health and Environmental Requirements for a Sustainable Chemistry	Q / Chem	Semestre / Semester	50	T:15; S:5; OT:5	2	Obrigatória / Mandatory
Garantia da Qualidade e da Prática Laboratorial/Quality Assurance and Laboratory Practice	Q / Chem	Semestre / Semester	50	T:15; S:5; OT:5	2	Obrigatória / Mandatory
Lei Internacional e Europeia de Trabalho e Ambiente/International and European Working Law and Environmental Law	Dt / Law	Semestre / Semester	50	T:15; S:5; OT:5	2	Obrigatória / Mandatory
Projeto Individual I/ Individual Project I	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	150	OT:15	6	Obrigatória / Mandatory
Opção I / Option I	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional
Opção II / Option II	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional
Opção III / Option III	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional
Opção IV / Option IV	CM ou EQ /	Semestre	75	n.a.(depende	3	Opcional /

	MatSci or ChemEng	/	Semester	da opção escolhida)		Optional
Opção V / Option V	Q / Chem	/	Semestre 75 Semester	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional

(10 Items)

**Mapa II - Ramo Energia e Ambiente - 1.º Ano / 2.º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Energia e Ambiente***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Energy and Environment***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º Ano / 2.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 2nd Semester***2.5. 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)
Processos com Membranas / Membrane Processes	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	100	T:25; S:30; OT:10	4	Obrigatória / Mandatory
Desenho de Processos / Process Design	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	125	T:40; PL:20; S:5; OT:20	5	Obrigatória / Mandatory
Cinética Reaccional Aplicada / Applied Reaction Kinetics	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	100	T:25; PL:10; S:15; OT:15	4	Obrigatória / Mandatory
Processos de Separação/Separation Processes	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	125	T:25; PL:15; S:15; OT:25	5	Obrigatória / Mandatory
Projeto Individual II/ Individual Project II	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	150	OT:25	6	Obrigatória / Mandatory
Gestão de Capital Intelectual / Intellectual Capital Management	E / Eco	Semestral / Semester	75	T:25; S:10; OT:10	3	Obrigatória / Mandatory
Valorização, Comercialização e Empreendedorismo / Valorisation, Commercialisation and Entrepreneurship	E / Eco	Semestral / Semester	75	T:25; S:10; OT:10	3	Obrigatória / Mandatory

(7 Items)

**Mapa II - Ramo Energia e Ambiente - 2.º Ano / 1.º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:**

**Mestre****2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Energia e Ambiente***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Energy and Environment***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2.º Ano / 1.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd Year / 1st Semester***2.5. 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)
Baterias, Células de Combustível e Electrolisadores / Batteries, Fuel Cells and Electrolysers	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	125	T:20; PL:40; S:10; OT:20; O:5	5	Obrigatória / Mandatory
Membranas para Separação de Gases/Membranes for Gas Separation	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	125	T:20; PL:40; S:10; OT:20; O:5	5	Obrigatória / Mandatory
Transporte Multicomponente em Tratamento de Água / Multi-Component Mass Transport In Water Treatment	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	125	T:20; PL:40; S:10; OT:20; O:5	5	Obrigatória / Mandatory
Desenho de Instalações de Processos com Membranas / Membrane Process Plant Design	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	125	T:15; S:5; OT:10	5	Obrigatória / Mandatory
Dispositivos e Conceitos Microfluidicos/Microfluidic Concepts and Devices	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	100	T:20; S:10; OT:15	4	Obrigatória / Mandatory
Projeto Individual III/ Individual Project III	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	150	OT:25	6	Obrigatória / Mandatory
<b>(6 Items)</b>						

**Mapa II - Ramo Energia e Ambiente - 2.º Ano / 2.º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Energia e Ambiente***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Energy and Environment***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2.º Ano / 2.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd Year / 2nd Semester***2.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares /	Área Científica /	Duração /	Horas Trabalho /	Horas Contacto /	ECTS	Observações /
-------------------------	-------------------	-----------	------------------	------------------	------	---------------

Curricular Units	Scientific Area (1)	Duration (2)	Working Hours (3)	Contact Hours (4)	ECTS	Observations (5)
Dissertação / Master Thesis (1 Item)	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	750	OT:75	30	Obrigatória / Mandatory

## Mapa II - Ramo Energia e Ambiente - Opções I, II, III e IV

### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)*

### 2.1. Study Programme:

*Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)*

### 2.2. Grau:

*Mestre*

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

*Ramo Energia e Ambiente*

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

*Branch Energy and Environment*

### 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*Opções I, II, III e IV*

### 2.4. Curricular year/semester/trimester:

*Options I, II, III, IV*

### 2.5. 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)
Fenómenos de Transporte / Transport Phenomena	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Termodinâmica, Cinética e Reatividade / Thermodynamics, Kinetics and Reactivity	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Química Geral e Métodos Analíticos Físico-Químicos / General Chemistry and Physico-Chemical Analytical Methods	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Ciência de Separação / Separation Science	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Materiais para Reações Químicas: Catálise Heterógena/Materials for Chemical Reactions: Heterogeneous Catalysis	CM / MatSci	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional
Materiais Híbridos e Compósitos / Hybrid and Composite Materials	CM / MatSci	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional
Materiais Poliméricos / Polymer Materials	CM / MatSci	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional
Materiais Inorgânicos / Inorganic Materials	CM / MatSci	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional

(8 Items)

## Mapa II - Ramo Energia e Ambiente - Opção V

### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)*

**2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Energia e Ambiente***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Energy and Environment***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Opção V***2.4. Curricular year/semester/trimester:***Option V***2.5. 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)
Engenharia de Coloides e de Superfícies / Colloid and Surface Engineering	Q / Chem	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Caracterização Estrutural e Microestrutural de Sólidos/Structural and Microstructural Characterisation of Solids (2 Items)	Q / Chem	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional

**Mapa II - Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde - 1.º Ano / 1.º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Biotechnologies, Food and Health***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º Ano / 1.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 1st Semester***2.5. 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)
--	---	------------------------------	--	--	------	--------------------------------------

Caracterização de Materiais Porosos / Characterization of Porous Materials	Q / Chem	Semestre / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Obrigatória / Mandatory
Requisitos de Segurança, Saúde e Ambiente para uma Química Sust./Safety, Security, Health and Environmental Requirements for a Sustainable Chemistry	Q / Chem	Semestre / Semester	50	T:15; S:5; OT:5	2	Obrigatória / Mandatory
Garantia da Qualidade e da Prática Laboratorial/Quality Assurance and Laboratory Practice	Q / Chem	Semestre / Semester	50	T:15; S:5; OT:5	2	Obrigatória / Mandatory
Lei Internacional e Europeia de Trabalho e Ambiente/International and European Working Law and Environmental Law	Dt / Law	Semestre / Semester	50	T:15; S:5; OT:5	2	Obrigatória / Mandatory
Projeto Individual I / Individual Project I	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	150	OT:15	6	Obrigatória / Mandatory
Opção I / Option I	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional
Opção II / Option II	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional
Opção III / Option III	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional
Opção IV / Option IV	CM ou EQ / MatSci or ChemEng	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional
Opção V / Option V	Q / Chem	Semestre / Semester	75	n.a.(depende da opção escolhida)	3	Opcional / Optional

(10 Items)

**Mapa II - Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde - 1.º Ano / 2.º Semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Biotechnologies, Food and Health***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1.º Ano / 2.º Semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 2nd Semester***2.5. 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)
Processos com Membranas / Membrane Processes	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	100	T:25; S:30; OT:10	4	Obrigatória / Mandatory
Desenho de Processos / Process Design	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	125	T:40; PL:20; S:5; OT:20	5	Obrigatória / Mandatory
Cinética Reaccional Aplicada / Applied Reaction Kinetics	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	100	T:25; PL:10; S:15; OT:15	4	Obrigatória / Mandatory
Processos de Separação/Separation Processes	EQ / ChemEng	Semestral	125	T:25; PL:15; S:15;	5	Obrigatória /

Projeto Individual II / Individual Project II	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	150	OT:25	6	Mandatory / Obrigatória
Gestão de Capital Intelectual / Intellectual Capital Management	E / Eco	Semestral / Semester	75	T:25; S:10; OT:10	3	Mandatory / Obrigatória
Valorização, Comercialização e Empreendedorismo / Valorisation, Commercialisation and Entrepreneurship	E / Eco	Semestral / Semester	75	T:25; S:10; OT:10	3	Mandatory / Obrigatória

(7 Items)

## Mapa II - Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde - 2.º Ano / 1.º Semestre

### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)*

### 2.1. Study Programme:

*Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)*

### 2.2. Grau:

*Mestre*

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

*Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde*

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

*Branch Biotechnologies, Food and Health*

### 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*2.º Ano / 1.º Semestre*

### 2.4. Curricular year/semester/trimester:

*2nd Year / 1st Semester*

### 2.5. 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)
Contactores de Membranas e Bio-reactores / Membrane Contactors and Bioreactors	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	150	T:28; TP:9; PL:6; OT:14	6	Mandatory / Obrigatória
Membranas em Processos de Separação / Membranes in Downstream Processing	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	150	T:28; TP:9; PL:6; OT:14	6	Mandatory / Obrigatória
Membranas Barreira para Aplicações Alimentares / Barrier Membranes for Food Applications	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	150	T:28; TP:9; PL:6; OT:14	6	Mandatory / Obrigatória
Membranas em Medicina Regenerativa / Membranes in Regenerative Medicine	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	150	T:28; TP:9; PL:6; OT:14	6	Mandatory / Obrigatória
Projeto Individual III / Individual Project III	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	150	TP:14; OT:28	6	Mandatory / Obrigatória

(5 Items)

## Mapa II - Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde - 2.º Ano / 2.º Semestre

### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)*

### 2.1. Study Programme:

*Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)*

### 2.2. Grau:

*Mestre*



**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde*

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Branch Biotechnologies, Food and Health*

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*2.º Ano / 2.º Semestre*

**2.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*2nd Year / 2nd Semester*

#### 2.5. 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)
Dissertação / Master Thesis (1 Item)	EQ / ChemEng	750	750	OT:75	30	Obrigatória / Mandatory

#### Mapa II - Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde - Opções I, II, III e IV

**2.1. Ciclo de Estudos:**  
*Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)*

**2.1. Study Programme:**  
*Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)*

**2.2. Grau:**  
*Mestre*

**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde*

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Branch Biotechnologies, Food and Health*

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*Opções I, II, III e IV*

**2.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*Options I, II, III, IV*

#### 2.5. 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)
Fenómenos de Transporte / Transport Phenomena	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Termodinâmica, Cinética e Reatividade / Thermodynamics, Kinetics and Reactivity	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Química Geral e Métodos Analíticos Físico-Químicos / General Chemistry and Physico-Chemical Analytical Methods	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Ciência de Separação / Separation Science	EQ / ChemEng	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Materiais para Reacções Químicas: Catálise	CM / MatSci	Semestral	75	T:15; PL:10; S:5;	3	Optativa /

Heterógenea/Materials for Chemical Reactions: Heterogeneous Catalysis	/	Semester	75	OT:10	3	Optional
Materiais Híbridos e Compósitos / Hybrid and Composite Materials	CM / MatSci	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional
Materiais Poliméricos / Polymer Materials	CM / MatSci	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional
Materiais Inorgânicos / Inorganic Materials	CM / MatSci	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional

(8 Items)

**Mapa II - Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde - Opção V****2.1. Ciclo de Estudos:***Mestrado Erasmus Mundus em Engenharia de Membranas (EM3E)***2.1. Study Programme:***Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering (EM3E)***2.2. Grau:***Mestre***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Ramo Biotecnologia, Alimentação e Saúde***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Branch Biotechnologies, Food and Health***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Opção V***2.4. Curricular year/semester/trimester:***Option V***2.5. 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 (6)
Engenharia de Coloides e de Superfícies / Colloid and Surface Engineering	Q / Chem	Semestral / Semester	75	T:25; PL:15	3	Optativa / Optional
Caracterização Estrutural e Microestrutural de Sólidos/Structural and Microstructural Characterisation of Solids	Q / Chem	Semestral / Semester	75	T:15; PL:10; S:5; OT:10	3	Optativa / Optional

(2 Items)

**3. Objetivos do ciclo de estudos e Unidades Curriculares****3.1. Dos objetivos do ciclo de estudos****3.1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos:**

*O EM3E reúne áreas de ciência e engenharia de membranas que, de outra forma, estariam espalhadas por diferentes currículos. Este prepara o estudante para um papel de liderança na investigação e desenvolvimento de futuras gerações de tecnologias e sistemas com membrana. O EM3E nasceu de uma estreita colaboração entre parceiros através da European Research Network of Excellence NanoMemPro "Expanding membrane macroscale applications by exploring nanoscale material properties" (UE-FP6), notando a necessidade para construir um novo currículo exclusivamente dedicado à ciência de membranas. O consórcio é composto por 6 universidades, parceiros de pleno direito, líderes mundiais em investigação e educação em ciências de membranas: UTwente, Holanda; UNL, Portugal; UNIZAR, Espanha; UCT, Praga, República Checa; UPS, Toulouse, França e UM, França, organização coordenadora. Os parceiros associados são o UNICAL, Itália, KU Leuven, Bélgica e a Universidade Hassan II de Mohammedia (Marrocos).*

**3.1.1. Generic objectives defined for the study programme:**

*The Erasmus Mundus Master in Membrane Engineering EM3E brings together areas of membrane science and engineering that would otherwise be spread across different curricula. It prepares student to take a leading role in the research and development of future generations of membrane technologies and systems. EM3E was born from a close collaboration between the partners through the European Research Network of Excellence NanoMemPro “Expanding membrane macroscale applications by exploring nanoscale material properties” (EU-FP6), noting the crucial need to build a new curriculum solely dedicated to membrane science. Consortium is composed of six Universities as full partners, world leaders in membrane research and education: UTwente, Netherlands; UNL, Portugal; UNIZAR, Spain; UCT, Prague, Czech Republic; UPS, Toulouse, France and UM, France, coordinating organization. Associated partners are the UNICAL, Italy, KULeuven, Belgium and the Université Hassan II of Mohammedia (Morocco).*

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

*EM3E dá competências e resultados profissionais de grande valor para futuras carreiras académicas e/ou profissionais em:*

*Ciência dos Materiais e Engenharia Química S1*

*Tecnologias e Modelação S2*

*Biotecnologia, Alimentos, Tecnologias Farmacêuticas e Biomédicas S3-UNL*

*Nanociência e Nanotecnologia S3-UNIZAR*

*Energia e Meio Ambiente S3-UTwente.*

*EM3E dará conhecimento em engenharia de membranas e uma 1ª experiência em investigação através do estágio em laboratório ou empresa.*

*Skills:*

*Ser capaz de comunicar a nível profissional*

*Ter uma mente analítica, estar preparado para o mercado de trabalho*

*Ser capaz de gerir uma equipa ou projeto*

*Ter boa capacidade de adaptação a um ambiente multicultural e internacional*

*Utilizar as novas tecnologias da informação e da comunicação e métodos e técnicas modernas de investigação*

*Construir um projeto científico e escrever uma proposta científica*

*Ser capaz de assumir qualquer posição de engenheiro/investigador em indústria ou laboratório*

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

*EM3E gives highly valuable competences and professional outcomes for future academic and/or professional careers in:*

*Materials Science and Chemical Engineering S1*

*Technologies and Modelling S2*

*Biotechnology, Food, Pharmaceutical and Biomedical Technologies S3-UNL*

*Nanoscience and Nanotechnology S3-UNIZAR*

*Energy and Environmental S3-UTwente.*

*EM3E will provide knowledge in membrane engineering and a 1st experience in research through the internship in an academic laboratory or company.*

*Skills:*

*to be able to communicate at a professional level*

*to have an analytical mind, be prepared to the labour market*

*to be able to manage a team or a project*

*to get a good ability to adapt multicultural and international environment*

*to use new information and communication technologies and modern research methods and techniques*

*to build a scientific project and write a research proposal*

*to be able to take all position of engineer/researcher in industry or academic lab*

**3.1.3. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa face à missão da instituição:**

*Os objetivos definidos para o ciclo de estudos são coerentes com a missão e a estratégia da FCT/UNL, tal como estabelecido na sua Política de Qualidade e nas orientações estratégicas adotadas pela Escola para o quadriénio 2014-2017. Em particular, observa-se um alinhamento de objetivos ao nível do estabelecimento de parcerias com valor acrescentado, potenciadoras de uma cultura de qualidade e reconhecimento internacional, designadamente através da:*

*1 – Promoção de um ensino de excelência, veiculado por um programa curricular competitivo, elegendo o mérito como medida essencial da avaliação e contribuindo para a formação de profissionais altamente qualificados;*

*2 – Criação de uma base de participação interinstitucional, voltada para a integração de diferentes culturas científicas, com o objetivo de desenvolver sinergias para o ensino e a investigação. Em particular, o ciclo de estudos contribui para a consolidação de uma rede de ensino e investigação à escala Europeia;*

*3 – Valorização do capital acumulado pela Escola no domínio da interdisciplinar da Engenharia de Membranas, através da criação de sinergias com Instituições Europeias de mérito reconhecido, contribuindo para a formação de profissionais altamente competentes numa área científica com elevado potencial na resolução de problemas com impacto social e económico.*

**3.1.3. Insertion of the study programme in the institutional training offer strategy against the mission of the institution:**

*The objectives of this Programme are consistent with the mission and strategy of the institution, as expressed in its Quality Policy and strategic guidelines for the period 2014-2017. More specifically, objectives are aligned with respect to the establishment of added-value partnerships, which promote a culture of quality and international recognition, namely through the:*

- 1 – *Promotion of teaching excellence based on a competitive curricular programme built around merit principles, thus contributing to education and training of highly qualified professionals;*
- 2 – *Establishment of an institutional partnership focused on the integration of diverse scientific cultures, aiming at the creation of synergies for teaching and research purposes. In particular, this Programme has the potential for consolidate an established European teaching and research network;*
- 3 – *Enrich the stock of accumulated capital by FCT/UNL in the interdisciplinary field of Membrane Engineering, through the creation of synergies with European institutions of recognized prestige, leading to the formation of highly educated professionals in a scientific area relevant for addressing and solving relevant social and economical challenges.*

### 3.2. Organização das Unidades Curriculares

#### Mapa III - Caracterização de Materiais Porosos / Characterization of Porous Materials

##### 3.2.1. Unidade curricular:

*Caracterização de Materiais Porosos / Characterization of Porous Materials*

##### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Anne JULBE - T:7.5h;PL:5h;S:2.5h;OT:5h*

##### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*André AYRAL - T:7.5h;PL:5h;S:2.5h;OT:5h*

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

*Competências Específicas*

1. *Conhecer conceitos gerais sobre materiais porosos e porosidade*
  2. *Ter um conhecimento geral sobre as principais técnicas de caracterização da porosidade*
  3. *Ser capaz de desenvolver uma estratégia analítica e métodos analíticos para a caracterização da porosidade*
- Competências Genéricas*
4. *Competências de comunicação. Elaboração e apresentação de "posters" de trabalhos de projecto*
  5. *Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*
  6. *Capacidade de realizar trabalho em equipa*

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

*Specific Competencies*

1. *To know general concepts about porous materials and porosity*
2. *To have a general knowledge about the main techniques for the characterization of porosity*
3. *To be able to develop an analytical strategy and analytical methods for the characterisation of porosity*

*Generic Competences*

4. *Communication skills. Preparation and display of 'posters' reporting project work*
5. *To perform bibliographic searches and to process the acquired information*
6. *Ability to perform team-work*

##### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Descrição dos materiais porosos - Definições*
2. *Técnicas de caracterização estática*
  - 2.1. *Estereologia*
  - 2.2. *Métodos intrusivos*
  - 2.3. *Métodos não intrusivos*
3. *Técnicas de caracterização dinâmica*
  - 3.1. *Medições de rejeição*
  - 3.2. *Técnicas de deslocamento de líquidos*

##### 3.2.5. Syllabus:

1. *Description of porous materials- Definitions*
2. *Static characterisation techniques*
  - 2.1. *Stereology*
  - 2.2. *Intrusive methods*
  - 2.3. *Non intrusive methods*
3. *Dynamic characterisation techniques*
  - 3.1. *Rejection measurements*
  - 3.2. *Liquid displacement techniques*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular estão desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda na área de caracterização de materiais porosos.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the scientific field, provide him tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate him to search for new insights in the characterization of porous materials.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Seminários do pessoal docente  
Apresentações de profissionais e investigadores externos  
Aulas de laboratório em grupos. Caracterização de diferentes tipos de materiais porosos  
Resolução de exercícios  
Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.  
Orientação tutorial.  
Discussão e análise dos resultados obtidos no laboratório.  
Preparação de trabalhos  
Estudo pessoal  
Apresentações orais  
Exames*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures by teaching staff  
Presentations by external professionals and researchers  
Lab coursed in groups. Characterization of different types of porous materials  
Solving exercises  
Solving questions presented by the students.  
Direction of the self-learning of the student.  
Orientation in the personal assignments.  
Discussion and analysis of the results obtained in the laboratory.  
Preparation of assignments  
Personal study  
Oral presentations  
Examinations*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da leccionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*1.Lecture notes  
2.Slide shows  
3.Methods for the characterisation of porous structure in membrane materials" A. JULBE, J.D.F. RAMSAY, in "Fundamentals of Inorganic Membrane Science and Technology", Membrane Science and Technology Series 4, Ed. A.J. Burggraaf and L. Cot, Elsevier (Amsterdam, NL), Chapter 4, 1996, pp: 67-118.*

**Mapa III - Safety,Security,Health and Environmental Requirements for a Sustainable Chemistry****3.2.1. Unidade curricular:**

*Safety,Security,Health and Environmental Requirements for a Sustainable Chemistry*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Sylvain Caillol - T:15h;S:5h; OT:5h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***<sem resposta>***3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

1. *Conhecer os princípios-chave de química sustentável, saúde e segurança ambientais.*
  2. *Aprender as leis ambientais aplicáveis, os regulamentos e as tecnologias apropriadas para proteger o ar, a água e os recursos terrestres.*
  3. *Conhecer as estratégias e tecnologias atualmente utilizadas na avaliação do ciclo de vida e no ecodesign*
  4. *Conhecer as estratégias e tecnologias atualmente utilizadas para eliminar, reduzir, reciclar, manuseamento, tratamento, armazenamento e eliminação de poluentes no ambiente.*
  5. *Ter uma visão geral dos fundamentos da higiene industrial. Será dada ênfase aos efeitos toxicológicos de várias substâncias industriais no corpo; Monitorização e amostragem pessoal dessas substâncias e proteção pessoal contra tais substâncias.*
- Competências Genéricas*
6. *Conhecimento de Direito da Saúde e Segurança e Direito Ambiental*
  7. *Capacidade de aplicar esse conhecimento em situações práticas.*
  8. *Compreensão de questões jurídicas contemporâneas relacionadas.*

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

1. *To know the key principles of sustainable chemistry, environmental health and safety.*
  2. *To learn the applicable environmental laws, regulations and the appropriate technologies for protecting air, water and land resources.*
  3. *To know strategies and technologies currently in use in life cycle assessment and ecodesign*
  4. *To know strategies and technologies currently in use for eliminating, reducing recycling, handling, treating, storing and disposing of pollutants into the environment.*
  5. *To know an overview of the fundamentals of industrial hygiene. Emphasis will be placed on the toxicological effects of various industrial substances on the body; monitoring and personal sampling for these substances and personal protection against such substances.*
- Generic Competences*
6. *Sound knowledge of Health and Safety Law and Environmental Law*
  7. *Ability to apply that knowledge in practical situations.*
  8. *Understanding of related contemporary legal issues.*

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução, conceitos gerais de desenvolvimento sustentável*
2. *Conceitos gerais e desafios da química sustentável*
3. *Gestão Ambiental e Tecnologia. Eco-Gestão e Auditoria (EMAS) e ISO 14001. ISO 26000*
4. *Gestão Comportamental Aplicada*
5. *Conceitos de avaliação / análise do ciclo de vida e exemplos industriais*
6. *Ecodesign*
7. *Gestão Estratégica de Riscos.*
8. *Saúde Ocupacional. Laboratório de Saúde Ocupacional. Segurança no trabalho.*
9. *Sustentabilidade Organizacional.*

**3.2.5. Syllabus:**

1. *Introduction, general concepts of sustainable development*
2. *General concepts and challenges of sustainable chemistry*
3. *Environmental Management and Technology. Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) and ISO 14001. ISO 26000*
4. *Applied Behavioural Management*
5. *Life cycle assessment/analysis concepts and industrial examples*
6. *Ecodesign*
7. *Strategic Risk Management.*
8. *Occupational Health. Occupational Health Lab. Occupational Safety.*
9. *Organizational Sustainability.*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os requisitos de segurança, saúde e ambiente para uma química sustentável e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the Safety, Security, Health and Environmental Requirements for a Sustainable Chemistry, and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Seminários do pessoal docente*  
*Apresentações do corpo docente*  
*Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.*  
*Orientação tutorial.*  
*Discussão e análise dos resultados obtidos no projeto.*  
*Preparação de trabalhos*  
*Estudo pessoal*  
*Apresentações orais*  
*Exames*  
*Sistema de avaliação:*  
 1. *Assistência e participação na aula*  
 2. *Resolução de questões individualmente*  
 3. *Apresentação Oral*  
 4. *Exame*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures by teaching staff*  
*Presentations by teaching staff*  
*Solving questions presented by the students.*  
*Direction of the self-learning of the student.*  
*Orientation in the personal assignments.*  
*Discussion and analysis of the results obtained within the project.*  
*Preparation of assignments*  
*Personal study*  
*Oral presentations*  
*Examinations*  
*System for assessment and evaluation:*  
 1. *Assistance and participation in class*  
 2. *Personal assignments*  
 3. *Oral Presentation*  
 4. *Examination*

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

*A natureza das aulas e as sessões tutoriais permitem: i) exposição dos conceitos e racionalidade das diferentes decisões; ii) ilustração com exemplos reais e actuais; iii) discussão dos aspectos mais pertinentes para os trabalhos em curso. Deste modo, as aulas e sessões tutoriais contribuem para sedimentar a aprendizagem, estimulando-se uma análise crítica dos requisitos de segurança, saúde e ambiente para uma química sustentável.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The lectures and the tutorial sessions allow: i) exposition of the concepts and rationale of the different decisions, ii) illustration with (mostly current) real world examples; iii) discussion of the issues that are more relevant to the work in progress. Thus, these lectures and tutorial sessions contribute to sediment learning, stimulating a critical analysis of Safety, Security, Health and Environmental Requirements for a Sustainable Chemistry.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

*Technical publications and legislation*

## Mapa III - Garantia da Qualidade e da Prática Laboratorial/Quality Assurance and Laboratory Practice

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Garantia da Qualidade e da Prática Laboratorial/Quality Assurance and Laboratory Practice*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Clémence Coetsier - T:15h;S:5h;OT:5h*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*<sem resposta>*

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

*Competências Específicas*  
 1. *Conhecer os objetivos de boas práticas de laboratório, termos e padrões fundamentais.*  
 2. *Saber interpretar a organização de laboratório e condições de trabalho, acreditação de laboratório e testes de proficiência.*  
 3. *Compreender o princípio principal assegurando a qualidade dos resultados laboratoriais e saber quando e como usar que ferramentas de qualidade*  
 4. *Compreender as necessidades de garantia de qualidade e de boas práticas laboratoriais nas práticas (como validar estatisticamente os resultados)*

5. *Compreender os requisitos, a metodologia e os condicionamentos relacionados com a aplicação da norma ISO*
- Competências Genéricas*
6. *Realizar pesquisas bibliográficas, processar as informações adquiridas e*
7. *Capacidade para realizar trabalho em equipa*
8. *Capacidade de aplicar esse conhecimento a exercícios práticos*

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

#### *Specific Competencies*

1. *To know the goals of good laboratory practice, fundamental terms and standards.*
2. *To know interpret the organization of laboratory and work conditions, laboratory accreditation and proficiency testing.*
3. *To understand major principle assuring quality of the laboratory results and know when and how to use which quality tools*
4. *To understand needs of quality assurance and good laboratory practice application in practices (how to statistically validate results)*
5. *To understand the requirements, methodology and constraints related to application of ISO standard*

#### *Generic Competences*

6. *To perform bibliographic searches, process the acquired information and communicate*
7. *Ability to perform team-work*
8. *Ability to apply that knowledge to practical exercises*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução, história, conceitos gerais da garantia de qualidade e gestão da qualidade.*
2. *Boas práticas de resolução de problemas e ferramentas de qualidade*
3. *Princípios e objetivos da garantia de qualidade e da boa prática laboratorial.*
4. *Normas ISO e acreditação de laboratório*
5. *Qualidade da medida (Estatística e Desenho de Experiências)*

### 3.2.5. Syllabus:

1. *Introduction, history, general concepts of the Quality assurance and quality management.*
2. *Good problem-solving practice principles and quality tools*
3. *The quality assurance and good laboratory practice principles and goals.*
4. *ISO standards and Laboratory accreditation*
5. *Quality of the measure (Statistics and Design of Experiments)*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar a Garantia da Qualidade e da Prática Laboratorial e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro desse domínio.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the Quality Assurance and Laboratory Practice and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- Aulas teóricas.*
- Apresentações do corpo docente.*
- Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.*
- Orientação tutorial.*
- Discussão e análise dos resultados obtidos no projeto.*
- Preparação de trabalhos*
- Estudo pessoal*
- Apresentações orais*
- Exames*
- Sistema de avaliação:*
- 1. *Assistência e participação na aula*
- 2. *Resolução de questões individualmente*
- 3. *Apresentação Oral*
- 4. *Exame*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

- Lectures by teaching staff*
- Presentations by teaching staff*
- Solving questions presented by the students.*
- Direction of the self-learning of the student.*
- Orientation in the personal assignments.*
- Discussion and analysis of the results obtained within the project.*
- Preparation of assignments*



*Personal study*  
*Oral presentations*  
*Examinations*  
*System for assessment and evaluation:*  
 1. *Assistance and participation in class*  
 2. *Personal assignments*  
 3. *Oral Presentation*  
 4. *Examination*

**3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

- *Le grand livre de la qualité: Management par la qualité dans l'industrie, une affaire de méthodes; R. Ernoul, 2010 AFNOR*
- *Shoji Shiba and David Walden, 2002, Quality Process Improvement Tools and Techniques, IAQ*
- *Design and analysis of experiments, C.C. Montgomery, 5th Ed., Wiley India Pvt. Limited, 2006, 696 pp.*
- *<http://totalqualitymanagement.wordpress.com>, July 2012*
- *Trends in Analytical Chemistry, Vol. 23, No. 8, 2004: Trends in quality in the analytical laboratory. II. Analytical method validation and quality assurance Isabel Taverniers, Marc De Loose, Erik Van Bockstaele*
- *[www.afnor.org/](http://www.afnor.org/) July 2014*
- *<http://goldbook.iupac.org/>, July 2014*
- *<http://www.stats.gla.ac.uk/steps/glossar>, July 2012*
- *NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods, <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>, July 2013*

**Mapa III - Lei Inter. e Eur.de Trabalho e Ambiente/International and European Working Law and Environmental Law**

**3.2.1. Unidade curricular:**

*Lei Inter. e Eur.de Trabalho e Ambiente/International and European Working Law and Environmental Law*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Alice Charron - T:15h;S:5h;OT:5h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*<sem resposta>*

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

*Competências Específicas*

1. *Ter um conhecimento geral no domínio do direito do trabalho e do direito da segurança social, tanto a nível internacional como da União Europeia.*
2. *Compreender a interação entre o direito do trabalho europeu, internacional e nacional.*
3. *Compreender as questões atuais no domínio do direito do trabalho e da política social europeus.*
4. *Ser capaz de reconhecer a questão jurídica na jurisprudência*
5. *Possuir um conhecimento geral sobre as fontes de direito ambiental e as instituições*
6. *Ser capaz de fazer uma comparação no direito ambiental entre a França e outros países*

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

*Specific Competencies*

1. *To have a general knowledge in the field of labour law and social security law, at both an international and European Union level.*
2. *To understand the interaction between European, international and national labour law.*
3. *To understand the current issues in the field of European labour law and social policy.*
4. *To be able to recognize the legal issue in case law*
5. *To have a general knowledge in the sources of environmental law and the institutions*
6. *To be able to make a comparative in environmental law between France and other countries*

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução, conceitos gerais.*
2. *Direito do trabalho individual e coletivo.*
3. *Direito laboral internacional e comparado.*
4. *Direito laboral europeu e política social.*
5. *Direito de segurança social europeu e internacional.*
6. *Fontes do direito ambiental*

### 3.2.5. Syllabus:

1. *Introduction, general concepts.*
2. *Individual and Collective labour law.*
3. *International and Comparative labour law.*
4. *European labour law and Social policy.*
5. *European and International social security law.*
6. *Environmental law sources*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar a importância da lei internacional e europeia de Trabalho e Ambiente.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the International and European Working and Environmental Law.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- Aulas Teóricas*
- Apresentações do corpo docente*
- Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.*
- Orientação tutorial.*
- Discussão e análise dos resultados obtidos no projeto.*
- Preparação de trabalhos*
- Estudo pessoal*
- Apresentações orais*
- Exames*
- Sistema de avaliação:*
  1. *Assistência e participação na aula*
  2. *Resolução de questões propostas individualmente*
  3. *Apresentação Oral*
  4. *Exame*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

- Lectures by teaching staff*
- Presentations by teaching staff*
- Solving questions presented by the students.*
- Direction of the self-learning of the student.*
- Orientation in the personal assignments.*
- Discussion and analysis of the results obtained within the project.*
- Preparation of assignments*
- Personal study*
- Oral presentations*
- Examinations*
- System for assessment and evaluation:*
  1. *Assistance and participation in class*
  2. *Personal assignments*
  3. *Oral Presentation*
  4. *Examination*

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

*A natureza das aulas e as sessões tutoriais permitem: i) exposição dos conceitos e racionalidade das diferentes decisões; ii) ilustração com exemplos reais e actuais; iii) discussão dos aspectos mais pertinentes para os trabalhos em curso. Deste modo, as aulas e sessões tutoriais contribuem para sedimentar a aprendizagem, estimulando-se uma análise crítica da importância da lei internacional e europeia de Trabalho e Ambiente.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The lectures and the tutorial sessions allow: i) exposition of the concepts and rationale of the different decisions, ii) illustration with (mostly current) real world examples; iii) discussion of the issues that are more relevant to the work in progress. Thus, these lectures and tutorial sessions contribute to sediment learning, stimulating a critical analysis of the importance of the International and European Working and Environmental Law.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. *Case law*
2. *European Environmental law (4th edition) by Jan H Jans and HB Vedder by Europa law publishing*
3. *Environmental protection, Law and Policy: Text and materials by Jane Holder and Maria Lee in the law in context series published by Cambridge University Press*

**Mapa III - Processos com Membranas / Membrane Processes****3.2.1. Unidade curricular:**

*Processos com Membranas / Membrane Processes*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Karel Bouzek - T:12.5h;S:15h;OT:5h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Vlastimil Fila - T:12.5h;S:15h;OT:5h*

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

*Competências Específicas*

1. *Entender conceitos gerais de tecnologia de membrana*
  2. *Ser capaz de aplicar conhecimentos prévios adquiridos em processos de separação e fenómenos de transporte nos processos de separação com membranas*
  3. *Entender os mecanismos de transporte nas membranas*
  4. *Conhecer as principais aplicações das membranas em processos de separação, processos de reação / separação e novas aplicações de interesse tecnológico*
  5. *Conhecer os fundamentos da preparação de membrana e do método de caracterização*
- Competências Genéricas*
6. *Competências de comunicação. Elaboração e apresentação de "posters" de trabalhos de projeto*
  7. *Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*
  8. *Capacidade de realizar trabalho em equipa*

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

*Specific Competencies*

1. *To understand general concepts of membrane technology*
2. *To be able to apply previous knowledge acquired in separation processes and transport phenomena in the separation processes with membranes*
3. *To understand transport mechanisms in membranes*
4. *To know the main applications of membranes in separation processes, reactor/separation processes and new applications of technological interest*
5. *To know basic of membrane preparation and characterization method*

*Generic Competences*

6. *Communication skills. Preparation and display of 'posters' reporting project work*
7. *To perform bibliographic searches and to process the acquired information*
8. *Ability to perform team-work*

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Tipos básicos de membrana e sua preparação*
2. *Propriedades características das membranas, métodos de teste*
3. *Processos de separação de membranas-classificação de acordo com as forças motrizes*
4. *Processos de separação de membranas baseados no gradiente de concentração - osmose, diálise*
5. *Processos de membrana com pressão-osmose reversa, ultrafiltração, microfiltração, nanofiltração*
6. *Processos eletromembranares-eletródialise, eletrodeionização*
7. *Membranas de permuta iónica como eletrólito sólido - eletrólise de membrana "zero-gap"*
8. *Utilização de membranas de permuta iónica em células de combustível*
9. *Membranas micro e meso-porosas para separação de gases e líquidos*
10. *Mecanismo de transferência de massa em membranas*
11. *Utilização de membranas em tecnologias de separação, aplicações industriais*
12. *Reactores de membrana para reações homogéneas*
13. *Reactores de membrana para reações catalíticas heterogéneas*
14. *Tecnologias de membrana na indústria química, áreas de desenvolvimento*

**3.2.5. Syllabus:**

1. *Basic membrane types and their preparation*
2. *Characteristic properties of membranes, methods of testing*
3. *Membrane separation processes – classification according to the driving forces*
4. *Membrane separation processes based on the concentration gradient - osmosis, dialysis*
5. *Pressure membrane processes – reverse osmosis, ultrafiltration, microfiltration, nanofiltration*

6. *Electromembrane processes – electrodialysis, electrodeionization*
7. *Ion exchange membranes as solid electrolyte – “zero-gap” membrane electrolysis*
8. *Utilization of ion exchange membranes in fuel cells*
9. *Micro- and mezzo- porous membranes for gas and liquid separation*
10. *Mechanism of mass transfer in membranes*
11. *Utilization of membranes in separation technologies, industrial applications*
12. *Membrane reactors for homogeneous reactions*
13. *Membrane reactors for heterogeneous catalytic reactions*
14. *Membrane technologies in chemical industry, directions of development*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes nos processos com membranas e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

**3.2.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:**

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the membrane processes and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas.  
Resolução de exercícios pelo corpo docente.  
Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.  
Orientação tutorial.  
Preparação de trabalhos  
Estudo pessoal  
Apresentações orais  
Exames  
Sistema de avaliação:  
1.Assistência e participação em aulas  
2.Resolução de questões propostas individualmente  
3.Apresentação Oral  
4.Exame*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures by teaching staff  
Exercises by teaching staff  
Solving questions presented by the students.  
Direction of the student self-learning.  
Orientation in the personal assignments.  
Preparation of assignments  
Personal study  
Oral presentations  
Examinations  
System for assessment and evaluation:  
1.Assistance and participation in class and laboratory  
2.Personal assignments  
3.Oral Presentation  
4.Examination*

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

*As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da leccionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:**

*The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students’ ability to analyse and solve numerical problems.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. *Richard W. Baker Membrane Technology and Applications, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Ltd., 2004*
2. *T. Sata, Ion Exchange Membranes: Preparation, Characterization, Modification and Application, RSC, 2004.*
3. *D. Pletcher, F.C. Walsh, Industrial Electrochemistry – Second Edition, Springer, 1990.*

4.S.P.Nunes, K.-V. Peinemann, *Membrane Technology in the Chemical Industry*, Wiley-VCH Verlag GmbH, 2001  
 5.J.G. Sánchez Marcano and T.T. Tsotsis, *Catalytic Membranes and Membrane Reactors*

### Mapa III - Desenho de Processos / Process Design

#### 3.2.1. Unidade curricular:

*Desenho de Processos / Process Design*

#### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Karel Bouzek - T:20h;PL:10h;S:2.5h;OT:10h*

#### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Vlastimil Fila - T:20h;PL:10h;S:2.5h;OT:10h*

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

*Competências Específicas*

1. *Entender conceitos gerais de projeto de processo*
2. *Ser capaz de aplicar os conhecimentos prévios adquiridos em engenharia química, química física aplicada e processos de separação ao processo de conceção*
3. *Compreender a síntese de processos do ponto de vista de poupança de energia, minimização de resíduos, material de construção e seleção de equipamentos.*
4. *Aplicação de software de simulação em solução de problemas de projeto de processo.*

*Competências Genéricas*

5. *Competências de comunicação. Elaboração e apresentação de "posters" de trabalhos de projeto*
6. *Para realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*
7. *Capacidade de realizar trabalho em equipa*

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

*Specific Competencies*

1. *To understand general concepts of process design*
2. *To be able to apply previous knowledge acquired in chemical engineering, applied physical chemistry and separation processes to the process design*
3. *To understand synthesis of processes from the energy saving, waste minimization, construction material and equipment selection point of view.*
4. *Application of simulation software in solution of process design problems.*

*Generic Competences*

5. *Communication skills. Preparation and display of 'posters' reporting project work*
6. *To perform bibliographic searches and to process the acquired information*
7. *Ability to perform team-work*

#### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Visão de processo da produção química, know-how.*
2. *Seleção de reações, critérios económicos, proteção ambiental.*
3. *Esquema tecnológico, massa e balanço energético.*
4. *Aplicação de software de design.*
5. *Reatores químicos, reatores de membrana e seus modelos.*
6. *Bombas - características e exemplos de seleção.*
7. *Dispositivos de compressão - características, exaustores.*
8. *Filtração de suspensões, características de filtros e membranas de filtração.*
9. *Transferência de calor - permutadores de calor e suas características.*
10. *Simulação de permutadores de calor, concepção de permutador ótimo.*
11. *Destilação e pervaporação - fundamentos, características das colunas.*
12. *Simulação de destilação e pervaporação.*
13. *Controlo do processo - o ciclo de regulação, características dos reguladores.*
14. *Exemplos de design complexo de um processo concreto.*

#### 3.2.5. Syllabus:

1. *On the process view of chemical production, know-how.*
2. *Selection of reactions' pathway, economical criteria, environmental protection.*
3. *Technological schema, mass and energy balance.*
4. *Application of design software.*
5. *Chemical reactors, membrane reactors and their models.*
6. *Pumps – characteristics and examples of selection.*
7. *Compression devices – characteristics, exhausters.*
8. *Filtration of suspensions, characteristics of filters and filtration membranes.*
9. *Energy exchange – heat exchangers and their characteristics.*
10. *Simulation of heat exchangers, design of optimal exchanger.*
11. *Rectification and pervaporation – the fundamentals, characteristics of columns.*

12. *Simulation of rectification and pervaporation.*
13. *Process control – the regulation cycle, characteristics of regulators.*
14. *Examples of complex design of a concrete process.*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes no desenho de processos e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the process design, and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas  
Exercícios resolvidos pelo corpo docente  
Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.  
Orientação tutorial.  
Discussão e análise dos resultados obtidos no projeto.  
Preparação de trabalhos  
Estudo pessoal  
Apresentações orais  
Exames  
Sistema de avaliação:  
1.Assistência e participação em aulas e laboratórios  
2.Resolução de exercícios propostos individualmente  
3.Apresentação Oral  
4.Exame*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures by teaching staff  
Industrial process presentation by external professionals  
Lab courses - Application of flowsheeting software for solving of typical technology problems  
Discussion of problems presented by the students.  
Leadership of the student self-learning.  
Orientation in the personal assignments.  
Discussion and analysis of the results obtained in individual project  
Preparation of assignments.  
Personal study  
Oral presentations  
Examinations  
System for assessment and evaluation:  
1.Assistance and participation in class and laboratory  
2.Personal assignments  
3.Oral Presentation  
4.Examination*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. *R. Smith: Chemical Process: Design and Integration, Wiley, 2002*
2. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*
3. *Aspen Plus Documentation*

**Mapa III - Cinética Reaccional Aplicada / Applied Reaction Kinetics****3.2.1. Unidade curricular:**

*Cinética Reaccional Aplicada / Applied Reaction Kinetics*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Karel Bouzek - T:12.5h;PL:5h;S:7.5h;OT:7.5h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Vlastimil Fila - T:12.5h;PL:5h;S:7.5h;OT:7.5h*

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

*Competências Específicas*

1. *Entender conceitos gerais de reação da descrição do sistema e transferência do conhecimento para processamento de dados experimentais.*
  2. *Ser capaz de aplicar conhecimentos prévios adquiridos em engenharia química, química física e fenómenos de transporte nos sistemas de reação.*
  3. *Compreender os mecanismos de transporte em sistemas catalíticos*
  4. *Compreender sistemas de reação com separação simultânea e combinação de sistemas de reação com processos de separação por membrana.*
  5. *Conhecer as principais aplicações das membranas nos processos de reator / separação e novas aplicações de interesse tecnológico*
- Competências Genéricas*
6. *Competências de comunicação. Preparação, apresentação e apresentação de relatórios sobre o trabalho do projeto*
  7. *Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*
  8. *Capacidade de realizar trabalho em equipa*

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

*Specific Competences*

1. *To understand general concepts of reacting system description and transfer of the knowledge to experimental data processing.*
  2. *To be able to apply previous knowledge acquired in chemical engineering, physical chemistry and transport phenomena in the reacting systems.*
  3. *To understand transport mechanisms in catalytic systems*
  4. *To understand reacting systems with simultaneous separation and combination of reacting systems with membrane separation processes.*
  5. *To know the main applications of membranes in reactor/separation processes and new applications of technological interest*
- Generic Competences*
6. *Communication skills. Preparation, presentation and reporting of project work*
  7. *To perform bibliographic searches and to process the acquired information*
  8. *Ability to perform team-work*

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Definição da taxa de reacção. Reações elementares. Sistemas de reação química.*
2. *Balanças em sistemas de reação isotérmica. Estequiometria, conversão.*
3. *Modelos básicos de reatores químicos para sistemas homogéneos.*
4. *Estimação de parâmetros cinéticos a partir de dados cinéticos isotérmicos.*
5. *Balanço energético em sistemas de reação. Modelos de reatores homogéneos não isotérmicos.*
6. *Comportamento dinâmico de reatores não homogéneos isotérmicos.*
7. *Reações catalíticas heterogéneas numa fase gasosa.*
8. *Massa e transferência de calor em catalisador poroso.*
9. *Reator de leito fixo.*
10. *Separações e reações simultâneas.*
11. *Processos catalíticos de separação de membrana e reatores.*
12. *Reactores de membrana de pervaporação*
13. *Biorreatores de membrana.*
14. *Conceção de reatores industriais.*

**3.2.5. Syllabus:**

1. *Reaction rate definition. Elementary reactions. Systems of chemical reaction.*
2. *Balances in isothermal reacting systems. Stoichiometry, conversion.*

3. Basic models of chemical reactors for homogeneous systems.
4. Kinetic parameters estimation from isothermal kinetic data.
5. Energy balance in reacting systems. Models of homogeneous non isothermal reactors.
6. Dynamic behaviour of non isothermal homogeneous reactors.
7. Heterogeneous catalytic reactions in a gas phase.
8. Mass and heat transfer in porous catalyst.
9. Fixed bed reactor.
10. Simultaneous separations and reactions.
11. Catalytic membrane separation processes and reactors.
12. Pervaporation membrane reactors
13. Membrane bioreactors.
14. Industrial reactor design.

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes de cinética reacional e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the scientific field of reaction kinetics and, provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas.  
Exercícios realizados pelo corpo docente.  
Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.  
Orientação tutorial.  
Discussão e análise dos resultados obtidos no projeto.  
Preparação de trabalhos  
Estudo pessoal  
Apresentações orais  
Exames  
Sistema de avaliação:  
1.Assistência e participação em aulas e laboratórios  
2.Resolução de problemas individualmente  
3.Apresentação Oral  
4.Exame*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures by teaching staff  
Exercises by teaching staff  
Practice in experimental or technology data treatment  
Solving questions presented by the students.  
Direction of the self-learning of the student.  
Orientation in the personal assignments.  
Discussion and analysis of the experimental results.  
Preparation of assignments  
Personal study  
Oral presentations  
Examinations  
System for assessment and evaluation:  
1.Assistance and participation in class and laboratory  
2.Personal assignments  
3.Oral Presentation  
4.Examination*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**



*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

*Schmidt L. D.: The Engineering of Chemical Reactions, Oxford University Press, 1998.  
H.S.Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, 2nd Edition, Prentice Hall, 1992  
J.G. Sanchéz Marcano and T.T. Tsotsis, Catalytic Membranes and Membrane Reactors  
WWW page of prof. H.Scott Fogler: <http://www.engin.umich.edu/~cre/>*

## Mapa III - Processos de Separação / Separation Processes

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Processos de Separação / Separation Processes*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Pavel Hasal - T:25h;PL:15h;S:15h;OT:25h*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*<sem resposta>*

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

*Competências Específicas*

- 1. Entender conceitos gerais de balanços de calor e massa*
- 2. Ser capaz de aplicar os conhecimentos prévios adquiridos em fenómenos de química física e de transporte aplicados*
- 3. Entender os princípios de engenharia química dos processos*
- 4. Conhecer o método básico de solução numérica das equações resultantes dos balanços de materiais e energia*
- 5. Para ser capaz de resolver individualmente problemas de engenharia química*

*Competências Genéricas*

- 6. Competências de comunicação. Elaboração e apresentação de relatórios*
- 7. Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*
- 8. Capacidade de realizar trabalho em equipa*

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

*Specific Competencies*

- 1. To understand general concepts of heat and mass balances*
- 2. To be able to apply previous knowledge acquired in applied physical chemistry and transport phenomena*
- 3. To understand chemical engineering principles of processes*
- 4. To know the basic method of numerical solution of equations resulting from material and energy balances*
- 5. To be able to solve individually chemical engineering problems*

*Generic Competences*

- 6. Communication skills. Preparation and reporting project work*
- 7. To perform bibliographic searches and to process the acquired information*
- 8. Ability to perform team-work*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Balanços de materiais e energia em aplicações de eng. química.*
- 2. Métodos numéricos básicos em eng. química*
- 3. Mecânica dos fluidos para eng<sup>o</sup>s químicos, balanços de momentum, fluxos laminares e turbulentos nos tubos, equipamentos e meios porosos.*
- 4. Fundamentos de transferência de calor e massa, coeficientes de transferência, permutadores de calor, transferência de massa e calor em interfaces.*
- 5. Processos de separação, equilíbrio de fases, processos cinéticos.*
- 6. Adsorção e permuta iónica - sorção linear e não-linear.*
- 7. Processos de separação de membrana - fundamentos*
- 8. Permuta iónica e métodos de separação eletroforética.*
- 9. Seleção e organização de métodos de separação, critérios de seleção. Desenho de processos de membrana.*
- 10. Permeação gasosa, osmose inversa.*
- 11. Ultrafiltração, diálise.*
- 12. Electrodiálise, pervaporação.*
- 13. Cristalização-princípios básicos, equilíbrio de fases, nucleação, crescimento de cristais. Balanços populacionais, distribuições de tamanhos de cristais e análise de crivos.*

**3.2.5. Syllabus:**

1. *Material and energy balances in chemical engineering applications.*
2. *Basic numerical methods in chemical engineering*
3. *Fluid mechanics for chemical engineers, momentum balances, laminar and turbulent flows in the pipes, equipment and porous media.*
4. *Heat and mass transfer fundamentals, heat and mass transfer coefficients, heat exchangers, mass and heat transfer on phase interfaces.*
5. *Separation processes, phase equilibria, rate processes.*
6. *Adsorption and ion exchange – linear and nonlinear sorption.*
7. *Membrane separation processes - fundamentals*
8. *Ionic exchange and electroforetic separation methods.*
9. *Selection and arrangement of separation methods, criteria for selection. Membrane processes design.*
10. *Gas permeation, reverse osmosis.*
11. *Ultrafiltration, dialysis.*
12. *Electrodialysis, pervaporation.*
13. *Crystallisation - basic principles, phase equilibria, nucleation, grow of crystals. Population balances, crystal size distributions and sieve analysis.*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes nos processos de separação e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of separation processes, and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas.  
Exercícios resolvidos pelo corpo docente.  
Resolução questões apresentadas pelos estudantes.  
Orientação tutorial.  
Discussão e análise dos resultados obtidos no projeto.  
Preparação de trabalhos.  
Estudo pessoal.  
Apresentações orais.  
Exames.  
Sistema de avaliação:  
1.Assistência e participação em aulas e laboratórios  
2.Resolução de problemas individualmente  
3.Apresentação Oral  
4.Exame*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures by teaching staff  
Exercises by teaching staff  
Practice in solving mass and energy balances equations  
Solving questions presented by the students.  
Direction of the self-learning of the student.  
Orientation in the personal assignments.  
Discussion and analysis of the results obtained in the laboratory.  
Preparation of assignments  
Personal study  
Oral presentations  
Examinations  
System for assessment and evaluation:  
1.Assistance and participation in class and laboratory  
2.Personal assignments  
3.Oral Presentation  
4.Examination*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na*

*própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. McCabe W.L., Smith J.C., Harriott P.: *Unit Operations of Chemical Engineering. McGraw-Hill (7th Ed.)*.
2. *Separation Process Principles, 2nd edition, Seader, J.D., and Henley*
3. E.J.Geankoplis C.J.: *Transport Processes and Separation Preocesses Principles. Prentice Hall (2003, 4th Ed.)*

## **Mapa III - Gestão de Capital Intelectual / Intellectual Capital Management**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Gestão de Capital Intelectual / Intellectual Capital Management*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Marek Botek - T:25h;S:10h;OT:10h*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*<sem resposta>*

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

*Competências Específicas*

1. *Compreender o conceito geral de Gestão de Recursos Humanos.*
2. *Ser capaz de aplicar conhecimentos prévios adquiridos em Gestão e Economia no trabalho de pessoal.*
3. *Conhecer regras básicas para seleção e avaliação de funcionários.*
4. *Compreender as teorias motivacionais comuns.*
5. *Para conhecer as regras para a criação da equipa.*

*Competências Genéricas*

6. *Competências de comunicação. Elaboração e apresentação de relatórios*
7. *Capacidade para realizar trabalho em equipa*
8. *Capacidade de lidar com o stress*

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

*Specific Competencies*

1. *To understand general concept of Human Resources Management.*
2. *To be able to apply previous knowledge acquired in Management and Economics in the personnel work.*
3. *To know basic rules for employee selection and evaluation.*
4. *To understand common motivational theories.*
5. *To know rules for team creation*

*Generic Competences*

6. *Communication skills. Preparation and reporting project work*
7. *Ability to perform team-work*
8. *Ability to cope stress*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Gestão de recursos humanos no conhecimento*
2. *Planeamento de pessoal*
3. *Especificação do trabalho*
4. *Seleção e recrutamento de funcionários*
5. *Avaliação do desempenho do empregado*
6. *Remuneração dos funcionários e motivação da força de trabalho*
7. *Gestão de carreiras*
8. *Papel da Educação na Empresa*
9. *Criatividade e Apoio ao Comportamento Inovador*
10. *Manutenção social em empresa*
11. *Comunicação, relações e cultura corporativa*

12. Criando equipas de funcionários
13. Stress no local de trabalho
14. Outplacement

### 3.2.5. Syllabus:

1. Human resources management in knowledge Economics
2. Personnel planning
3. Job specification
4. Employee selection and recruitment
5. Employee performance evaluation
6. Employee remuneration and Workforce motivation
7. Career management
8. Role of Education in Firm
9. Creativity and Support of innovative behaviour
10. Social keeping in Firm
11. Communication, relationships and Corporate culture
12. Creating employees teams
13. Stress in the workplace
14. Outplacement

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the scientific field, provide him tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate him to search for new insights.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas.  
Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.  
Orientação tutorial..  
Discussão e análise dos resultados obtidos no projeto.  
Preparação de trabalhos.  
Estudo pessoal.  
Apresentações orais.  
Exames.  
Sistema de avaliação:  
1.Assistência e participação na aula  
2.Resolução de questões individualmente  
3.Apresentação Oral  
4.Exame*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures by teaching staff  
Solving questions presented by the students.  
Direction of the student self-learning.  
Orientation in the personal assignments.  
Discussion and analysis of the results obtained within the project.  
Preparation of assignments  
Personal study  
Oral presentations  
Examinations  
System for assessment and evaluation:  
1.Assistance and participation in class  
2.Personal assignments  
3.Oral Presentation  
4.Examination*

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

*. A natureza das aulas e as sessões tutoriais permitem: i) exposição dos conceitos e racionalidade das diferentes decisões; ii) ilustração com exemplos reais e actuais; iii) discussão dos aspectos mais pertinentes para os trabalhos em curso. Deste modo, as aulas e sessões tutoriais contribuem para sedimentar a aprendizagem, estimulando-se uma análise crítica da gestão de capital intelectual.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The lectures and the tutorial sessions allow: i) exposition of the concepts and rationale of the different decisions, ii) illustration with (mostly current) real world examples; iii) discussion of the issues that are more relevant to the work in progress. Thus, these lectures and tutorial sessions contribute to sediment learning, stimulating a critical analysis of intellectual capital management.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

1. *Armstrong A., Mitchell B. The Essential HR Handbook. Career Press, Inc. Franklin Lakes, N.J., 2008.*
2. *Cole G.A. Personnel Management, Theory and Practice. The Guernsey Press Company Ltd., Guernsey, Channel Islands, 1988.*
3. *McKay M., Davis M., Fanning P. Messages: The Communication Skills Book. New Harbinger Publications, Inc., Oakland, CA, 2009.*

## Mapa III - Valorização, Comercialização e Empreendedorismo / Valorisation, Commercialisation and Entrepreneurship

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Valorização, Comercialização e Empreendedorismo / Valorisation, Commercialisation and Entrepreneurship*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Karel Preuss - T:25h; S:10h;OT:10h*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*<sem resposta>*

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

*Competências Específicas*

*Os estudantes adquiriram competências nos processos gerais de gestão de negócios, conforme lista abaixo:*

1. *Planeamento - Conjunto de atividades destinadas a determinar o futuro dos objetivos de negócio e como os atingir*
2. *Tomada de decisão - Ações destinadas à seleção de alternativas vinculantes, e à orientação da Companhia para um determinado*
3. *Organização - A agregação de atividades que levam à formação de relações internas e vínculos com a realização dos objetivos*
4. *Comunicação - Transferência de informação sobre factos, planos, decisões, contactos pessoais e reforço da base social de controlo*
5. *Motivação - Conjunto de medidas que reforçam o interesse dos empregadores e dos trabalhadores nas metas*
6. *Acompanhamento - Faixa de operações visando a obtenção de informações atestando o status das atividades da empresa e atingindo os conjuntos de objetivos.*

*Competências Genéricas*

7. *Capacidades de comunicação.*
8. *Capacidade para realizar trabalho em equipa*

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

*Specific Competencies*

*The students acquired competencies in the overall business management processes as listed below:*

1. *Planning – Range of activities aimed at determining the future of business objectives and how to achieve them*
2. *Decision making – Actions aimed at the selection of binding alternative, and the orientation of the Company to a particular*
3. *Organization – The aggregation of activities leading to the formation of in-house relationships and linkages to achievement of the goals*
4. *Communication – Transfer of information on the facts, plans, decisions, establish personal contacts and strengthening the social base of control*
5. *Motivation – Set of measures strengthening the interest of employers and employees to the goals*
6. *Monitoring – Range of operations aimed at obtaining information attesting the status of company's activities and achieving the objective sets.*

*Generic Competences*

7. *Communication skills.*
8. *Ability to perform team-work*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Gestão*
2. *Inovação e sua implementação*
3. *Principais processos de gestão: planeamento*
4. *Principais processos de gestão: organização*
5. *Principais processos de gestão: motivação*
6. *Principais processos de gestão: tomada de decisão*
7. *Principais processos na gestão: controlo e controlo*
8. *Principais processos de gestão: comunicação*
9. *Liderança*
10. *Gestão internacional*

11. Criação e desenvolvimento de novas empresas.
12. Perfil e personalidade do gerente
13. Gestão estratégica

### 3.2.5. Syllabus:

1. Management
2. Innovation and its implementation
3. Main processes in management: planning
4. Main processes in management: organization
5. Main processes in management: motivation
6. Main processes in management: decision making
7. Main processes in management: checking and control
8. Main processes in management: communication
9. Leadership
10. International management
11. New enterprise creation and development.
12. Profile and manager's personality
13. Strategic management

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes de Valorização, Comercialização e Empreendedorismo e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the Valorisation, Commercialisation and Entrepreneurship and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas.*

*Apresentações de Profissionais da indústria sobre Aplicações de membranas.*

*Discussão e análise dos resultados obtidos no âmbito da atual actividade de investigação e comercialização.*

*Exames.*

*Sistema de avaliação:*

1. Assistência e participação em aulas e laboratórios
2. Trabalhos individuais
3. Apresentação Oral

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures by teaching staff*

*Presentations by external*

*professionals of industrial*

*applications of membranes*

*Discussion and analysis of the results obtained within the current research activity and perspective for commercialisation.*

*Examinations*

*System for assessment and evaluation:*

1. Assistance and participation in class and laboratory
2. Personal assignments
3. Oral Presentation

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

*A natureza das aulas e as sessões tutoriais permitem: i) exposição dos conceitos e racionalidade das diferentes decisões; ii) ilustração com exemplos reais e atuais; iii) discussão dos aspetos mais pertinentes para os trabalhos em curso. Deste modo, as aulas e sessões tutoriais contribuem para sedimentar a aprendizagem, estimulando-se uma análise crítica dos requisitos de Valorização, Comercialização e Empreendedorismo.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The lectures and the tutorial sessions allow: i) exposition of the concepts and rationale of the different decisions, ii) illustration with (mostly current) real world examples; iii) discussion of the issues that are more relevant to the work in progress. Thus, these lectures and tutorial sessions contribute to sediment learning, stimulating a critical analysis of Valorisation, Commercialisation and Entrepreneurship.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

1. EBERT, R. J.; GRIFFIN, R. W. *Business Essentials*. 8th ed., New York: Prentice Hall, 2010. 336 s., ISBN 978-0137053490.

2. FANNIN, R. A. *Startup Asia: Top Strategies for Cashing in on Asia's Innovation Boom*. Singapore: John Wiley & Sons

(Asia), 2011. 256 s., ISBN 978-0470829905.

3. MIAN, S. A. *Science and Technology Based Regional Entrepreneurship: Global Experience in Policy and Program Development*. Cheltenham: Edward Elgar Pub., 2011. 488 s., ISBN 978-1847203908.

4. COOKE, P.; ASHEIM, B.; BOSCHMA, R.; MARTIN, R.; SCHWARTZ, D.; TÖDTLING, F. *Handbook of Regional Innovation and Growth*. Cheltenham: Edward Elgar Pub., 2011. 648 s., ISBN 978-1848444171.

5. ROBBINS, S. P.; COULTER, M. *Management*. 10th ed., Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2008. 592 p., ISBN 978-0-13-209071-1.

6. WEBER, L. *Don't Let 'em Treat You Like a Girl: A Woman's Guide to Leadership Success*. 3rd ed., North Charleston: RidgeRunner Publishing, 2011. 199 s., ISBN 978-1-59109-981-9.

### Mapa III - Propriedades Fundamentais Mat. Nanoestruturados/Fundamental Properties of Nanostructured Materials

#### 3.2.1. Unidade curricular:

*Propriedades Fundamentais Mat. Nanoestruturados/Fundamental Properties of Nanostructured Materials*

#### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Pilar Cea - T:20h*

#### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Milagros Piñol - T:20h*

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

##### *Competências Específicas*

1. Conhecer o "estado da arte" em Nanociência e Nanotecnologia, valorizando a natureza multidisciplinar, bem como as implicações sociais, económicas e jurídicas.

2. Compreender as diferenças conceituais entre sistemas macro e nano, adquirindo o conhecimento necessário para abordar a nanoescala.

3. Identificar materiais e compostos de especial relevância na nanoescala, avaliando as realizações e os problemas a resolver.

4. Compreender a importância dos efeitos superficiais e das forças que aparecem na nanoescala, bem como a influência nas propriedades dos nanosistemas.

5. Adquirir conhecimento básico para avaliar propriedades de interesse especial em materiais nanoestruturados.

6. Conhecer a legislação sobre materiais nanoestruturados, analisando a sua potencial influência nos temas de saúde, meio ambiente e sustentabilidade.

##### *Competências Genéricas*

7. Relacionar conhecimentos adquiridos anteriormente no campo da ciência, com um novo campo, como nanociência e nanotecnologia.

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

##### *Specific Competencies*

1. To know the "state of the art" in Nanoscience and Nanotechnology, giving value to its multidisciplinary nature as well as its social, economic and legal implications.

2. To understand the conceptual differences between macro and nano systems, acquiring the needed knowledge to approach to nanoscale.

3. To identify materials and compounds of special relevance in the nanoscale, evaluating the achievements and the problems to solve.

4. To understand the importance of surface effects and the forces that appear at the nanoscale as well as their influence in the properties of the nanosystems.

5. To acquire basic knowledge to evaluate properties of special interest in nanostructured materials.

6. To know the legislation about nanostructured materials, analyzing its potential influence on health issues, environment and sustainability.

##### *Generic Competences*

7. To relate previous knowledge acquired, in the field of science, to a new field such as nanoscience and nanotechnology.

#### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução à Nanociência e Nanotecnologia. Nanomateriais versus materiais macroscópicos.

2. Propriedades óticas, elétricas, magnéticas e mecânicas dos nanomateriais. Físico - Química de Superfícies: aspetos termodinâmicos e elétricos da química superficial e interfaces.

3. Colóides, tensoativos, monocamadas, micelas, vesículas, cápsulas.

4. Materiais meso e microporosos, zeólitos.

5. Nanobiomateriais. Biomacromoléculas.

6. Aplicações de nanopartículas em biomedicina.

7. Nanotoxicologia e eco-nanotoxicologia.

#### 3.2.5. Syllabus:

1. Introduction to Nanoscience and Nanotechnology. Nanomaterials vs. macroscopic materials.

2. Optical, electric, magnetic, and mechanical properties of nanomaterials. Physical Chemistry of Surfaces:

*thermodynamic and electrical aspects of surface chemistry and interfaces.*

3. *Colloids, tensoactives, monolayers, micelles, vesicles, capsules.*

4. *Meso and microporous materials, zeolites.*

5. *Nanobiomaterials. Biomacromolecules.*

6. *Applications of nanoparticles in biomedicine.*

7. *Nanotoxicology and eco-nanotoxicology.*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes em Nanociência e Nanotecnologia e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the Nanoscience and Nanotechnology scientific field and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas e discussões abertas, por professores*

*Preparação de trabalhos*

*Estudo pessoal*

*Utilização de novas tecnologias, (e-ensino, e-learning, e-testing).*

*Avaliação de trabalhos,*

*Exame*

*Sistema de avaliação:*

*-Assistência e participação na aula*

*-Avaliação de trabalhos*

*-Prova escrita*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures, open discussions, by teaching staff*

*Preparation of assignments*

*Personal study*

*Use of new technologies, (e-teaching, e-learning, e-testing).*

*Evaluation of assignments,*

*Examination*

*System for assessment and evaluation:*

*-Assistance and participation in class*

*-Evaluation of assignments*

*-Written exam*

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

*As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. *Springer handbook of nanotechnology / Bharat Bhushan (ed.) Ed. Springer.*

2. *Nanotechnology: basic science and emerging technologies / Michael Wilson. et al. Ed. Chapman & Hall/CRC. Boca Raton, Florida.*

3. *The Chemistry Of Nanomaterials (Vols. 1 Y 2). C.N..R. Rao, A. Müller & A.K. Cheetham. Wiley-VCH*

**Mapa III - Preparação de Materiais Nanoestruturados / Preparation of Nanostructured Materials**

**3.2.1. Unidade curricular:**

*Preparação de Materiais Nanoestruturados / Preparation of Nanostructured Materials*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**



José Maria de Teresa - T:14h

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

Luis Morellón - T:13h

Pilar Cea - T:13h

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

*Competências Específicas*

1. *Obter uma conceção geral das diferentes técnicas, físicas e químicas, para a preparação de materiais nanoestruturados.*
2. *Ser capaz de correlacionar as propriedades únicas da matéria-prima, a técnica de preparação e as características e propriedades finais da nanoestrutura obtida.*
3. *Adquirir as competências necessárias para reconhecer as dificuldades do laboratório no fabrico de materiais nanoestruturados e poder desenvolver estratégias para resolver estas dificuldades e escolher a solução mais conveniente em cada caso.*
4. *Planeamento, projeto e implementação de experimentos para fabricação de materiais nanoestruturados, avaliando os problemas e dificuldades para fazê-lo.*

*Competências Genéricas*

5. *Organização e conceção de um protocolo experimental*
6. *Autoestudo e capacidade de coletar informações e resumir.*

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

*Specific Competencies*

1. *To get a general conception of the different techniques, physical and chemical, for the preparaion of nanostructured materials.*
2. *To be able to correlate the unique properties of the raw material, the preparation technique and the final characteristics and properties of the obtained nanostructure.*
3. *To acquire the necessary skills to recognize the difficulties in the laboratory to fabricate nanostructured materials and to be able to develop strategies to solve these difficulties and choose the most convenient solution in each case.*
4. *Planning, design and implementation of experiments for fabrication of nanostructured materials, assesing the problems and difficulties for doing so.*

*Generic Competences*

5. *Organization and design of an experimental protocol*
6. *Self-study and ability to gather information and summarize.*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Métodos de fabricação de materiais nanoestruturados: abordagens de cima para baixo e de baixo para cima.*
2. *Tecnologia de vácuo. PVD. CVD.*
3. *Deposição de fase líquida.*
4. *Depósito eletroquímico.*
5. *Litografia ótica. Fabricação de MEMS / NEMS. Litografia por feixe de elétrões. Litografia por feixe de iões. Litografia por sonda de varrimento. Nanoimpressão, micro-impressão, litografia passo-e-flash. Outras técnicas de litografia.*
6. *Demonstrações de laboratório*

### 3.2.5. Syllabus:

1. *Fabrication methods of nanostructured materials: top-down and bottom-up approaches.*
2. *Vacuum technology. PVD. CVD.*
3. *Liquid Phase Deposition.*
4. *Electrochemical deposition.*
5. *Optical lithography. Fabrication of MEMS/NEMS. Electron beam lithography. Ion beam lithography. Scanning probe lithography. Nanoimprint, micro-printing, step-and-flash lithography. Other lithography techniques.*
6. *Lab demonstrations*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes na Preparação de Materiais Nanoestruturados e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the spreparation of nanostructured materials, and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas*

*Preparação de trabalhos*

*Estudo pessoal*

*Preparação de materiais, orientada pelo corpo docente*

**Avaliação de trabalhos****Exames****Sistema de avaliação:**

- Assistência e participação na aula
- Avaliação de trabalhos
- Prova escrita

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):***Lectures by teaching staff**Preparation of assignments**Personal study**Preparation of materials, tutored by teaching staff**Evaluation of assignments**Examinations**System for assessment and evaluation:*

- Assistance and participation in class
- Evaluation of assignments
- Written exam

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

*As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela preparação de materiais, orientada pelo corpo docente.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by preparation of materials, tutored by teaching staff.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. *Handbook of Microlithography, Micromachining And Microfabrication, Vols 1 Y 2. P. Rai-Choudhury. SPIE*
2. *Nano and Microelectromechanical Systems (NEMS and MEMS) And Molecular Machines. David A. LaVan et al. Materials Research Society.*
3. *Fundamentals of Microfabrication. Marc. J. Madou. CRC Press*
4. *Principles of Lithography. Harry J. Levinson. SPIE Press*
5. *Principles of Chemical Vapor Deposition. Daniel M. Dobkin And Michael K. Zuraw (Eds.). Kluwer Academic Publishers*
6. *Materials Science of Thin Films: Deposition & Structur. Milton Ohring. Academic Press*

**Mapa III - Organização e Fabricação de Nanoestruturas / Assembly and Fabrication of Nanostructures****3.2.1. Unidade curricular:***Organização e Fabricação de Nanoestruturas / Assembly and Fabrication of Nanostructures***3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Milagros Piñol - T:14h***3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Pilar Cea - T:13h**Reyes Mallada - T:13h***3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Competências Específicas*

1. *Conhecimentos teóricos dos métodos de preparação das nanoestruturas auto-montagem e micro e nano-litografia.*
2. *Adquirir competências para a planificação, conceção e implementação na fabricação de nanomateriais, avaliando os problemas, riscos e resultados.*
3. *Conhecer os equipamentos para a preparação de nanoestruturas por técnicas de baixo para cima e de cima para baixo.*

*Competências Genéricas*

4. *Desenho experimental*
5. *Capacidades de comunicação. Capacidade de apresentar e discutir os resultados obtidos no laboratório*

**3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Specific Competencies*

1. *Theoretical knowledge of the preparation methods of nanostructures bottom-up (self-assembly) and top down (micro and nano-lithography).*

2. *To acquire competences for the planification, design and implementation in the fabrication of nanomaterials, evaluating the problems, risks and the results.*

3. *To know the equipments for the preparation of nanostructures by bottom-up and top-down techniques.*

**Generic Competences**

4. *Experimental design*

5. *Communication skills. Ability to present and discuss the obtained results in the laboratory*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Métodos de síntese de nanopartículas. Síntese de nanotubos de carbono e estruturas gráficas. Nanocompósitos. Estruturas mesoporosas e microporosas.*

2. *Estruturas Jerárquicas e auto-montagem molecular.*

3. *Quiralidade na nanoescala. Química supramolecular e química de polímeros. Química de intercalação.*

4. *Biofuncionalização de nanomateriais.*

5. *Demonstrações de laboratório*

### 3.2.5. Syllabus:

1. *Synthesis methods of nanoparticles. Synthesis of carbon nanotubes and graphitic structures. Nanocomposites. Mesoporous and microporous structures.*

2. *Hierarchical structures and molecular self-assembly.*

3. *Chirality in the nanoscale. Supramolecular chemistry and polymer chemistry. Intercalation chemistry.*

4. *Biofunctionalization of nanomaterials.*

5. *Lab demonstrations*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes na Organização e Fabricação de Nanoestruturas e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the Assembly and Fabrication of Nanostructures and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas*

*Preparação de trabalhos*

*Estudo pessoal*

*Preparação de materiais, orientada pelo corpo docente*

*Avaliação de trabalhos*

*Exame*

*Discussão dos resultados experimentais*

*Sistema de avaliação:*

*-Assistência e participação na aula*

*-Avaliação de trabalhos*

*-Prova escrita*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures by teaching staff*

*Preparation of assignments*

*Personal study*

*Preparation of materials, tutored by teaching staff*

*Evaluation of assignments*

*Examination*

*Discussion of experimental results*

*System for assessment and evaluation:*

*-Assistance and participation in class*

*-Evaluation of assignments*

*-Written exam*

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

*As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela preparação de materiais, orientada pelo corpo docente.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by preparation of materials, tutored by teaching staff.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. *Self-Assembled Nanostructures*. Jin Zhang et al. Kluwer Academic Publishers.
2. *Three-Dimensional Nanoengineered Assemblies*. Thomas M. Orlando et al. Materials Research Society
3. *Nanoparticles. From Theory To Application*.Günter Schmid.Wiley-VCH.
4. *The Chemistry Of Nanomaterials (Vols. 1 Y 2)*. C.N..R. Rao, A. Müller & A.K. Cheetham Wiley-VCH

**Mapa III - Estudo de Casos de Aplicações Industriais / Case Studies of Industrial Applications****3.2.1. Unidade curricular:**

*Estudo de Casos de Aplicações Industriais / Case Studies of Industrial Applications*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Jesus Santamaria - T:15h;S:5h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*<sem resposta>*

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

*Competências Específicas*

1. *Avaliar a importância dos produtos de nanotecnologia no mercado.*
2. *Entender o alto potencial da nanotecnologia como uma disciplina horizontal capaz de se integrar no processo de fabricação.*
3. *Identificar as características distintivas que a aplicação à nanoescala dá a certos produtos comerciais.*
4. *Identificar as dificuldades para a implementação dos avanços do laboratório à prática comercial.*
5. *Saber diretamente das empresas e dos "atores principais" a sua experiência industrial.*
6. *Reconhecer os principais fatores no design do produto em alta tecnologia e as suas principais características que os torna produtos comerciais bem sucedidos.*

*Competências Genéricas*

7. *Competências de comunicação. Como apresentar uma ideia.*
8. *Capacidade de realizar trabalho em equipa*

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

*Specific Competencies*

1. *To evaluate the importance of the nanotechnology products in the market.*
2. *To understand the high potencial of nanotechnology as an horizontal discipline which is able to integrate in the fabrication process.-*
3. *To identify the distinctive characteristics that the application at the nanoscale give to certain commercial products.*
4. *To identify the difficulties for the implementation of the advances in the laboratory to the commercial practice.*
5. *To know directly from the companies and the "main actors" their industrial experience.*
6. *To recognize the main factors in product design in high technology and their main features that makes them successful commercial products.*

*Generic Competences*

7. *Communication skills. How to present and idea.*
8. *Ability to perform team-work*

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

*A unidade curricular consiste numa série de seminários ministrados por industriais, em diferentes campos, onde a nanotecnologia tem sido aplicada como uma solução para resolver um problema ou para o desenvolvimento de um novo produto.*

*Vários estudos de caso de aplicações industriais são analisados. É realizada uma descrição pormenorizada do mercado antes da introdução de um determinado produto de nanotecnologia, seguida da identificação da oportunidade, da conceção do produto ou processo em conjunto com a sua implementação e comercialização tecnológica.*

*Estudos de caso representativos serão analisados, incluindo a indústria farmacêutica, automóvel, têxtil, cosmética e biotecnologia, bem como a fabricação de nanosensores.*

*Os estudantes numa equipa de trabalho vão preparar um projeto para o desenvolvimento de um novo produto com base nos seus conhecimentos adquiridos em nanotecnologia / membranas.*

**3.2.5. Syllabus:**

*The course consists of a series of seminars taught by industrialists, in different fields, where nanotechnology has been applied as a solution to solve a problem or for the development of a new product.*

*Several case studies of industrial applications will be analyzed. A detailed description of the market before the introduction of a certain nanotechnology product will be performed, followed by the identification of the opportunity, the design of the product or process together with its technological implementation and commercialisation.*

*Representative case studies will be analyzed including the pharmaceutical, automotive, textile, cosmetic, and biotechnology industry as well as the fabrication of nanosensors.*

*The students in a team-work will prepare a project for the development of a new product based on their acquired knowledge on nanotechnology/membranes.*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir o alto potencial da nanotecnologia como uma unidade curricular horizontal capaz de se integrar no processo de fabricação e sua aplicação ao estudo de casos de aplicações industriais.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to understand the high potencial of nanotechnology as an horizontal discipline which is able to integrate in the fabrication process and application to case studies in industry.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas*

*Apresentações por profissionais externos de aplicações industriais de membranas*

*Apresentações orais*

*Exames*

*Sistema de avaliação:*

*1.Assistência e participação na aula*

*2.Projeto colaborativo*

*3. Apresentação Oral*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures by teaching staff*

*Presentations by external professionals of industrial applications of membranes*

*Oral presentations*

*Examinations*

*System for assessment and evaluation:*

*1.Assistance and participation in class*

*2.Collaborative project*

*3.Oral Presentation*

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

*A natureza das aulas e seminários permitem: i) exposição dos conceitos e racionalidade das diferentes decisões; ii) ilustração com exemplos reais e actuais; iii) discussão dos aspectos mais pertinentes para os trabalhos em curso. Deste modo, as aulas e seminários contribuem para sedimentar a aprendizagem, estimulando-se uma análise crítica do papel da nanotecnologia na indústria.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The lectures and seminars allow: i) exposition of the concepts and rationale of the different decisions, ii) illustration with (mostly current) real world examples; iii) discussion of the issues that are more relevant to the work in progress. Thus, these lectures and seminars contribute to sediment learning, stimulating a critical analysis of the role of nanotechnology in industry.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*Commercializing Micro-nanotechnology Products. Tolfree, D., Jackson, M. J., Ed.CRC Press*

*World Wide Web to look for companies and products*

*Patent Database:, European Patent Office (esp@cenet), Derwent Innovation Index (ISI)*

**Mapa III - Dissertação / Master Thesis**

**3.2.1. Unidade curricular:**

*Dissertação / Master Thesis*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*André Ayrál/Patrice Bacchin/Vlastimil Fila/Reyes Mallada/Henny Bouwmeester/Isabel Coelho-Ot:75h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Todos os docentes envolvidos no programa (All professors involved in the programme) - OT:75h*

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

*O principal objetivo desta unidade curricular é o desenvolvimento de investigação científica sobre métodos ou sobre uma aplicação particular dos conhecimentos em Ciência de Membranas. Os estudantes aprenderão como conduzir um projeto de investigação e apresentar os resultados obtidos.*

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

*The main objective of this curricular unit is the development of scientific research on methods or on a particular application of the knowledge in Membrane Science. The students will learn how to conduct a research project and present their findings.*

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

*Esta unidade curricular dedica-se inteiramente à elaboração e redação de uma tese de mestrado que deverá ter como objetivo um dos temas dos semestres anteriores, seja avançando na metodologia ou aplicando-a a um ambiente inovador.*

**3.2.5. Syllabus:**

*This curricular unit is entirely dedicated to the preparation and writing of a master thesis that should be aimed at one of the topics from previous semesters, either advancing the methodology or applying it to an innovative setting.*

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

*Os estudantes têm a oportunidade de desenvolver um trabalho de investigação de forma independente integrados num grupo de investigação da universidade ou da indústria.*

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

*Students have the opportunity to develop a research work with independency, integrated in an university or industry research project, culminating in the master thesis.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*A unidade curricular é composta por trabalho de pesquisa individual dos estudantes com o apoio do supervisor do estudante.*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*The course is comprised of individual research work by the students with the support of the student's supervisor.*

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

*Com a integração num grupo de investigação sob a orientação de um investigador doutorado, os estudantes têm a oportunidade de desenvolver um trabalho de investigação de forma autónoma em ambiente universitário ou industrial típico.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*Students develop a research project with autonomy integrated in a typical research environment either at the academy or at the industry.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*Scientific papers and other materials to be researched by students.*

**Mapa III - Fenómenos de Transporte / Transport Phenomena**

**3.2.1. Unidade curricular:**

*Fenómenos de Transporte / Transport Phenomena*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Yannick Hallez - T:12.5h;PL:7.5h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Patrice Bacchin- T:12.5h;PL:7.5h*

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

*Competências Específicas*

- 1. Conhecer conceitos gerais sobre fenómenos de transporte e a analogia entre transferência de momento, massa e de calor*
- 2. Ser capaz de desenvolver, balanços de massa e calor para determinar a velocidade, concentração ou variação de*

*temperatura*

3. *Ser capaz de usar correlações adimensionais para estimar o coeficiente de atrito, transferência de massa ou transferência de calor na interface*

4. *Conhecer as consequências do acoplamento de fenômenos de transporte nos principais processos*

5. *Ser capaz de avaliar os fenômenos de transporte limitantes num processo através do cálculo de um número adimensional*

*Competências Genéricas*

6. *Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*

7. *Capacidade para realizar trabalho em equipa*

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

*Specific Competencies*

1. *To know general concepts about transport phenomena and the analogy between momentum, mass and heat transfer*

2. *To be able to develop momentum, mass and heat balances to determine velocity, concentration or temperature variation*

3. *To be able to use adimensional corelations to estimate friction, mass transfer or heat transfer coefficient at interface*

4. *To know the consequences of the coupling of transport phenomena in main processes*

5. *To be able to evaluate the limiting transport phenomena in a processes through the calculation of an adimensional number*

*Generic Competences*

6. *To perform bibliographic searches and to process the acquired information*

7. *Ability to perform team-work*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Dinâmica de fluido (transferência de momentum)*

2. *Transferência de massa*

3. *Transferência de calor*

4. *Fenómenos de transferência acoplados em processos*

5. *Massa macroscópica e balanço térmico em processos*

### 3.2.5. Syllabus:

1. *Fluid dynamic (momentum transfer)*

2. *Mass transfer*

3. *Heat transfer*

4. *Coupled transfer phenomena in processes*

5. *Macroscopic mass and heat balance in processes*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos de fenômenos de transporte indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenômenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of transport phenomena and, provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas Teóricas*

*Aulas de laboratório em grupo. Exemplos: dinâmica de fluidos, coeficiente de transferência de massa, condutividade térmica ...*

*Trabalho em equipa sobre a descrição do problema de transferência de um processo*

*Preparação de trabalhos*

*Estudo pessoal*

*Apresentação oral do projeto*

*Exames*

*Sistema de avaliação:*

1. *Assistência e participação nas aulas e laboratórios*

2. *Resolução de exercícios individualmente*

3. *Apresentação Oral*

4. *Exame*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures by teaching staff*

*Lab coursed in groups. Examples: Fluid dynamics, Mass transfer coefficient, Heat conductivity ...*

*Team-work on the description of transfer problem in a process*

*Preparation of assignments*

*Personal study*

**Oral presentations of the project****Examinations****System for assessment and evaluation:**

1. Assistance and participation in class and laboratory
2. Personal assignments
3. Oral Presentation
4. Examination

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. R.Byron Bird, Warren Stewart, et E.N. Lightfoot, *Transport Phenomena*, John Wiley & Sons Ltd, 2007
2. Homsy et al., *Multimedia Fluid Mechanics*, cd-rom, Cambridge University Press
3. Guyon, Hulin & Petit, *Hydrodynamique Physique*, CNRS Editions
4. Chassaing, *Mécanique des fluides : éléments d'un premier parcours*
5. Milne-Thomson, *Theoretical Hydrodynamics*, Dover publications Inc.

**Mapa III - Termodinâmica, Cinética e Reatividade / Thermodynamics, Kinetics and Reactivity****3.2.1. Unidade curricular:**

*Termodinâmica, Cinética e Reatividade / Thermodynamics, Kinetics and Reactivity*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Sylvain Galier - T:8.4h;PL:5h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Véronique Pimenta - T:8.3h;PL:5h*

*Mathieu Gibilaro - T:8.3h;PL:5h*

**3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):****Competências Específicas**

1. Conhecer conceitos gerais sobre termodinâmica e mudanças de estado
2. Ser capaz de calcular o equilíbrio em sólidos ou fluidos
3. Ser capaz de estimar as velocidades de reação (em condições homogéneas e heterogéneas)
4. Saber descrever a solução não ideal
5. Conhecer a aplicação da reatividade superficial nos processos

**Competências Genéricas**

1. Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas
2. Capacidade de realizar trabalho em equipa
3. Capacidade de explicar um conceito

**3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):****Specific Competencies**

1. To know general concepts about thermodynamics and changes of state
2. To be able to calculate equilibrium in solids or fluids
3. To be able to estimate reaction rates (in homogeneous and heterogeneous conditions)
4. To know how to describe non ideal solution
5. To know the application of surface reactivity in processes



**Generic Competences**

1. To perform bibliographic searches and to process the acquired information
2. Ability to perform team-work
3. Ability to explain a concept

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Termodinâmica das fases ideal e não ideal*
2. *Cinética de reacções complexas (reacção em cadeia, polimerização, catálise ...)*
3. *Processos em superfície sólida (adsorção, atividade catalítica ...)*

**3.2.5. Syllabus:**

1. *Thermodynamics of ideal and non ideal phases*
2. *Kinetics of complex reactions (chain reaction, polymerisation, catalysis ...)*
3. *Processes at solid surface (adsorption, catalytic activity ...)*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos relativos a termodinâmica, cinética e reatividade indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of thermodynamics, kinetics and reactivity, and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas*

*Aulas de laboratório em grupos. Exemplos: Destilação, Absorção, Reator, Extração ...*

*Uma equipa de trabalho preparará uma aula para explicar um conceito em química física.*

*Preparação de trabalhos*

*Estudo pessoal*

*Apresentações orais da "Unidade Físico-química"*

*Exames*

*Sistema de avaliação e avaliação*

1. *Assistência e participação em aulas e laboratórios*
2. *Resolução de exercícios individualmente*
3. *Apresentação Oral*
4. *Exame*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures by teaching staff*

*Lab coursed in groups. Examples: Distillation, Absorption, Reactor, Extraction...*

*A team-work will prepare a course to explain a concept in physical chemistry. T*

*Preparation of assignments*

*Personal study*

*Oral presentations of the "Physico-chemical course"*

*Examinations*

*System for assessment and evaluation*

1. *Assistance and participation in class and laboratory*
2. *Personal assignments*
3. *Oral Presentation*
4. *Examination*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da leccionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning*

*strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

*P.W. Atkins, Physical Chemistry, Oxford, 1990*

## Mapa III - Química Geral e Mét.Analíticos Fís-Quím/General Chemistry And Physico-Chemical Methods For Analysis

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Química Geral e Mét.Analíticos Fís-Quím/General Chemistry And Physico-Chemical Methods For Analysis*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Jean-François Lahitte - T:12.5h;PL:7.5h*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Pierre Gros - T:12.5h;PL:7.5h*

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

#### *Competências Específicas*

- 1. Conhecer conceitos gerais sobre química e a forma de determinar a composição química e propriedades físicas*
- 2. Conhecer a possível aplicação dos métodos físico-químicos*
- 3. Ser capaz de escolher a instrumentação correta para uma análise*
- 4. Ser capaz de utilizar um instrumento para medições químicas e físicas*
- 5. Conhecer as boas práticas para uma análise*

#### *Competências Genéricas*

- 6. Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*
- 7. Capacidade para realizar trabalho em equipa*
- 8. Realizar trabalhos de laboratório com as Boas Práticas de Laboratório*

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

#### *Specific Competencies*

- 1. To know general concepts about chemistry and the way to determine chemical composition and physical properties*
- 2. To know the possible application of the physico-chemical methods*
- 3. To be able to choose the correct instrumentation for an analysis*
- 4. To be able to use an instrument for chemical and physical measurements*
- 5. To know the good practice for an analysis*

#### *Generic Competences*

- 6. To perform bibliographic searches and to process the acquired information*
- 7. Ability to perform team-work*
- 8. To perform lab work with the Good Laboratory Practice*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Química geral*
- 2. As teorias físicas e químicas fundamentais subjacentes às medições químicas analíticas*
- 3. Instrumentação para medidas químicas e físicas*
- 4. Desenvolvimento e aplicação de métodos químicos analíticos*

### 3.2.5. Syllabus:

- 1. General chemistry*
- 2. Fundamental physical and chemical theories underlying analytical chemical measurements*
- 3. Instrumentation for chemical and physical measurements*
- 4. Development and application of analytical chemical methods*

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

*s conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos de Química Geral e Métodos Analíticos Físico-Químicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the General Chemistry And Physico-Chemical Methods and, provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Aulas teóricas**Aulas de laboratório em grupos.**Uma equipa de trabalho deve encontrar a instrumentação a ser utilizada, as condições de operação e o procedimento para um problema fixo.**Preparação de trabalhos**Estudo pessoal**Apresentações orais da "Análise de um problema"**Exames**Sistema de avaliação:**1.Assistência e participação em aulas e laboratórios**2.Resolução de exercícios individualmente**3.Apresentação Oral**4.Exame***3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):***Lectures by teaching staff**Lab coursed in groups.**A team-work has to find the instrumentation to use, the operating conditions, and the procedure for a fixed problem.**Preparation of assignments**Personal study**Oral presentations of the "An analysis for a problem"**Examinations**System for assessment and evaluation:**1.Assistance and participation in class and laboratory**2.Personal assignments**3.Oral Presentation**4.Examination***3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:***Daniel C. Harris, Quantitative Chemical Analysis, W.H.Freeman & Co Ltd,2006***Mapa III - Ciência de Separação / Separation Science****3.2.1. Unidade curricular:***Ciência de Separação / Separation Science***3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Jean-Christophe Remigy - T:6.25h;PL:3.75h***3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Pierre Aimar - T:6.25h;PL:3.75h**Hélène Roux de Balmann - T:6.25h;PL:3.75h**Patrice Bacchin - T:6.25h;PL:3.75h*

**3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Competências Específicas*

1. Conhecer conceitos gerais sobre os processos de separação e o seu papel na indústria
2. Ser capaz de associar um agente separador a uma tecnologia de separação
3. Conhecer os fundamentos científicos dos processos de separação
4. Ser capaz de estimar a eficiência ea capacidade de um processo de separação (os aspetos de modelação dos processos serão dados no semestre 2 no curso Tecnologia de Separação)
5. Conhecer critérios simples para escolher um processo de separação

*Competências Genéricas*

6. Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas
7. Capacidade de realizar trabalho em equipa
8. Capacidade de comunicar

**3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Specific Competencies*

- 1.To know general concepts about separation processes and their role in industry
- 2.To be able to associate a separating agent to a separation technology
- 3.To know the scientific fundamentals of separation processes
- 4.To be able to estimate the efficiency and the capacity of a separation process (the modelling aspects of the processes will be given in semester 2 in the course Separation Technology)
- 5.To know simple criteria to choose a separation processes

*Generic Competences*

- 6.To perform bibliographic searches and to process the acquired information
- 7.Ability to perform team-work
- 8.Ability to communicate

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. Papel da ciência da separação na indústria
2. Processos físico-químicos envolvidos na separação
3. Agentes de separação e tecnologias associadas
4. Eficiência e capacidade dos processos de separação
5. Elementos para a seleção do processo

**3.2.5. Syllabus:**

- 1.Role of separation science in industry
- 2.Physico-chemical processes involved in separation
- 3.Separating agents and associated technologies
- 4.Efficiency and capacity of separation processes
- 5.Elements for process selection

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos da ciência de separação indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the separation science, and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Aulas de laboratório*

*Aulas de laboratório em grupos. Exemplos: Destilação, Absorção, Extração ...*

*Uma equipa de trabalho trabalhará num projeto para propor processos em relação a um "problema de separação".*

*Preparação de trabalhos**Estudo pessoal*

*As apresentações orais do "problema de separação"*

*Exames**Sistema de avaliação:*

- 1.Assistência e participação em aulas e laboratórios
- 2.Resolução de exercícios individualmente
- 3.Apresentação Oral
- 4.Exame

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):***Lectures by teaching staff*

*Lab coursed in groups. Examples: Distillation, Absorption, Extraction...*

*A team-work will work on a project to propose processes in regard to a "separation problem".*

*Preparation of assignments*

*Personal study*

*Oral presentations of the "separation problem"*

*Examinations*

*System for assessment and evaluation:*

*1.Assistance and participation in class and laboratory*

*2.Personal assignments*

*3.Oral Presentation*

*4.Examination*

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*1. Separation Process Engineering, Phillip C. Wankat 2006*

*2. Separation Process Technology, Jimmy Humphrey, George Keller, 1997*

*3. Chemical Engineering: Particle Technology and Separation Processes, J.M. Coulson, J.F. Richardson, J.R. Backhurst, J.H. Harker, 1996*

## **Mapa III - Mat.Reações Químicas:Catálise Heterógena/Materials for Chemical Reactions: Heterogeneous Catalysis**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Mat.Reações Químicas:Catálise Heterógena/Materials for Chemical Reactions: Heterogeneous Catalysis*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Vasile Hulea - T:5h;PL:4h;S:1.6h;OT:3h*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Florence Rouessac - T:5h;PL:3h;S:1.7h;OT:3h*

*Anne Julbe - T:5h;PL:3h;S:1.7h;OT:4h*

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

*Competências Específicas*

*1. Ter conceitos gerais sobre catálise heterogénea, materiais catalíticos e reatores de membrana*

*2. Ser capaz de preparar e caracterizar materiais catalíticos*

*3. Conhecer as principais aplicações da catálise heterogénea*

*4. Preparar e aplicar membranas cataliticamente ativas*

*Competências Genéricas*

*1. Capacidade de comunicação. Elaboração e apresentação de "posters" de trabalhos de projeto*

*2. Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*

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

*Specific Competencies*

*1. To know general concepts about heterogeneous catalysis, catalytic materials and membrane reactors*

*2. To be able to prepare and characterize catalytic materials*

*3. To know the main applications of the heterogeneous catalysis*

*4. To prepare and to apply catalytically active membranes*

*Generic Competences*

1. *Communication skills. Preparation and display of 'posters' reporting project work*
2. *To perform bibliographic searches and to process the acquired information*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Catálise heterogénea: dos princípios às aplicações*
  - 1.1. *Princípios básicos da catálise heterogénea*
  - 1.2. *Preparação e caracterização de materiais catalíticos*
  - 1.3. *Catálise Redox*
  - 1.4. *Catálise ácido-base*
  - 1.5. *Processos industriais baseados em catálise heterogénea*
  - 1.6. *Catálise ambiental*
2. *Reatores de membrana que utilizam membranas inorgânicas*
  - 2.1. *Conceitos básicos*
  - 2.2. *Materiais de membrana*
  - 2.3. *Estudos de casos*

### 3.2.5. Syllabus:

1. *Heterogeneous Catalysis: from principles to applications*
  - 1.1. *Basic principles of heterogeneous catalysis*
  - 1.2. *Preparation and characterisation of catalytic materials*
  - 1.3. *Redox catalysis*
  - 1.4. *Acid-base catalysis*
  - 1.5. *Industrial processes based on heterogeneous catalysis*
  - 1.6. *Environmental catalysis*
2. *Membrane reactors using inorganic membranes*
  - 2.1. *Basic concepts*
  - 2.2. *Membrane materials*
  - 2.3. *Studies of cases*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos de Materiais de Reações Químicas e Catálise Heterogénea indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of Materials for Chemical Reactions and Heterogeneous Catalysis field and, provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas.  
Apresentações de profissionais externos.  
Aulas de laboratório em grupos. Preparação e aplicação de membranas catalíticas.  
Resolução de exercícios.  
Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.  
Orientação tutorial.  
Preparação de trabalhos  
Estudo pessoal  
Apresentações orais  
Exames  
Sistema de avaliação:  
1. *Assistência e participação em aulas e laboratórios*  
2. *Exercícios individuais*  
3. *Apresentação Oral*  
4. *Exame**

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures by teaching staff  
Presentations by external professionals  
Lab course in groups. Preparation and application catalytic membranes  
Solving exercises  
Solving questions presented by the students.  
Direction of the self-learning of the student.  
Orientation in the personal assignments.  
Preparation of assignments  
Personal study  
Oral presentations  
Examinations  
System for assessment and evaluation:*

1. Assistance and participation in class and laboratory
2. Personal assignments
3. Oral Presentation
4. Examination

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. Lecture notes
2. Slide shows
3. Handbooks, literature articles

**Mapa III - Materiais Híbridos e Compósitos / Hybrid and Composite Materials**

**3.2.1. Unidade curricular:**

*Materiais Híbridos e Compósitos / Hybrid and Composite Materials*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Sophie Cerneaux - T:15h; PL:10h; S:5h; OT:10h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*<sem resposta>*

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

*Competências Específicas*

1. Conhecer conceitos gerais sobre materiais híbridos e compósitos e "grafting" de superfície
2. Preparar materiais híbridos e compósitos e aplicar os conhecimentos prévios adquiridos em tecnologia de membrana

*Competências Genéricas*

3. Competências de comunicação. Elaboração e apresentação de "posters" de trabalhos de projeto
4. Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas
5. Capacidade de realizar trabalho em equipa

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

*Specific Competencies*

1. To know general concepts about hybrid and composite materials and surface grafting
2. To be able to prepare hybrid and composite materials and apply the previous knowledge acquired in membrane technology

*Generic Competences*

3. Communication skills. Preparation and display of 'posters' reporting project work
4. To perform bibliographic searches and to process the acquired information
5. Ability to perform team-work

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. Definições gerais de materiais híbridos e compósitos
  - a. Materiais híbridos: definição e propriedades
  - b. Materiais compósitos: definição e principais propriedades

2. *“Grafting” de superfície*
3. *Preparação de materiais híbridos e compósitos*
4. *Aplicações industriais de materiais híbridos e compósitos*
5. *Membranas híbridas e compósitos*

### 3.2.5. Syllabus:

1. *General definitions of hybrid and composite materials*
  - a. *Hybrid materials: definition and properties*
  - b. *Composite materials: definition and main properties*
2. *Surface grafting*
3. *Preparation, shaping of hybrid and composite materials*
4. *Industrial applications of hybrid and composite materials*
5. *Hybrid and composite membranes*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos de Materiais Híbridos e Compósitos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of Hybrid and Composite Materials, and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas*  
*Apresentações de profissionais externos*  
*Aulas de laboratório em grupos.*  
*Preparação de materiais híbridos e compósitos*  
*Resolução de exercícios*  
*Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.*  
*Orientação tutorial.*  
*Discussão e análise dos resultados obtidos no laboratório.*  
*Preparação de trabalhos*  
*Estudo pessoal*  
*Apresentações orais*  
*Exames*  
*Sistema de avaliação:*  
 1. *Assistência e participação em aulas e laboratórios*  
 2. *Exercícios individuais*  
 3. *Apresentação Oral*  
 4. *Exame*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures by teaching staff*  
*Presentations by external professionals*  
*Lab coursed in groups.*  
*Preparation of hybrid and composite materials*  
*Solving exercises*  
*Solving questions presented by the students.*  
*Direction of the self-learning of the student.*  
*Orientation in the personal assignments.*  
*Discussion and analysis of the results obtained in the laboratory.*  
*Preparation of assignments*  
*Personal study*  
*Oral presentations*  
*Examinations*  
*System for assessment and evaluation:*  
 1. *Assistance and participation in class and laboratory*  
 2. *Personal assignments*  
 3. *Oral Presentation*  
 4. *Examination*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da leccionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na*



*própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. *Lecture notes*
2. *Slide shows*

## **Mapa III - Materiais Poliméricos / Polymer Materials**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Materiais Poliméricos / Polymer Materials*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Damien Quemener - T:15h; PL:10h; S:5h; OT:10h*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*<sem resposta>*

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

*Competências Específicas*

1. *Obter conhecimento em materiais poliméricos.*
2. *Preparar e caracterizar os principais polímeros.*
3. *Ser capaz de escolher o polímero certo em função da aplicação (por exemplo, aplicação de membrana).*
4. *Compreender os laços entre estrutura química, morfologia e propriedades*
5. *Conhecer o mercado plástico mundial e as tendências futuras*

*Competências Genéricas*

6. *Competências de comunicação. Elaboração e apresentação de "posters" de trabalhos de projeto*
7. *Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*
8. *Capacidade de realizar trabalho em equipa*

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

*Specific Competencies*

1. *To gain understanding in polymer materials.*
2. *To prepare and characterize the main polymers.*
3. *To be able to choose the right polymer in function of the application ( eg. membrane application).*
4. *To understand the ties between chemical structure, morphology and properties*
5. *To know the world plastic market and the future trends*

*Generic Competences*

6. *Communication skills. Preparation and display of 'posters' reporting project work*
7. *To perform bibliographic searches and to process the acquired information*
8. *Ability to perform team-work*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução, Definição e Nomenclatura*
2. *Classificação de polímeros e morfologias básicas*
3. *Processamento e síntese de polímeros*
4. *Propriedades mecânicas e térmicas*
5. *Copolímeros e Arquiteturas Avançadas*
6. *Materiais poliméricos inteligentes*
7. *O mercado mundial da indústria do plástico*
8. *Polímeros em tecnologias de membrana*
9. *Preparação de membranas poliméricas*
10. *Tendências atuais e futuras das membranas poliméricas*

**3.2.5. Syllabus:**

1. *Introduction, Definition & Nomenclature*
2. *Classification of polymers & Basic Morphologies*
3. *Polymer processing and synthesis*
4. *Mechanical and thermal properties*
5. *Copolymers and Advanced architectures*
6. *Smart polymers materials*
7. *The world market of plastic industry*
8. *Polymers in membrane technologies*
9. *Preparation of polymer membranes*
10. *Current and future trends in polymer membranes*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos em Materiais Poliméricos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of Polymeric Materials, and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas*  
*Apresentações de profissionais externos*  
*Aulas de laboratório em grupos.*  
*Síntese e caracterização de polímeros*  
*Resolução de exercícios*  
*Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.*  
*Orientação tutorial.*  
*Discussão e análise dos resultados obtidos no laboratório.*  
*Preparação de trabalhos*  
*Estudo pessoal*  
*Apresentações orais*  
*Exames*  
*Sistema de avaliação:*  
 1. *Assistência e participação em aulas e laboratórios*  
 2. *Assessões pessoais*  
 3. *Apresentação Oral*  
 4. *Exame*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures by teaching staff*  
*Presentations by external professionals*  
*Lab courses in groups.*  
*Polymer syntheses and characterization*  
*Solving exercises*  
*Solving questions presented by the students.*  
*Direction of the self-learning of the student.*  
*Orientation in the personal assignments.*  
*Discussion and analysis of the results obtained in the laboratory.*  
*Preparation of assignments*  
*Personal study*  
*Oral presentations*  
*Examinations*  
*System for assessment and evaluation:*  
 1. *Assistance and participation in class and laboratory*  
 2. *Personal assignments*  
 3. *Oral Presentation*  
 4. *Examination*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com*

*o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

1. Lecture notes
2. Slide shows

## Mapa III - Materiais Inorgânicos / Inorganic Materials

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Materiais Inorgânicos / Inorganic Materials*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*André Ayral - T:15h; PL:10h; S:5h; OT:10h*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*<sem resposta>*

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

*Competências Específicas*

1. *Obter conhecimentos básicos sobre os principais tipos de materiais inorgânicos*
2. *Obter conhecimento básico sobre os métodos de deposição para a preparação de revestimentos inorgânicos e filmes finos*
3. *Obter uma primeira visão geral sobre os diferentes tipos de membranas inorgânicas.*

*Competências Genéricas*

4. *Competências de comunicação. Elaboração e apresentação de "posters" de trabalhos de projeto*
5. *Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*

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

*Specific Competencies*

1. *To get basic knowledge about the main types of inorganic materials*
2. *To get basic knowledge about the deposition methods for the preparation of inorganic coatings and thin films*
3. *To get a first overview on the different types of inorganic membranes.*

*Generic Competences*

4. *Communication skills. Preparation and display of 'posters' reporting project work*
5. *To perform bibliographic searches and to process the acquired information*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Ligação química e propriedades sólidas*
2. *Metais e suas ligas*
  - 2.1. *Extrações metalúrgicas - exemplos de Fe e Al*
  - 2.2. *Solidificação e precipitação em soluções sólidas*
  - 2.3. *Tratamentos térmicos e curvas de transição*
3. *Vidros e estado vítreo*
  - 3.1. *Transição de vidro*
  - 3.2. *Composições de vidro*
  - 3.3. *Propriedades de vidro*
4. *Cerâmica*
  - 4.1. *Embalagem de partículas e reologia de suspensões concentradas*
  - 4.2. *Diferentes fases do processo cerâmico*
5. *Ligantes hidráulicos, cimentos, argamassas e betões*
6. *Películas e revestimentos*
  - 6.1. *Métodos de deposição em fase líquida*
  - 6.2. *Métodos de deposição em fase de vapor*
7. *Diferentes tipos de membranas inorgânicas*

**3.2.5. Syllabus:**

1. *Chemical bonding and solid state properties*
2. *Metals and alloys*
  - 2.1. *Extractive metallurgical – examples of Fe and Al*
  - 2.2. *Solidification and precipitation in solid solutions*
  - 2.3. *Thermal treatments and transition curves*
3. *Glasses and vitreous state*
  - 3.1. *Glass transition*
  - 3.2. *Glass compositions*
  - 3.3. *Glass properties*
4. *Ceramics*
  - 4.1. *Particle packing and rheology of concentrated suspensions*
  - 4.2. *Different stages of the ceramic process*
5. *Hydraulic binders, cements, mortars and concretes*
6. *Films and coatings*
  - 6.1. *Liquid phase deposition methods*
  - 6.2. *Vapour phase deposition methods*
7. *Different types of inorganic membranes*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos em Materiais Inorgânicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of Inorganic Materials, and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas.  
Apresentações de profissionais externos.  
Aulas de laboratório em grupos. Preparação de membranas cerâmicas.  
Resolução de exercícios.  
Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.  
Orientação tutorial.  
Preparação de trabalhos.  
Estudo pessoal.  
Apresentações orais.  
Exames.  
Sistema de avaliação:  
1.Assistência e participação em aulas e laboratórios  
2.Exercícios individuais  
3.Apresentação Oral  
4.Exame*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures by teaching staff  
Presentations by external professionals  
Lab coursed in groups. Preparation of ceramic membranes.  
Solving exercises  
Solving questions presented by the students.  
Direction of the self-learning of the student.  
Orientation in the personal assignments.  
Preparation of assignments  
Personal study  
Oral presentations  
Examinations  
System for assessment and evaluation:  
1.Assistance and participation in class and laboratory  
2.Personal assignments  
3.Oral Presentation  
4.Examination*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação*

*de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. *Lecture notes*
2. *Slide shows*

## **Mapa III - Engenharia de Coloides e de Superfícies / Colloid and Surface Engineering**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Engenharia de Coloides e de Superfícies / Colloid and Surface Engineering*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Christel Causserand - T:25h; PL:15h*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*<sem resposta>*

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

*Competências Específicas*

1. *Conhecer conceitos gerais sobre as forças de superfície e as suas consequências sobre as propriedades dos colóides e nanopartículas*
2. *Ser capaz de estimar fenómenos eletro-cinéticos*
3. *Ser capaz de estimar a estabilidade dos colóides*
4. *Conhecer o efeito do fluido suscetível sobre as propriedades das partículas dispersas*
5. *Conhecer a prática da formulação do produto*

*Competências Genéricas*

6. *Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*
7. *Capacidade para realizar trabalho em equipa*
8. *Capacidade de gerir operadores*

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

*Specific Competencies*

1. *To know general concepts about surface forces and their consequences on colloids and nanoparticles properties*
2. *To be able to estimate electro-kinetics phenomena*
3. *To be able to estimate the stability of colloids*
4. *To know the effect of the suspendant fluid on the properties of dispersed particles*
5. *To know the practice of product formulation*

*Generic Competences*

6. *To perform bibliographic searches and to process the acquired information*
7. *Ability to perform team-work*
8. *Ability to manage operators*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Forças intermoleculares e de superfície e as suas consequências em termos de interação superficial*
2. *Fenómenos electro-cinéticos (eletroforese, eletro-osmose ...)*
3. *Propriedades coloidais (estabilidade, coagulação, ...)*
4. *Prática de formulação do produto*

### **3.2.5. Syllabus:**

1. *Intermolecular and surface forces and their consequences in term of surface interaction*
2. *Electro-kinetics phenomena (electrophoresis, electro-osmosis ...)*

3. Colloidal properties (stability, coagulation, ...)

4. Practice of product formulation

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos de Engenharia de Colóides e de Superfícies indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of Colloid and Surface Engineering and, provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Palestras do pessoal docente.*

*Aulas de laboratório em grupos.*

*Uma equipa de trabalho supervisiona um processo e os estudantes que trabalham nele. A equipa de trabalho analisa todos os dados obtidos no processo.*

*Preparação de trabalhos.*

*Estudo pessoal.*

*As apresentações orais do "supervisor das aulas de laboratório".*

*Exames.*

*Sistema de avaliação e avaliação:*

*1. Assistência e participação em aulas e laboratórios*

*2. Tarefas pessoais*

*3. Apresentação Oral*

*4. Exame*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures by teaching staff*

*Lab courses in groups.*

*A team-work manages a process and the students working on it. The team work analyses the whole data obtained in the process.*

*Preparation of assignments*

*Personal study*

*Oral presentations of the "Lab course director"*

*Examinations*

*System for assessment and evaluation:*

*1. Assistance and participation in class and laboratory*

*2. Personal assignments*

*3. Oral Presentation*

*4. Examination*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*1. R.F. Probstein, Physico-chemical hydrodynamics,*

*2. Hiemenz, Principles of colloid and surface chemistry, Dekker, 1986*

*3. Mohamed Dauoud, Claudine E. Williams, Soft Matter Physics, Springer, 1999*

**Mapa III - Caract.Estrutural e Microestrutural Sól./Structural and Microstructural Characterisation of Solids****3.2.1. Unidade curricular:***Caract.Estrutural e Microestrutural Sól./Structural and Microstructural Characterisation of Solids***3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:***Sara Cavaliere - T:15h; PL:10h; S:5h; OT:10h***3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

&lt;sem resposta&gt;

**3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Competências Específicas*

1. *Conhecer conceitos gerais sobre interações de radiação com sólidos*
2. *Conhecer as principais técnicas de caracterização estrutural de sólidos*
3. *Ser capaz de desenvolver uma estratégia analítica e métodos analíticos para a caracterização de sólidos*

*Competências Genéricas*

4. *Capacidade de comunicação. Elaboração e apresentação de "posters" de trabalhos de projeto*
5. *Realizar pesquisas bibliográficas e processar as informações adquiridas*
6. *Capacidade para realizar trabalho em equipa*

**3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Specific Competencies*

1. *To know general concepts about interactions of radiation with solids*
2. *To have a general knowledge about the main techniques for the structural characterization of solids*
3. *To be able to develop an analytical strategy and analytical methods for the characterisation of solids*

*Generic Competences*

4. *Communication skills. Preparation and display of 'posters' reporting project work*
5. *To perform bibliographic searches and to process the acquired information*
6. *Ability to perform team-work*

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Fundamentos sobre as interações da radiação com a matéria*
2. *Espectroscopia de absorção de raios X (EXAFS e XANES)*
3. *RMN de estado sólido e espectroscopias de vibração (IR e Raman)*
4. *Difusão de raios-X e técnicas afins*
5. *Microscopias de eletrões (SEM, TEM, HRTEM)*
6. *Microscopias locais de sonda (AFM, STM, SNOM)*
7. *Técnicas de análise de superfície*

**3.2.5. Syllabus:**

1. *Fundamentals on interactions of radiation with matter*
2. *X-ray absorption spectroscopy (EXAFS and XANES)*
3. *Solid-state NMR and vibrational spectroscopies (IR and Raman)*
4. *X-ray scattering and related techniques*
5. *Electron microscopies (SEM, TEM, HRTEM)*
6. *Local probe microscopies (AFM, STM, SNOM)*
7. *Surface analysis techniques*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos de Caracterização Estrutural e Microestrutural de Sólidos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of the Structural and Microstructural Characterisation of Solids and, provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas  
Apresentações de investigadores  
Aulas de Laboratório em grupos  
Programas de caracterização de testes cruzados de amostras*

*Resolução de exercícios*  
*Resolução de questões apresentadas pelos estudantes.*  
*Orientação tutorial.*  
*Discussão e análise dos resultados obtidos no laboratório.*  
*Preparação de trabalhos*  
*Estudo pessoal*  
*Apresentações orais*  
*Exames*  
*Sistema de avaliação:*  
 1. *Assistência e participação em aulas e laboratórios*  
 2. *Tarefas pessoais*  
 3. *Apresentação Oral*  
 4. *Exame*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures by teaching staff*  
*Presentations by researchers*  
*Lab courses in groups*  
*Sample cross-testing programs of characterization*  
*Solving exercises*  
*Solving questions presented by the students.*  
*Direction of the self-learning of the student.*  
*Orientation in the personal assignments.*  
*Discussion and analysis of the results obtained in the laboratory.*  
*Preparation of assignments*  
*Personal study*  
*Oral presentations*  
*Examinations*  
*System for assessment and evaluation:*  
 1. *Assistance and participation in class and laboratory*  
 2. *Personal assignments*  
 3. *Oral Presentation*  
 4. *Examination*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

1. *Lecture notes*  
 2. *Slide shows*

## Mapa III - Baterias, Células de Combustível e Electrolisadores / Batteries, Fuel Cells and Electrolysers

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Baterias, Células de Combustível e Electrolisadores / Batteries, Fuel Cells and Electrolysers*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Henny J.M. Bouwmeester - T:10h; PL:20h; S:5h; OT:10h; O:2.5h*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:



*Kitty Nijmeijer - T:10h; PL:20h; S:5h; OT:10h; O:2.5h*

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

*Competências Específicas:*

1. *Conhecer conceitos básicos e princípios de design de células e pilhas de última geração.*
2. *Compreender os principais mecanismos de transporte, reações de electrodo e cinética interfacial.*
3. *A capacidade de descrever os diferentes tipos de pilhas de combustível e baterias, e mencionar diferenças, áreas de aplicação, condições de operação e limitações.*
4. *Conhecer os principais desenvolvimentos no campo das células de combustível e baterias, e as tendências futuras.*

*Competências Genéricas*

5. *Competências de comunicação; Apresentação oral e discussões em grupo.*
6. *A capacidade de realizar uma pesquisa bibliográfica e como processar as informações adquiridas*
7. *A capacidade de realizar trabalho em equipa.*

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

*Specific Competencies:*

1. *To know basic concepts and design principles of state-of-the-art fuel cells and batteries.*
2. *To understand main transport mechanisms, electrode reactions and interfacial kinetics.*
3. *The ability to describe the different types of fuel cells and batteries, and to mention differences, application areas, operation conditions, and limitations.*
4. *To know major developments in the field of fuel cells and batteries, and future trends.*

*Generic Competences*

5. *Communication skills; Oral presentation and group discussions.*
6. *The ability to conduct a bibliographic search, and how to process the acquired information*
7. *The ability to perform team-work.*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução, princípios básicos e teoria*
2. *Termodinâmica de células eletroquímicas, perdas e eficiência*
3. *Membranas de eletrólito, conjuntos de eléctrodos de membrana*
4. *Cinética do eléctrodo*
5. *Different tipos de pilhas e pilhas de combustível; SOFC, SAFC, PEMFC, DMFC, BioFC, AFC, baterias primárias e secundárias, etc.*
6. *Miniaturização e outras tendências recentes*
7. *Relevância e aceitação social*

### **3.2.5. Syllabus:**

1. *Introduction, basic principles and theory*
2. *Thermodynamics of electrochemical cells, losses and efficiency*
3. *Electrolyte membranes, membrane electrode assemblies*
4. *Electrode kinetics*
5. *Different types of batteries and fuel Cells; SOFC, SAFC, PEMFC, DMFC, BioFC, AFC, primary and secondary batteries, etc.*
6. *Miniaturization and other recent trends*
7. *Societal relevance and acceptance*

### **3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos de Baterias, Células de Combustível e Electrolisadores indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

### **3.2.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of Batteries, Fuel Cells and Electrolysers and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

### **3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas*

*Apresentações realizadas por profissionais externos / industriais*

*Tarefas de grupo focadas no desenvolvimento de células de combustível selecionadas*

*Aulas práticas organizadas em grupos; Testes de células de combustível*

*Resolução de exercícios*

*Resolução de questões levantadas pelos estudantes*

*Oferecer suporte e orientação em tarefas*

*Preparações individuais e tempo de estudo. Preparação de trabalhos*

*Apresentação oral e discussões.*

*Exame*

*Sistema de avaliação:*

1. Exercícios
2. Apresentação oral e participação nas discussões
3. Exame

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures by teaching staff*  
*Presentations held by external/industrial professionals*  
*Group assignment focused towards selected fuel cell development*  
*Practice course organized in groups; testing of fuel cell*  
*Solving exercises,*  
*Solving questions raised by the students.*  
*Offering support and orientation in assignments.*  
*Individual preparations and study time. Preparation of assignments.*  
*Oral presentation and discussions.*  
**Examination**  
**System for assessment and evaluation:**  

1. Assignment
2. Oral presentation, and participation in discussions
3. Examination

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

*Lecture notes, slides*  
*Fuel cell Handbook: U.S. Department of Energy, 2004.*

## Mapa III - Membranas para Separação de Gases / Membranes for Gas Separation

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Membranas para Separação de Gases / Membranes for Gas Separation*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Kitty Nijmeijer - T:10h; PL: 20h;S:5h;OT:20h;O:2.5h*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Henny J.M. Bouwmeester- T:10h; PL: 20h;S:5h;OT:20h;O:2.5h*

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

*Competências Específicas*

1. Conhecer conceitos gerais, membranas de última geração e tecnologia utilizada para separação de gases e tratamento de gases.
2. Compreender os principais mecanismos de transporte em diferentes tipos de membranas de separação de gases.
3. Conhecer tecnologias competitivas para membranas de separação de gases e tratamento de gases.
4. Preparar e caracterizar as membranas selecionadas.
5. Capacidade de interpretar dados experimentais e tirar conclusões.

*Competências Genéricas*

1. Capacidade de comunicação; Apresentação oral e discussões em grupo.
2. Capacidade de realizar uma pesquisa bibliográfica, e como processar as informações adquiridas.

3. Capacidade de realizar trabalho em equipa.
4. Com base numa descrição geral do problema, a capacidade de projetar um plano experimental.
5. Com base numa descrição geral do problema e num plano experimental, a capacidade de realizar trabalhos de laboratório práticos de forma independente.

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

*Competencies acquired by the student*

*Specific Competencies*

1. To know general concepts, state-of-the-art membranes and technology used for gas separation and gas treatment.
2. To understand main transport mechanisms in different types of gas separation membranes.
3. To know competitive technologies for gas separation membranes and gas treatment.
4. To prepare and characterize selected membranes.
5. The ability to interpret experimental data and to draw conclusions.

*Generic Competences*

1. Communication skills; Oral presentation and group discussions.
2. The ability to conduct a bibliographic search, and how to process the acquired information.
3. The ability to perform team-work.
4. Based on a general problem description the ability to design an experimental plan.
5. Based on a general problem description and experimental plan the ability to conduct practical lab work in an independent way.

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. Introdução, princípios básicos e teoria.
2. Membranas poliméricas.
3. Membranas metálicas.
4. Membranas cerâmicas de carbono, zeólito e microporosas (derivadas de sol-gel).
5. Membranas de óxido de condução.
6. Tecnologias competitivas para a separação eo tratamento do gás (destilação criogénica, adsorção com variação de pressão, métodos da absorção etc.).

### 3.2.5. Syllabus:

1. Introduction, basic principles and theory.
2. Polymer membranes.
3. Metallic membranes.
4. Carbon, zeolite and micro-porous (sol-gel derived) ceramic membranes.
5. Mixed conducting oxide membranes.
6. Competitive technologies for gas separation and treatment (cryogenic distillation, pressure swing adsorption, absorption methods etc.).

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos de Membranas para Separação de Gases indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of membranes for gas separation and, provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Aulas teóricas*

*Apresentações realizadas por profissionais externos / industriais*

*Demonstração*

*Aulas práticas organizadas em pares; Preparação e caracterização da membrana*

*Resolver exercícios,*

*Resolver as questões levantadas pelos estudantes.*

*Oferecer suporte e orientação em tarefas.*

*Preparações individuais e tempo de estudo. Preparação de trabalhos.*

*Apresentação oral e discussões.*

*Exame*

*Sistema de avaliação e avaliação:*

*1. Exercícios*

*2. Apresentação oral e participação nas discussões*

*3. Exame*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures by teaching staff*

*Presentations held by external/industrial professionals*

**Demonstration**

*Practice course organized in pairs; membrane preparation and characterization*

*Solving exercises,*

*Solving questions as raised by the students.*

*Offering support and orientation in assignments.*

*Individual preparations and study time. Preparation of assignments.*

*Oral presentation and discussions.*

**Examination**

*System for assessment and evaluation:*

*1.Assignment*

*2.Oral presentation, and participation in discussions*

*3.Examination*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*Lecture notes, slides*

*Y. Yampolskii, I. Pinnau, B.D. Freeman, Materials Science of Membranes, John Wiley & Sons, Ltd. 2006.*

*R.W. Baker, Membrane Technology and Applications, John Wiley and Sons Ltd., 2004.*

**Mapa III - Transporte Multicomponente em Tratamento de Água / Multi-Component Mass Transport In Water Treatment****3.2.1. Unidade curricular:**

*Transporte Multicomponente em Tratamento de Água / Multi-Component Mass Transport In Water Treatment*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Antoine Kemperman - T:20h; PL:40h; S:10h; OT:20h; O:5h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*<sem resposta>*

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

*Competências Específicas:*

*1.Compreender os principais mecanismos de transporte do transporte de múltiplos componentes através de membranas de separação de líquidos.*

*2.Conhecer conceitos gerais,membranas de última geração e tecnologia utilizada para tratamento de água.*

*3.Conhecer as principais aplicações das membranas em processos de separação e novas aplicações de interesse tecnológico.*

*4.Caracterizar e descrever propriedades de transporte de massa de membranas selecionadas.*

*5.Ser capaz de interpretar dados experimentais e tirar conclusões.*

*Competências Genéricas*

*6.Competências de comunicação;Apresentação oral e discussões em grupo.*

*7.Ser capaz de realizar uma pesquisa bibliográfica,e como processar as informações adquiridas.*

*8.Ser capaz de realizar trabalho em equipa.*

*9.Baseado numa descrição geral do problema,ser capaz de projetar um plano experimental*

*10.Baseado numa descrição geral do problema e plano experimental,ser capaz de realizar trabalho laboratorial de forma independente.*

**3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Specific Competencies:*

1. *To understand main transport mechanisms of multi-component transport through liquid separation membranes.*
2. *To know general concepts, state-of-the-art membranes and technology used for water treatment.*
3. *To know main applications of membranes in separation processes, and new applications of technological interest.*
4. *To characterize and describe mass transport properties of selected membranes.*
5. *The ability to interpret experimental data and to draw conclusions.*

*Generic Competences*

6. *Communication skills; Oral presentation and group discussions.*
7. *The ability to conduct a bibliographic search, and how to process the acquired information.*
8. *The ability to perform team-work.*
9. *Based on a general problem description the ability to design an experimental plan*
10. *Based on a general problem description and experimental plan the ability to conduct practical lab work in an independent way.*

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução à descrição de Maxwell-Stefan do transporte de massa*
2. *Aplicação aos processos de separação por membrana*
3. *Osmose Inversa, Pervaporação*
4. *Troca de iónica*
5. *Ultrafiltração*
6. *Contatores de membrana para remoção de metais pesados*
7. *Reatores de membrana para oxidação avançada*

**3.2.5. Syllabus:**

1. *Introduction to Maxwell-Stefan description of mass transport*
2. *Application to membrane separation processes*
3. *Reverse Osmosis, Pervaporation*
4. *Ion exchange*
5. *Ultrafiltration*
6. *Membrane contactors for heavy metal removal*
7. *Membrane reactors for advanced oxidation*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos científicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes em Transporte Multicomponente em Tratamento de Água e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of Multi-Component Mass Transport In Water Treatment and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):***Aulas teóricas*

*Apresentações realizadas por profissionais externos / industriais*

*Demonstração*

*Aulas práticas organizadas em pares; Preparação e caracterização da membrana*

*Resolver exercícios,*

*Resolver questões levantadas pelos estudantes.*

*Oferecer suporte e orientação em tarefas.*

*Preparações individuais e tempo de estudo. Preparação de trabalhos.*

*Apresentação oral e discussões.*

*Exame*

*Sistema de avaliação:*

*1. Exercícios*

*2. Apresentação oral e participação nas discussões*

*3. Exame*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Lectures by teaching staff*

*Presentations held by external/industrial professionals demonstration*

*Practice course organized in pairs; membrane preparation and characterisation*

*Solving exercises,*

*Solving questions raised by the students.*

*Offering support and orientation in assignments.  
Individual preparations and study time. Preparation of assignments.  
Oral presentation and discussions.  
Examination  
System for assessment and evaluation:  
1.Assignment  
2.Oral presentation, and participation in discussions  
3.Examination*

**3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**  
*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes. O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**  
*The teaching methodologies are organized following lectures, problems solving sessions and practical (laboratory) classes in order to allow the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems. The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**  
*1.Lecture notes, slides  
2.J. Wesselingh, Multi-component mass transport*

### Mapa III - Desenho de Instalações de Processos com Membranas / Membrane Process Plant Design

**3.2.1. Unidade curricular:**  
*Desenho de Instalações de Processos com Membranas / Membrane Process Plant Design*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**  
*Louis Van der Ham - T:15h; S:5h; OT:10h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**  
*<sem resposta>*

**3.2.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Competências Específicas*  
*1. Conhecer as principais aplicações das membranas em processos de separação, reatores de membrana (catalíticos) e novas aplicações de interesse tecnológico.*  
*2. Definir o âmbito e a base de projeto*  
*3. Gerar alternativas de processo num procedimento sistemático: Combinar o(s) módulo(s) de membrana com operações de unidade adicionais para obter um processo operacional. Fazer escolhas equilibradas.*  
*4.Simular processos (membrana) processos com um diagrama comercial.*  
*5. Compreender os principais mecanismos de transporte em diferentes tipos de membranas.*  
*6. Ser capaz de projetar um processo (membrana) (calcular área da membrana, configuração do módulo ideal, etc*  
*7.Avaliação técnica e económica*  
*Competências Genéricas*  
*8. Competências de comunicação; Apresentação oral e discussões em grupo.*  
*9.Ser capaz de realizar uma pesquisa bibliográfica sistemática e processar as informações obtidas.*  
*10.Ser capaz de realizar trabalho em equipa. Fase e organização do projeto.*

**3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
*Specific Competencies*  
*1.To know main applications of membranes in separation processes, (catalytic) membrane reactors, and new applications of technological interest.*  
*2.Clearly define scope and design basis*  
*3.Generate process alternatives in systematic procedure: Combine membrane module(s) with additional unit*

- operations to obtain an operational process. Make balanced choices.*
4. *Simulate (membrane) processes with a commercial flowsheet.*
  5. *To understand main transport mechanisms in different types of membranes.*
  6. *The ability to design a (membrane) process (calculate membrane area, optimal module configuration etc.*
  7. *technical en economical evaluation*
- Generic Competences**
8. *Communication skills; Oral presentation and group discussions.*
  9. *The ability to conduct a systematic bibliographic search, and to process the obtained information.*
  10. *The ability to perform team-work. Phasing and project organization.*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução à conceção sistemática de processos*
2. *Introdução ao processo de simulação (flowheeting: Unisim ou ..)*
3. *Introdução à estimativa de custos*

### 3.2.5. Syllabus:

1. *Introduction to systematic process design*
2. *Introduction to process simulation (flowsheeting: Unisim or ..)*
3. *Introduction to cost estimation*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos de Desenho de Instalações de Processos com Membranas indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of Membrane Process Plant Design and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

- Aulas teóricas*  
*Apresentações realizadas por profissionais externos / industriais*  
*Conceção de um processo de membrana de forma sistemática.*  
*Relatório e apresentação oral e discussões.*  
**Sistema de avaliação:**  
  1. *Exercícios*
  2. *Relatório, apresentação oral e participação em discussões*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

- Lectures by teaching staff*  
*Presentations held by external/industrial professionals*  
*Design of a membrane process in a systematic way.*  
*Report and Oral presentation and discussions.*  
**System for assessment and evaluation:**  
  1. *Assignment*
  2. *Report, oral presentation, and participation in discussions*

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

*A elaboração de um projeto de um processo de membranas requer a utilização de conhecimentos multidisciplinares, previamente lecionados noutras unidades curriculares, pelo que são necessárias algumas aulas teóricas para fazer o estudo técnico e a avaliação económica.*  
*É fundamental a realização de aulas tutoriais para que o professor possa passar a sua experiência na realização deste tipo de estudos, ajudando os estudantes a focarem-se nos aspetos principais do estudo e a selecionarem de forma objetiva a informação disponível mais importante.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The engineering design of a membrane process requires the use of multidisciplinary knowledge previously taught in other courses, so lectures on methods to make the technical and economic evaluation are needed.*  
*The tutorial sessions are critical to ensure an adequate knowledge and experience transfer from the professor to the students in their work, helping them to effectively apply their previous and new knowledge.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

*Lecture notes, slides*

*W.D. Seider, J.D. Seader, D.R. Lewin; Product and Process Design Principles: synthesis, analysis and evaluation.  
R.W. Baker; Membrane Technology and Applications*

### Mapa III - Dispositivos e Conceitos Microfluidicos / Microfluidic Concepts and Devices

#### 3.2.1. Unidade curricular:

*Dispositivos e Conceitos Microfluidicos / Microfluidic Concepts and Devices*

#### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Rob Lammertink - T:10h; S:5h;OT:15h*

#### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Han Gardeniers - T:10h; S:5h; OT:15h*

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

*Competências Específicas:*

- 1. Conhecer conceitos básicos e princípios de design de microdispositivos e sensores de última geração*
  - 2. Ser capaz de descrever os diferentes tipos de microdispositivos e sensores, além de mencionar diferenças, áreas de aplicação, condições de operação e limitações.*
  - 3. Conhecer os principais desenvolvimentos no campo dos microdispositivos e sensores, e as tendências futuras.*
- Competências Genéricas*
- 4. Competências de comunicação; Apresentação oral e discussões em grupo.*
  - 5. Ser capaz de realizar uma pesquisa bibliográfica, e como processar as informações adquiridas*
  - 6. Ser capaz de realizar trabalho em equipa.*

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

*Specific Competencies:*

- 1.To know basic concepts and design principles of state-of-the-art microdevices and sensors*
- 2.The ability to describe the different types of microdevices and sensors, and to mention differences, application areas, operation conditions, and limitations.*
- 3.To know major developments in the field of microdevices and sensors, and future trends.*

*Generic Competences*

- 4.Communication skills; Oral presentation and group discussions.*
- 5. The ability to conduct a bibliographic search, and how to process the acquired information*
- 6.The ability to perform team-work.*

#### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Introdução, microtecnologia, métodos de microfabricação*
- 2. Microfluidicos, manipulação de fluidos em microdispositivos, modelagem microfluidica*
- 3. Microsensores e microatuadores: Nernstian, amperométrico, baseado em FET, baseado em impedância, dielectroforese, sensor de pH, bomba magnetohidrodinâmica (MHD) e aplicações correspondentes (química, biomédica, biotecnologia)*
- 4. Relevância e aceitação da sociedade*

#### 3.2.5. Syllabus:

- 1.Introduction, microtechnology, microfabrication methods*
- 2.Microfluidics , handling fluids in microdevices, microfluidic modeling*
- 3. Microsensors and microactuators: Nernstian, amperometric, FET-based, impedance- based, dielectrophoresis, pH-sensor, magnetohydrodynamic (MHD) pump, and corresponding applications (chemical, biomedical, biotechnology)*
- 4.Societal relevance and acceptance*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a introduzir os fundamentos de Dispositivos e Conceitos Microfluidicos indispensáveis ao estudante, dotá-lo das ferramentas necessárias para compreender e analisar os fenómenos relevantes e motivá-lo a pesquisar de forma mais profunda dentro do domínio científico em causa.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to the fundamentals of Microfluidic Concepts and Devices and provide the tools to understand and analyze the underlying phenomena and motivate the search for new insights.*

#### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):



*Aulas teóricas*  
*Apresentações realizadas por profissionais externos / industriais*  
*Tarefas de grupo*  
*Aulas práticas organizadas em grupos; Teste de um microsensor*  
*Resolver exercícios,*  
*Resolver questões levantadas pelos estudantes.*  
*Oferecer suporte e orientação em tarefas.*  
*Preparações individuais e tempo de estudo. Preparação de trabalhos.*  
*Apresentação oral e discussões.*  
**Exame**  
**Sistema de avaliação:**  
 1. Exercícios  
 2. Apresentação oral e participação nas discussões  
 3. Exame

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Lectures by teaching staff*  
*Presentations held by external/industrial professionals*  
*Group assignment*  
*Practice course organized in groups; testing of a microsensor*  
*Solving exercises,*  
*Solving questions raised by the students.*  
*Offering support and orientation in assignments.*  
*Individual preparations and study time. Preparation of assignments.*  
*Oral presentation and discussions.*  
**Examination**  
**System for assessment and evaluation:**  
 1. Assignment  
 2. Oral presentation, and participation in discussions  
 3. Examination

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

*As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem. A aquisição de conhecimentos por via da lecionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies. The knowledge to be acquired in the lecture is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

*Lecture notes, slides*

## Mapa III - Contactores de Membranas e Bio-reactores / Membrane Contactors and Bioreactors

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Contactores de Membranas e Bio-reactores / Membrane Contactors and Bioreactors*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Isabel Maria Rola Coelho - T:9h; TP:4,5h; PL:6h; OT:2.8h*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*João Paulo Serejo Goulão Crespo - T:2h; OT:2.8h*  
*Cláudia Filipa Reis Galinha Loureiro - T:5h; TP:4,5h; PL:6h; OT:2.8h*  
*Maria Ascensão Carvalho Fernandes Miranda Reis - T:7h; OT:2.8h*  
*Svetlozar G. Velizarov - T:5h; TP:9h; PL:12h; OT:2.8h*

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

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

- Compreender o conceito de Bio-reactor (Celular e Enzimático)*
- Compreender as correlações entre crescimento celular, consumo de substratos e acumulação de produtos, e ser capaz de aplicar as equações cinéticas para determinar parâmetros de operação e performance.*
- Compreender o conceito de Reactor de Membranas*

- Conhecer os diferentes tipos de reactores de membranas e as vantagens/desvantagens da sua aplicação.
- Compreender o conceito de Contactor de Membranas e as operações unitárias possíveis de serem realizadas com este equipamento.
- Compreender a necessidade da utilização de processos de monitorização e identificar as técnicas de monitorização e modelação mais apropriadas a aplicar na solução de problemas específicos.

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

*In the end of this curricular unit the student will have acquired knowledge, and competences that will allow to:*

- Understand the concept of Bioreactor (Cell and Enzymatic)
- Understand the correlations between biomass growth, substrates consumption and products accumulation being able to apply the kinetics of the biological reactions to determine the operating and performance parameters.
- Understand the concept of Membrane Bioreactor
- Know the different membrane bioreactors and the advantages/disadvantages of using them in different processes
- Understand the concept of Membrane Contactor and the unit operations which can be performed with it.
- Understand the need for process monitoring and properly identify appropriate monitoring and modelling techniques for solving a specific problem.

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

*Bio-reactores:*

*Fundamentos sobre crescimento celular e metabolismo*

*Cinética de crescimento – Batch*

*Metabolismo de manutenção*

*Composição elementar da biomassa (estequiometria e balanços)*

*Taxas de reacção e coeficientes de rendimento*

*Cinética num reactor CSTR em estado estacionário*

*Bio-reactores Enzimáticos*

*Bioreactores de membranas (Pressure driven):*

*Configuração de reactores, membranas e diferentes biologias*

*Parâmetros de operação*

*Formação de fouling, estratégias anti-fouling e técnicas de monitorização*

*Contactores de membranas:fundamentos e aplicações. Estabilidade, modo de operação e seleção de membranas.*

*Dimensionamento e correlações de transferência de massa.*

*Operações unitárias com contactores de membranas:*

*Extracção líquido-líquido e absorção gás-líquido*

*OD e MD , Cristalização e Emulsificação.*

*Processos Híbridos*

*Monitorização e Modelação*

### 3.2.5. Syllabus:

*Bioreactors:*

*Fundamentals on Cell growth and metabolism*

*Cell growth kinetics – batch growth*

*Maintenance metabolism*

*Elemental composition of biomass (stoichiometry and elemental balances)*

*Reaction rates and yield coefficients*

*Kinetics for a steady-state CSTR*

*Enzymatic Bioreactors*

*Pressure driven Cell Membrane bioreactors:*

*Fouling formation, anti-fouling strategies and monitoring techniques*

*MBR applications: case studies*

*Membrane contactors: fundamentals and applications. Stability, operation mode and membrane selection.*

*Unit operations in membrane contactors:*

*Liquid –liquid extraction and Gas-liquid absorption;*

*OD and MD; Crystallization and Emulsification*

*Hybrid Processes*

*Monitoring and Modelling*

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

*Com o conteúdo programático desta unidade curricular os estudantes adquirem os conhecimentos e ferramentas que lhes permitirão operar bioreactores, reactores de membranas e contactores e saber obter a informação relevante para o seu dimensionamento. Será dada atenção especial aos mecanismos de transporte associados.*

*Será também possível aos estudantes compreender a necessidade da utilização de processos de monitorização e identificar as técnicas de monitorização e modelação mais apropriadas a aplicar na solução de problemas específicos.*

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

*The syllabus of this curricular unit allows the students to acquire the tools to operate bioreactors, membrane reactors and membrane contactors and know how to obtain the required information for design of these equipments. Special focus will be given to the associated transport mechanisms.*

*It will be also possible for the students to understand the need for process monitoring and properly identify appropriate monitoring and modelling techniques for solving a specific problem.*

### **3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*As aulas teóricas são acompanhadas por slides com os conteúdos lecionados . As aulas teórico-práticas consistem na resolução de questões relativas à matéria abordada nas aulas teóricas. São realizados seminários e visitas a laboratórios e/ou empresas . O estudante tem acesso ao protocolo laboratorial com a descrição dos trabalho a desenvolver nas aulas.*

*A avaliação inclui:*

*Aulas de laboratório (2) relatórios e discussão – grupo 2/3 estudantes.*

*Proposta de um projeto científico com apresentação oral e discussão – individual.*

*Testes (2) – individual.*

*A nota final é composta por 25% da nota dos laboratórios +25% da nota do projeto científico +50% da nota dos testes (média dos 2 testes). Em cada componente da avaliação a nota deverá ser  $\geq 9.5$ , numa escala 0-20.*

### **3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Theoretical classes are lectured using slides with the contents lectured . The problems classes involve the resolution of questions regarding the issues lectured. Seminars and visits to laboratories and/or companies are organized. The students have access to the lab protocols with the description of the work to be developed in the lab classes.*

*The evaluation includes:*

*Laboratory sessions (2) reports and discussion – group of 2/3 students.*

*Proposal of a scientific project and oral presentation and discussion - individual.*

*Tests (2) - individual*

*The final grade is composed by 25% of the grade of the lab sessions +25% of the grade of the proposal +50% of the grade of the tests (average value of the two tests). In each component of the evaluation the grade has to be  $\geq 9.5$ , in a scale 0-20.*

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem.*

*A aquisição de conhecimentos por via da leccionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes.*

*O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar dois trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

*A elaboração de uma proposta de projeto científico através da escolha de um tema usando processos de membranas, trabalho de pesquisa sobre o tema e apresentação do seminário aos docentes e restantes estudantes seguida de discussão, permite testar a criatividade, autonomia e capacidades comunicativas dos estudantes.*

*Cada estudante é avaliado em contexto de grupo e individualmente (nos testes e no projeto) sendo a classificação final do estudante dada individualmente. Avaliar-se-á a capacidade de o estudante se exprimir quer oralmente, quer por escrito.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following theoretical, theoretical-practical and practical (laboratory) lessons in a way permitting the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies.*

*The knowledge to be acquired in the theoretical classes is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems.*

*The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform two practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

*They also have to propose a scientific project using membrane separation processes, performing research on the topic and presenting a seminar, which will allow to test the creativity, autonomy, and research and communication skills of the students.*

*Each student is evaluated in group and individually (through the tests and project). The student's final grade is given individually. The ability of the students to express themselves orally or in writing will be assessed.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

*Bailey JE, Ollis DF. Biochemical Engineering Fundamentals. 2nd ed. McGraw-Hill, New York, 1986.*

*Nielsen J, Villadsen J, Lidén G. Bioreaction Engineering Principles. 2nd ed. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2003.*

*Judd S. The MBR Book: Principles and Applications of Membrane Bioreactors in Water and Wastewater Treatment. Elsevier, Amsterdam, 2006.*

*A. Gabelman, S. Hwang, Hollow fiber membrane contactors Journal of Membrane Science 159 (1999) 61-106.*

## Mapa III - Membranas em Processos de Separação / Membranes in Downstream Processing

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Membranas em Processos de Separação / Membranes in Downstream Processing*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*João Paulo Serejo Goulão Crespo - T:8h; TP:3h; OT:2.8h*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Carla Alexandra Moreira Portugal - T:7h; TP:1.5h; OT:2.8h*

*Svetlozar G. Velizarov - T:7h; TP:1.5h; OT:2.8h*

*Carla Maria Carvalho Gil Brazinha de Barros Ferreira - T:3h;TP:1.5h;PL:6h;OT:2.8h*

*Luísa Alexandra Graça Neves - T:3h;TP:1.5h;PL:6h;OT:2.8h*

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

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

- *Compreender conceitos gerais sobre a utilização de membranas em processos de separação;*
- *Conhecer conceitos de sistemas biológicos complexos e interações com processos de membranas;*
- *Ser capaz de identificar quais os processos de membranas em que a diferença de pressão é a força motriz (ultrafiltração, nanofiltração e osmose inversa);*
- *Ser capaz de identificar quais os processos de membranas em que a diferença de actividade é a força motriz (permeação gasosa e de vapor e pervaporação);*
- *Compreender o que são processos electromembranares e principais aplicações;*
- *Compreender a necessidade da monitorização e quais as técnicas de monitorização e modelação mais apropriadas na solução de problemas específicos;*
- *Aquisição de conhecimentos de processos híbridos e integração de processos*

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

*In the end of the curricular unit the student should have acquired, knowledge, skills and competences that allow:*

- *Understand general concepts related with membrane processes in downstream applications;*
- *Knowledge on biological complex media and media /membrane interactions;*
- *Identification of pressure driven processes (ultrafiltration, nanofiltration, and reverse osmosis);*
- *Identification of activity driven processes (gas separation, pervaporation and vapour permeation);*
- *Understand electromembrane processes and man applications;*
- *Understand the need for process monitoring and properly identify appropriate monitoring and modelling techniques for solving a specific problem.*
- *Knowledge on hybrid processes and process integration.*

### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

- *Interações biomoléculas-membranas: mecanismos, impacto no desempenho , estratégias de controlo e técnicas de monitorização;*
- *Osmose Inversa;*
- *Nanofiltração;*
- *Ultrafiltração;*
- *Processos Electromembranares;*
- *Fundamentos de processos baseados na diferença de atividades nos compartimentos de alimentação e permeado;*
- *Transporte de massa em membranas densas*
- *Coeficientes de solubilidade e difusão;*
- *Pervaporação;*
- *Comparação entre Pervaporação e Separação de gases;*
- *Permeação Gasosa (Fundamentos, Instalações experimentais e condições operatórias);*
- *Técnica de monitorização de compostos voláteis e de gases – Cromatografia em fase gasosa;*

*- Monitorização do desempenho de processos com membranas por espectroscopia de fluorescência 1D e 2D. Técnica de monitorização – Espectroscopia de Impedância.*

### 3.2.5. Syllabus:

- Biomolecules-membrane interactions: mechanisms, impact on the performance of the membrane processes, control strategies and monitoring techniques;*
- Reverse Osmosis;*
- Nanofiltration;*
- Ultrafiltration;*
- Electromembrane Processes*
- Fundamentals of Activity Driven Processes;*
- Mass transport through dense membranes by the solubility-diffusion model;*
- Solubility and Diffusion Coefficients;*
- Pervaporation and Vapour Permeation;*
- Comparison between Pervaporation and Gas Permeation;*
- Gas permeation (Fundamentals, experimental conditions and set-ups);*
- Monitoring technique for volatile compounds and gases – Gas Chromatography GC*
- Monitoring of the performance of membrane processes by 1D and 2D fluorescence spectroscopy*
- Monitoring technique – Electrochemical Impedance Spectroscopy.*

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

*Os conteúdos e objectivos desta unidade curricular assentam nos princípios clássicos dos processos RO / NF / UF, que são operações unitárias intimamente relacionadas e que apresentam uma série de similaridades, o que justifica o seu lecionamento conjunto. O mesmo aplica-se ao lecionamento dos processos eletromembranares tais como DD / ED, fuel cells, etc. Será também dado particular ênfase em processos de separação em que a diferença de actividade é a força motriz, tais como pervaporação, permeação de vapores e permeação de gases.*

*Será também possível aos estudantes compreender a necessidade da utilização de processos de monitorização e identificar as técnicas de monitorização e modelação mais apropriadas a aplicar na solução de problemas específicos.*

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

*The syllabus of this curricular unit is based on the classical principles of membrane processes, RO/NF/UF, which are closely related unit operations and present a series of similaridades, which justifies its learning at the same time. The same applies to the learning of eletromembranares processes such as DD / ED, fuel cells, etc. It will also be given particular emphasis on separation processes where activity difference is the driving force, such as pervaporation, vapors permeation and gas permeation. Moreover, it will be possible for the students to understand the need for process monitoring and properly identify appropriate monitoring and modelling techniques for solving a specific problem.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As aulas teóricas são acompanhadas por slides com os conteúdos leccionados. As aulas teórico-práticas consistem na resolução de questões relativas à matéria abordada nas aulas teóricas. São realizados seminários e visitas a laboratórios e/ou empresas . O estudante tem acesso ao protocolo laboratorial com a descrição dos trabalho a desenvolver nas aulas.*

*A avaliação inclui:*

*Aulas de laboratório (2) relatórios e discussão – grupo 2/3 estudantes.  
Proposta de um projeto científico apresentação oral e discussão – individual.  
Testes (2) – individual.*

*A nota final é composta por 25% da nota dos laboratórios +25% da nota do projeto científico +50% da nota dos testes (média dos 2 testes). Em cada componente da avaliação a nota deverá ser >=9.5, numa escala 0-20.*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Theoretical classes are lectured using slides with the contents lectured . The problems classes involve the resolution of questions regarding the issues lectured. Seminars and visits to laboratories and/or companies are organized. The students have access to the lab protocols with the description of the work to be developed in the lab classes.*

*The evaluation includes:  
Laboratory sessions (2) reports and discussion – group of 2/3 students.  
Proposal of a scientific project and oral presentation and discussion - individual.  
Tests (2) - individual*

*The final grade is composed by 25% of the grade of the lab sessions +25% of the grade of the proposal +50% of the grade of the tests (average value of the two tests). In each component of the evaluation the grade has to be >=9.5, in a scale 0-20.*

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

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem.*

*A aquisição de conhecimentos por via da leccionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes.*

*O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar dois trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

*A elaboração de uma proposta de projeto científico através da escolha de um tema usando processos de membranas, trabalho de pesquisa sobre o tema e apresentação do seminário aos docentes e restantes estudantes seguida de discussão, permite testar a criatividade, autonomia e capacidades comunicativas dos estudantes.*

*Cada estudante é avaliado em contexto de grupo e individualmente (nos testes e no projeto) sendo a classificação final do estudante dada individualmente. Avaliar-se-á a capacidade de o estudante se exprimir quer oralmente, quer por escrito.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodologies are organized following theoretical, theoretical-practical and practical (laboratory) lessons in a way permitting the fulfilment of the learning outcomes. The methodologies used are based on the leading internationally recognized textbooks and laboratory manuals, thus assuring high standard and coherent learning strategies.*

*The knowledge to be acquired in the theoretical classes is supplemented by solving illustrative numerical problems which allows testing the students' ability to analyse and solve numerical problems.*

*The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform two practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

*They also have to propose a scientific project using membrane separation processes, performing research on the topic and presenting a seminar, which will allow to test the creativity, autonomy, and research and communication skills of the students.*

*Each student is evaluated in group and individually (through the tests and project). The student's final grade is given individually. The ability of the students to express themselves orally or in writing will be assessed.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*- Monitoring and visualizing membrane based processes. Edited by Carme Güell, Montserrat Ferrando, Francisco López. 2009 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA Weinheim;*

*- Microfiltration and Ultrafiltration: Principles and applications. Leos J. Zeman and Andrew L. Zydney, 1996 Marcel Dekker, Inc., New York;*

*- A. Fersht, Structure and Mechanism in Protein Science, W.H. Freeman and Company, New York, 1999.*

*- B. Valeur, Molecular Fluorescence. Principles and Applications, Wiley/ VCH, Germany, 2002.*

*- Marcel Mulder, Basic Principles of Membrane Technology, Kluwer Academic Press, 1996.*

*- E.L. Cussler, Diffusion, second ed., Cambridge University Press, Cambridge, 1997;*

## **Mapa III - Membranas Barreira para Aplicações Alimentares / Barrier Membranes for Food Applications**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Membranas Barreira para Aplicações Alimentares / Barrier Membranes for Food Applications*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Isabel Maria Rola Coelho - T:24h; TP:7.5h; OT:5h*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Carla Maria Carvalho Gil Brazinha de Barros Ferreira - T:2h; PL:6h; OT:4.5h*

*Luísa Alexandra Graça Neves - T:2h; TP:1,5h; PL:6h; OT:4.5h*

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

*No final desta UC os estudantes devem ser capazes de:*

1. *Compreender a importância de membranas barreira em embalagem alimentar;*
2. *Aplicar conhecimentos anteriores em fenómenos de transferência para obter propriedades de transporte;*
3. *Desenhar novas membranas com melhor desempenho;*
4. *Conhecer processos emergentes e o seu uso para o desenvolvimento de novas membranas;*
5. *Compreender como um problema específico pode ser abordado pela indústria alimentar.*

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

*In the end of this curricular unit the students should be able:*

1. *To understand the importance of barrier membranes in food packaging;*
2. *To apply previous knowledge, acquired in transport phenomena to obtain transport properties;*
3. *To design new membranes with improved performance;*
4. *To know emerging processes and their use for membrane development;*
5. *Understand how a specific problem may be approached by the food industry.*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

*Definição de membranas barreira. Embalagem.*

*Propriedades de membranas barreira.*

*Revestimentos comestíveis: composição, função e aplicações.*

*Nanocompósitos: formulação, propriedades e aplicações.*

*Reologia de polímeros; Propriedades estruturais, mecânicas e térmicas.*

*Propriedades de transporte; Sorção, difusão e permeabilidade.*

*Permeabilidade em blends, multicamada e compósitos.*

*Difusão e permeabilidade em estado transiente;*

*Membranas com transportadores reactivos; Embalagem activa e inteligente.*

*Membranas barreira com misturas ou camadas sequestrantes. Modelação matemática.*

*Casos de estudo de membranas barreira para aplicações alimentares;*

*Novos desafios.*

### **3.2.5. Syllabus:**

*Definition of barrier membranes. Packaging.*

*Properties of barrier membranes ;*

*Edible coatings – composition, function and applications;*

*Nanocomposites - formulation, properties and applications.*

*Polymers rheology;*

*Structural, mechanical and thermal properties;*

*Transport properties of barrier membranes*

*Sorption, diffusion and permeability;*

*Permeability in polymer blends, multilayers and composites;*

*Unsteady-state molecular diffusion and permeability;*

*Membranes with reactive carriers*

*Active and intelligent packaging;*

*Barrier membranes with scavengers-blends or layers. Mathematical modeling.*

*Selected case-studies of barrier membranes for food applications*

*New challenges*

### **3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A unidade curricular tem como objetivo fornecer formação avançada em Engenharia de Membranas na sua vertente aplicativa na área alimentar. Neste contexto, o módulo de Membranas Barreira para Aplicações Alimentares cumpre cabalmente os objetivos desta unidade curricular fornecendo ao estudante os conhecimentos e competências relativos à importância de membranas barreira em embalagem e no desenvolvimento de novas membranas com elevado desempenho para a indústria alimentar.*

### **3.2.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The goal of this curricular unit is to provide advanced education and training in Membrane Engineering for food applications. In this sense, the module of Barrier Membranes for Food applications fulfills completely the objectives of this curricular unit providing knowledge and competences on the importance of barrier membranes in food packaging and in the design of new membranes with improved performance for the food industry.*

### **3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*As aulas teóricas são acompanhadas por slides com os conteúdos lecionados. As aulas teórico-práticas consistem na resolução de questões relativas à matéria abordada nas aulas teóricas. São realizados seminários e visitas a laboratórios e/ou empresas. O estudante tem acesso ao protocolo laboratorial com a descrição dos trabalho a desenvolver nas aulas.*

*A avaliação inclui:*

*Aulas de laboratório (2) relatórios e discussão – grupo 2/3 estudantes.*

*Proposta de um projeto científico - apresentação oral e discussão – individual.*

*Testes (2) – individual.*

*A nota final é composta por 25% da nota dos laboratórios +25% da nota do projeto científico +50% da nota dos testes (média dos 2 testes). Em cada componente da avaliação a nota deverá ser >=9.5, numa escala 0-20.*

### **3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Theoretical classes are lectured using slides with the contents lectured. The problems classes involve the resolution of questions regarding the issues lectured. Seminars and visits to laboratories and/or companies are organized. The students have access to the lab protocols with the description of the work to be developed in the lab classes.*

*The evaluation includes:*

*Laboratory sessions (2) reports and discussion – group of 2/3 students.*

*Proposal of a scientific project and oral presentation and discussion - individual.*

*Tests (2) - individual*

*The final grade is composed by 25% of the grade of the lab sessions +25% of the grade of the proposal +50% of the grade of the tests (average value of the two tests). In each component of the evaluation the grade has to be >=9.5, in a scale 0-20.*

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A metodologia de ensino seguida está organizada em aulas teóricas, teórico-práticas e práticas laboratoriais de forma a permitir aos estudantes assimilarem os conteúdos e atingir os objetivos teóricos e práticos de aprendizagem. As metodologias usadas são baseadas em livros e manuais laboratoriais reconhecidos internacionalmente, de forma a assegurar a elevada qualidade das estratégias de aprendizagem.*

*A aquisição de conhecimentos por via da leccionação de aulas teóricas é complementada pela resolução de problemas numéricos exemplificativos da matéria dada na própria aula permitindo testar a capacidade de análise e de resolução dos estudantes.*

*O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar dois trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

*A elaboração de uma proposta de projeto científico através da escolha de um tema usando processos de membranas, trabalho de pesquisa sobre o tema e apresentação do seminário aos docentes e restantes estudantes seguida de discussão, permite testar a criatividade, autonomia e capacidades comunicativas dos estudantes.*

*Cada estudante é avaliado em contexto de grupo e individualmente (nos testes e no projeto) sendo a classificação final do estudante dada individualmente. Avaliar-se-á a capacidade de o estudante se exprimir quer oralmente, quer por escrito.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The lectured classes in Barrier Membranes in Food Applications were prepared based on manuals and protocols of reference in the areas of Polymers, Packaging, Unit Operations and Transport Phenomena. All the programmatic contents are regularly updated following the advances in the scientific knowledge reported in papers published in well recognized international scientific journals. The theoretical, problems and laboratory classes are synergistically articulated in a way to provide a better comprehension and learning by association of theoretical and practical knowledge.*

*The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform two practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

*They also have to propose a scientific project using membrane separation processes, performing research on the topic and presenting a seminar, which will allow to test the creativity, autonomy, and research and communication skills of the students.*

*Each student is evaluated in group and individually (through the tests and project). The student's final grade is given individually. The ability of the students to express themselves orally or in writing will be assessed.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*Robertson, G.L. "Food packaging: Principles and practice", third edition. Taylor & Francis, 2012.*

*Mulder, M., "Basic Principles of Membrane Technology", Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 1990.*

*D.R. Paul, L.M. Robeson, "Polymer nanotechnology: Nanocomposites", Polymer 49 (2008) 3187–3204.*

*L. Brody, B. Bugusu, C. K. Sand, T. K. McHugh, "Innovative food packaging solutions", Journal of Food Science 75 (2010) 73 n°8 (2008) 107-116.*

*A. Arora and G.W. Padua, "Nanocomposites in Food Packaging", Journal of Food Science 75 n°1 (2010) 43-49.*

*S. Carranza, D.R. Paul, R.T. Bonnecaze "Analytic formulae for the design of reactive polymer blend barrier materials",*



*Journal of Membrane Science 360 (2010) 1–8.*

*S. Carranza, D.R. Paul, R.T. Bonnecaze, “Multilayer reactive barrier materials”, Journal of Membrane Science 399–400 (2012) 73–85.*

### Mapa III - Membranas em Medicina Regenerativa / Membranes in Regenerative Medicine

#### 3.2.1. Unidade curricular:

*Membranas em Medicina Regenerativa / Membranes in Regenerative Medicine*

#### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Carla Alexandra Moreira Portugal - T:23h; TP:5.5h;PL:12h;OT:14h*

#### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Maria Margarida Canas Mendes de Almeida Cardoso - T:5h;TP:3.5h*

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

*No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos e competências que permitam:*

- *conhecer os princípios da engenharia de tecidos, técnicas de fabricação, caracterização química, estrutural e de transporte de suportes tecidulares;*
- *conhecer os diferentes transportadores de fármacos utilizando sistemas de libertação controlada, métodos de preparação e compreender os diferentes mecanismos de libertação;*
- *desenvolver e avaliar estratégias de produção e otimização de suportes celulares e de sistemas para libertação de fármacos em órgãos e tecidos celulares*
- *compreender o desenvolvimento de órgãos (bio)artificiais (rim, fígado, pâncreas e pulmão artificial) usando processos com membranas*
- *ser capaz de definir estratégias para a otimização do desempenho destes sistemas*

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

*By the end of this curricular unit the student is expected to acquire knowledge and skills which allow him:*

- *to know the principles of Tissue Engineering, techniques for the fabrication, chemical, structural and transport characterization of tissue scaffolds*
- *to know the different drug carriers using systems of controlled release, preparation methods and understand the different release mechanisms*
- *to develop and evaluate strategies for the production and optimization of tissue scaffolds and systems of controlled drug delivery*
- *to understand the development of (bio)artificial organs (artificial kidney, liver, pancreas and lungs) based on membrane processes.*
- *to be able to define strategies for the design of artificial organs with improved performance.*

#### 3.2.5. Conteúdos programáticos:

*Princípios de Engenharia de Tecidos e questões éticas*

- *Suportes celulares: materias, técnicas de fabricação e influência das suas características estruturais químicas, mecânicas e de transporte na formação de tecidos celulares (interação proteína-suporte, mecanotransdução)*
- *Tipos de transportadores de fármacos: materiais, métodos de produção e libertação e impacto na biodistribuição de fármacos e otimização das diferentes vias de administração*
- *Libertação de fármacos em órgãos e tecidos – aplicações: cancro, tecidos inflamados e medicina regenerativa*
- *Processos com membranas para purificação sanguínea – sistemas de hemodiálise, fígado bio-artificial*
- *Desenho de sistemas pancreáticos*
- *Oxigenadores sanguíneos: configuração, requisitos essenciais e limitações de transporte em contactores de membrana.*

#### 3.2.5. Syllabus:

*Principles of Tissue Engineering and ethical issues*

- *Tissue scaffolds: main requisites and fabrication methods*
- *Influence of scaffolds chemical, structural, mechanical and mass transport characteristics on the development of cell tissues (protein-scaffold interactions, mechanotransduction)*
- *Types of drug carriers: materials, methods for production, mechanisms of delivery involved and their impact on the drug biodistribution and optimization of the different administration routes*
- *Drug delivery in organs and tissues - applications in cancer, inflammation and regenerative medicine*

*-Membrane processes for blood purification – hemodialyzers, bioartificial liver*

*-Design of pancreatic systems*

*-Blood oxygenators: configurations, essential requirements and mass transport limitations in membrane contactors*

### **3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A unidade curricular tem como objetivo fornecer formação avançada em Engenharia de Membranas na sua vertente aplicada na área da biomedicina. Neste contexto, o módulo de Membranas em Medicina regenerativa cumpre cabalmente os objetivos desta unidade curricular fornecendo ao estudante conhecimentos relativos à aplicação de processos com membranas no desenvolvimento de tecido celular, órgãos artificiais e sistemas de libertação controlada de fármacos.*

### **3.2.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The goal of this curricular unit is to provide advanced education and training in Membrane Engineering for medical applications. In this sense, the module of Membranes in Regenerative Medicine fulfills completely the objectives of this curricular unit providing knowledge concerning the development of membrane based devices for tissue engineering, artificial organs and systems for drug controlled release.*

### **3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*As aulas teóricas são acompanhadas por slides com os conteúdos lecionados. As aulas teórico-práticas consistem na resolução de questões relativas à matéria abordada nas aulas teóricas. São realizados seminários e visitas a laboratórios e/ou empresas. O estudante tem acesso ao protocolo laboratorial com a descrição dos trabalhos a desenvolver nas aulas.*

*A avaliação inclui:*

*Aulas de laboratório (2) relatórios e discussão – grupo 2/3 estudantes.*

*Proposta de um projeto científico apresentação oral e discussão – individual.*

*Testes (2) – individual.*

*A nota final é composta por 25% da nota dos laboratórios +25% da nota do projeto científico +50% da nota dos testes (média dos 2 testes). Em cada componente da avaliação a nota deverá ser  $\geq 9.5$ , numa escala 0-20.*

### **3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Theoretical classes are lectured using slides with the contents lectured. The problems classes involve the resolution of questions regarding the issues lectured. Seminars and visits to laboratories and/or companies are organized. The students have access to the lab protocols with the description of the work to be developed in the lab classes.*

*The evaluation includes:*

*Laboratory sessions (2) reports and discussion – group of 2/3 students.*

*Proposal of a scientific project and oral presentation and discussion - individual.*

*Tests (2) - individual*

*The final grade is composed by 25% of the grade of the lab sessions +25% of the grade of the proposal +50% of the grade of the tests (average value of the two tests). In each component of the evaluation the grade has to be  $\geq 9.5$ , in a scale 0-20.*

### **3.2.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*As aulas lecionadas na unidade curricular de Membranas em Medicina Regenerativa foram preparadas com base em manuais e protocolos de referência na área de Engenharia de Tecidos, Órgão artificiais, Operações unitárias e Fenómenos de Transferência. Todos os conteúdos programáticos são atualizados regularmente com base no avanço do conhecimento científico reportado em artigos publicados em revistas científicas de referência internacional. As aulas Teóricas foram articuladas de forma sinérgica com as aulas Teórico-Práticas e de Laboratório, por forma a permitir ao estudante uma melhor compreensão e aprendizagem por associação de conhecimentos teóricos e práticos.*

*O trabalho em grupo é um aspeto formativo importante da unidade curricular. Os estudantes têm de realizar dois trabalhos práticos relacionados com o programa da unidade curricular, incluindo realização do referido trabalho no laboratório, elaboração de um relatório detalhado e sua discussão.*

*A elaboração de uma proposta de projeto científico através da escolha de um tema usando processos de membranas, trabalho de pesquisa sobre o tema e apresentação do seminário aos docentes e restantes estudantes seguida de discussão, permite testar a criatividade, autonomia e capacidades comunicativas dos estudantes.*

*Cada estudante é avaliado em contexto de grupo e individualmente (nos testes e no projeto) sendo a classificação*

*final do estudantedada individualmente. Avaliar-se-á a capacidade de o estudante se exprimir quer oralmente, quer por escrito.*

### **3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The lectured classes in Membranes in Regenerative Medicine were prepared based on manuals and protocols of reference in the areas of Tissue Engineering, Artificial Organs, Unit Operations and Transference Phenomena. All the programmatic contents are regularly updated following the advances in the scientific knowledge reported in papers published in well recognized international scientific journals. The theoretical, problems and laboratory classes are synergistically articulated in a way to provide a better comprehension and learning by association of theoretical and practical knowledge.*

*The capacity of team work is an important aspect of the course. Students must perform two practical works related with the course's syllabus, including the elaboration of a written report, with detailed analysis of the work done and discussion of results, and further discussion of the report.*

*They also have to propose a scientific project using membrane separation processes, performing research on the topic and presenting a seminar, which will allow to test the creativity, autonomy, and research and communication skills of the students.*

*Each student is evaluated in group and individually (through the tests and project). The student's final grade is given individually. The ability of the students to express themselves orally or in writing will be assessed.*

### **3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*W. W. Minuth, R. Strehl, K. Schumacher. Tissue Engineering, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. 2005.*

*W. Mark Saltzman. Tissue engineering, engineering principles for the design of replacement organs and tissues, University Press (Oxford, UK) 2004.*

*Tissue engineering in Regenerative Medicine, Harold S. Bernstein Editor, Humana Press, Springer (New York, USA) 2011*

*Nanobiomaterials in Drug Delivery: Applications of Nanobiomaterials Volume 9, Ed. Alexandru Grumezescu, Elsevier B.V, 2016.*

## **Mapa III - Projeto Individual I / Individual Project I (UM+UPS)**

### **3.2.1. Unidade curricular:**

*Projeto Individual I / Individual Project I (UM+UPS)*

### **3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*André Ayrál - OT:15h*

### **3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Damien Quemener - OT:15h*

*Patrice Bacchin - OT:15h*

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

*1. Capacidade de lidar e abordar problemas específicos e de integrar os conhecimentos adquiridos anteriormente.*

*Competências Genéricas*

*2. A capacidade de gerir e / ou conduzir um projeto individual (pesquisa bibliográfica), e de processar as informações adquiridas.*

*3. Habilidades de comunicação / discussões de grupo no grupo de pesquisa onde o projeto individual é realizado.*

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

*Specific Competencies*

*1. The ability to deal with and address specific problems, and to integrate previous knowledge acquired.*

*Generic Competences*

*2. The ability to manage and/or conduct an individual project (bibliographic search), and to process acquired information.*

*3. Communication skills/group discussions in the research group where the individual project is carried out.*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

*No projeto individual, o estudante realiza um estudo bibliográfico. O estado da arte do tema do projeto deve ser estudado. O projeto é formulado e realizado em consulta com um dos supervisores / professores. Um relatório é apresentado no final do projeto.*

*1. Estudo bibliográfico*

2. *Elaboração de um relatório escrito*
3. *Preparação da apresentação oral.*

### 3.2.5. Syllabus:

*In the individual project, the student conducts a bibliographic study. The state of the art of the project subject should be studied. The project is formulated and carried out in consultation with one of supervisor/lecturers. A report is presented at the end of the project.*

1. *Bibliographic or literature study*
2. *Preparation of a written report*
3. *Preparation of the oral presentation.*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma ao estudante preparar um estudo bibliográfico.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order the student prepares a bibliographic study.*

### 3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*Preparação do projeto  
Estudo pessoal  
Relatório  
Apresentações orais  
Sistema de avaliação:  
Relatório escrito, apresentação oral e avaliação do orientador.*

### 3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):

*Preparation of assignment  
Personal study  
report  
Oral presentations  
System for assessment and evaluation:  
Written report, oral presentation and assessment of the supervisor.*

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

*A metodologia adoptada na unidade curricular baseia-se no trabalho e pesquisa individual a realizar pelo estudante para o desenvolvimento do projeto individual.*

### 3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

*The teaching methodology adopted in this curricular unit is based on students' own work and personal research, to develop an individual project.*

### 3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:

1. *Electronic Data bases, University library*
2. *Documents (papers, theses, books, patents) from research group*
3. *Laboratory*

## Mapa III - Projeto Individual II / Individual Project II (ICTP)

### 3.2.1. Unidade curricular:

*Projeto Individual II / Individual Project II (ICTP)*

### 3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Vlastimil Fila - OT:25h*

### 3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:

*Karel Bouzek - OT:25h*

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

*Competências Específicas*

1. *Avaliar as dificuldades reais decorrentes das medidas e práticas do sistema real.*
2. *Enfrentar novos problemas inesperados com a metodologia apropriada.*
3. *Aplicar o conhecimento teórico adquirido à interpretação e discussão dos resultados.*

**Competências Genéricas**

4. Auto-estudo e auto-aprendizagem para a capacidade de recolher informações e resumir.
5. Habilidades de comunicação oral e escrita.
6. Competências gerais para uma boa prática profissional.

**3.2.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Specific Competencies*

1. To evaluate the real difficulties which arise from the real system measurements and practice.
2. To face up to unexpected new problems with the appropriate methodology.
3. To apply the theoretical acquired knowledge to interpretation and discussion of results.

*Generic Competences*

4. Self-study and self-learning for the ability to gather information and summarize.
5. Communication skills oral and written.
6. General competencies for a good professional practice.

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução ao trabalho de laboratório sistemático. Os estudantes trabalham nos vários laboratórios do departamento e conhecem as técnicas experimentais básicas de caracterização de membranas e processos de membrana. O estudante prepara um relatório individual para cada trabalho de laboratório.*

1. Permeabilidade das membranas para separação de gás
2. Seletividade das membranas para separação de gás
3. Textura característica de materiais de membrana - ASAP, BET
4. Textura característica de materiais de membrana - porosimetry de mercúrio
5. Determinação de condutividade de membrana seletiva iónica
6. Determinação das características operacionais das células de combustível PEM
7. Caracterização de um eletrolisador de água PEM
8. Eletrodialise
9. Excursão: preparação de membrana
10. Excursão: processo de membrana

**3.2.5. Syllabus:**

*The course is introducing students to the systematic laboratory work. Students pass the characteristic work in various laboratories of the department and get to know with the basic experimental techniques of membrane characterization and membrane processes The student will prepare an individual report for each laboratory work.*

1. Permeability of membranes for gas separation
2. Selectivity of membranes for gas separation
3. Texture characteristic of membrane materials - ASAP, BET
4. Texture characteristic of membrane materials - mercury porosimetry
5. Ion selective membrane conductivity determination
6. Determination of the PEM fuel cell operational characteristics
7. Characterization of a PEM water-electrolyzer
8. Electrodialysis
9. Excursion: membrane preparation
10. Excursion: membrane process

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a permitir ao estudante um conhecimento sistemático da prática laboratorial.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order to introduce the student to a systematic knowledge on lab practice.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Preparação do relatório  
Estudo pessoal  
Relatório  
Apresentações orais*

*Sistema de avaliação:*

1. Relatório escrito
2. Apresentação Oral e defesa

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Preparation of assignment  
Personal study  
report  
Oral presentations*

*System for assessment and evaluation:*

1. *Written report*
2. *Oral Presentation and defense*

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

*A metodologia adoptada na unidade curricular baseia-se no trabalho e pesquisa individual a realizar pelo estudante para o desenvolvimento do projeto individual.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodology adopted in this curricular unit is based on students' own work and personal research, to develop an individual project.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*Laboratory instructions and materials used previously in the other courses.*

**Mapa III - Projeto Individual III / Individual Project III (UNIZAR)**

**3.2.1. Unidade curricular:**

*Projeto Individual III / Individual Project III (UNIZAR)*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Reyes Mallada - OT:25h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Pilar Cea - OT:25h*

*José M de Teresa - OT:25h*

*Luis Morellón - OT:25h*

*Milagros Piñol - OT:25h*

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

*Competências Específicas*

*4. Avaliar as dificuldades reais que surgem da ideia ou conceito para a prática.*

*5. Enfrentar novos problemas inesperados com a metodologia apropriada.*

*6. Aplicar o conhecimento teórico adquirido na interpretação e discussão dos resultados.*

*Competências Genéricas*

*7. Auto-estudo e auto-aprendizagem para a capacidade de recolher informação e resumir*

*8. Competências de comunicação oral e escrita. Como apresentar e ideias.*

*9. Competências gerais para uma boa prática profissional.*

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

*Specific Competencies*

*4. To evaluate the real difficulties which arise from the idea or concept to the practice.*

*5. To face up to unexpected new problems with the appropriate methodology.*

*6. To apply the theoretical acquired knowledge to interpretation and discussion of results.*

*Generic Competences*

*7. Self-study and self-learning for the ability to gather information and summarize*

*8. Communication skills oral and written. How to present and idea.*

*9. General competencies for a good professional practice.*

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

*Os estudantes preparam um projeto individual que poderá ser escolhido entre as diferentes linhas de investigação do Instituto de Nanociência de Aragão, relevantes para a atual cenário científico e tecnológica.*

*A seleção do projeto individual, que será tutorado, deve considerar os conhecimentos prévios do estudante.*

**3.2.5. Syllabus:**

*The students will prepare an individual Project that could be chosen among the different research lines in the Institute of Nanoscience of Aragon, relevant to the actual scene in science and technology.*

*The selection of the individual project, that will be tutored, should consider the previous background of the student.*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a que os estudantes preparem um projeto na área de nanotecnologia.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order the student prepares a project in the nanotechnology area.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

1. *Avaliação do projeto escrito*
2. *Apresentação oral do projeto*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

1. *Evaluation of the written project*
2. *Oral Presentation of the project*

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

*A metodologia adotada na unidade curricular baseia-se no trabalho e pesquisa individual a realizar pelo estudante para o desenvolvimento do projeto individual.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodology adopted in this curricular unit is based on students' own work and personal research, to develop an individual project.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*The materials used previously in the other courses.*

**Mapa III - Projeto Individual III / Individual Project III (UTwente)**

**3.2.1. Unidade curricular:**

*Projeto Individual III / Individual Project III (UTwente)*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Henny Bouwmeester - OT:25h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Kitty Nijmeijer - OT:25h*  
*Antoine Kemperman - OT:25h*

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

*Competências Específicas*

*Ser capaz de lidar e abordar problemas específicos e de integrar os conhecimentos anteriores adquiridos.*

*Competências Genéricas*

*Ser capaz de gerir e / ou conduzir um projeto individual (pesquisa bibliográfica e / ou estudo experimental) e processar as informações adquiridas.*

*Habilidades de comunicação / discussões de grupo no grupo de pesquisa onde se realiza o projeto de tese de mestrado.*

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

*Specific Competencies*

*The ability to deal with and address specific problems, and to integrate previous knowledge acquired.*

*Generic Competences*

*The ability to manage and/or conduct an individual project (bibliographic search and/or experimental study), and to process acquired information.*

*Communication skills/group discussions in the research group where the MSc thesis Project is carried out.*

**3.2.5. Conteúdos programáticos:**

*No projeto individual, o aluno realiza um estudo bibliográfico e / ou experimental e pode ser visto como uma preparação para o projeto de tese de mestrado. O estado da arte do tema do projeto deve ser estudado. O projeto é formulado e realizado em consulta com um dos supervisores / professores mencionados acima que também orientará o projeto de tese de mestrado. Um relatório é apresentado no final do projeto e pode ser usado como o capítulo de introdução da tese de mestrado final.*

1. *Estudo bibliográfico*
2. *Curto estudo experimental, se necessário*
3. *Elaboração de um relatório escrito*

**3.2.5. Syllabus:**

*In the individual project, the student conducts a bibliographic and/or experimental study and can be seen as a preparation on the MSc thesis project. The state of the art of the project subject should be studied. The project is formulated and carried out in consultation with one of supervisor/lecturers mentioned above who also will guide the*

*MSc thesis project. A report is presented at the end of the project and can be used as the introduction chapter of the final MSc thesis.*

1. *Bibliographic or literature study*
2. *Short experimental study if necessary*
3. *Preparation of a written report*

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

*Os conteúdos programáticos desta unidade curricular foram desenvolvidos de forma a de forma a que os estudantes preparem um projeto bibliográfico e/ou experimental sobre um tema de membranas que pode ser usado como o capítulo de introdução da tese de mestrado final.*

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

*The syllabus of this curricular unit was developed in order the student prepares a bibliographic and/or experimental study and can be seen as a preparation on the MSc thesis project.*

**3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Preparação do projeto  
Estudo pessoal  
Relatório  
Apresentações orais  
Sistema de avaliação e avaliação:  
Relatório escrito como capítulo introdutório do relatório final da tese de mestrado.*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Preparation of assignment  
Personal study  
Report  
Oral presentations  
System for assessment and evaluation:  
Written report as introduction chapter of final MSc thesis report.*

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

*A metodologia adotada na unidade curricular baseia-se no trabalho e pesquisa individual a realizar pelo estudante para o desenvolvimento do projeto individual.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The teaching methodology adopted in this curricular unit is based on students' own work and personal research to develop an individual project.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

1. *Electronic Data bases, University library*
2. *Documents (papers, theses, books, patents) from research group*
3. *Laboratory*

**Mapa III - Projeto Individual III / Individual Project III (UNL)**

**3.2.1. Unidade curricular:**

*Projeto Individual III / Individual Project III (UNL)*

**3.2.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Joaquim Amaro Graça Pires Faia e Pina Catalão Lopes - TP:28h; OT:14h*

**3.2.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Carla Maria Carvalho Gil Brazinha de Barros Ferreira - OT:14h*

**3.2.4. 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 permitem:*

*-Compreender o processo de criação de valor associado à orientação empreendedora, desde a geração de ideias inovadoras às decisões empresariais que levam à implementação no mercado, incluindo a informação chave para elaborar um plano de negócios e um "elevator pitch";*

*-Ser capaz de, em autonomia, recolher a informação relevante e formular ideias de negócio e analisar os recursos*



*necessários e a implementação do negócio, desde a produção à quantificação do mercado e forma de chegar a este, bem como calcular a rentabilidade do projeto;*

*- Conhecer os fundamentos, fontes de informação e metodologias de análise e apresentação sintética de uma ideia de negócio –plano de negócios e “elevator pitch”-, conjugando geração de ideias, tecnologia, análise de mercado e marketing, equipa e instrumentos financeiros de avaliação da rentabilidade do projeto.*

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

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

*- Understanding the process of value creation associated with an entrepreneurial orientation, since the generation of innovative ideas to business decisions that lead to market implementation, including key information to prepare a business plan and do an “elevator pitch”;*

*- Being able to, in autonomy, collect relevant information and formulate business ideas and analyze the necessary resources and implementation of the business, from production to quantification of the market and how to reach it, as well as calculate the profitability of the project;*

*- Know the fundamentals, data sources and methods of analysis that build into a summary presentation of a business idea*

*- Business plan and “elevator pitch” - combining the generation of ideas, technology, market analysis and marketing, team and financial instruments to assess the profitability of the project.*

### **3.2.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Introdução ao Empreendedorismo e notas sobre engenharia de membranas e ideias de negócio*
- 2. Geração de ideias de negócio*
- 3. Propriedade Intelectual e industrial*
- 4. Elevator Pitch*
- 5. Plano de negócios*
  - a. Análise de mercado*
  - b. Estratégia e Marketing mix*
  - c. Modelode negócio*
  - d. Quantificação financeira-rendibilidade*
  - e. Equipa*
  - f. Riscos e opções*
- 6. Breve nota sobre gestão de projetos*

### **3.2.5. Syllabus:**

- 1. Bird’s eye view on Entrepreneurship and insights on membranes and business ideas*
- 2. Ideation and crafting your idea*
- 3. Intellectual and industrial property*
- 4. Elevator pitch*
- 5. Business plan*
  - a. Market analysis*
  - b. Marketing strategy and the mix*
  - c. Business Model*
  - d. Financials*
  - e. Team*
  - f. Risks and options*
- 6. Sketchy note on project management*

### **3.2.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*Os tópicos abordados incluem desde noções relativas aos processos de geração de ideias de negócio à implementação destas atendendo às diversas decisões empresariais –tecnologia, mercado, estratégia, marketing, equipa e avaliação da rentabilidade– consubstanciadas num plano de negócios e num “elevator pitch”.*

### **3.2.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit’s intended learning outcomes:**

*The topics covered range from notions on the process of generating business ideas to their implementation taking into account the set of business decisions involved -technology, market, strategy, marketing, team and evaluation of profitability- and expressed in a business plan and in an elevator pitch.*

### **3.2.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teórico-práticas e Orientação tutorial.*

*A avaliação é realizada com base numa apresentação oral intermédia, a qual conta 20% para a nota final, e uma avaliação final dividida numa parte oral, o “elevator pitch”, e um relatório, o plano de negócios, pesando, respetivamente, 30% e 50% na nota final.*

**3.2.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*Theory-practice lectures and Tutorial sessions.*

*Evaluation method consists of a midterm presentation, weighting 20% of the final grade, and a final evaluation divided into an oral part, the elevator pitch, and a report, the business plan, weighting respectively 30% and 50% of the final grade.*

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

*A natureza teórico-prática das aulas e as sessões tutoriais permitem: i) exposição dos conceitos e racionalidade das diferentes decisões; ii) ilustração com exemplos reais e atuais; iii) discussão dos aspetos mais pertinentes para os trabalhos em curso. Deste modo, as aulas e sessões tutoriais contribuem para sedimentar a aprendizagem, estimulando-se uma atitude empreendedora, atenta e que, de modo fundamentado, faz análise crítica da realidade, avaliando as oportunidades de investimento e a melhor abordagem para lhes dar resposta criando valor.*

*A avaliação, por ter um cariz aplicado, permite o aprofundamento das noções envolvidas na criação de valor, numa atitude empreendedora, que compreende desde a geração de uma ideia de negócio até à sua implementação no mercado, envolvendo desde tecnologia ao leque de decisões empresariais e que terá de passar pela elaboração de um plano de negócios e pela a apresentação de um “elevator pitch”.*

**3.2.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The theory-practice lectures and the tutorial sessions allow: i) exposition of the concepts and rationale of the different decisions, ii) illustration with (mostly current) real world examples; iii) discussion of the issues that are more relevant to the work in progress. Thus, these lectures and tutorial sessions contribute to sediment learning, stimulating an entrepreneurial attitude, attentive and well founded, allowing for an appropriate critical analysis of real world markets, gauging investment opportunities and the best approach to address them by creating value.*

*The evaluation, by having an applied nature, allows deepening the concepts involved in creating value in an entrepreneurial mindset, which comprises from generating a business idea to implementation in the market, thereby including technology and the set of business decisions, carried in out in two ways: the preparation of a business plan and the presentation of an elevator pitch.*

**3.2.9. Bibliografia de consulta / existência obrigatória:**

*Spinelli, S. and Adams, R., 2011, New Venture Creation:Entrepreneurship for the 21st Century, McGraw-Hill/Irwin*

*Byers, T., Dorf, R. and Nelson, A., 2010, Technology Ventures: From Idea to Enterprise, McGraw-Hill Science/Engineering/Math*

*Hisrich, R., Peters, M. and Shepherd, D., 2012, Entrepreneurship, McGraw-Hill/Irwin*

*Bhide, A., 1996, "The Questions Every Entrepreneur Must Answer", Harvard Business Review*

*Drucker, P., 2006, Innovation and Entrepreneurship, Harper Business*

*Drucker, P., 2002, "The Discipline of Innovation", Harvard Business Review*

*Shalman, W., Stevenson, H., Roberts, M. and Bhide, A., 1999, The Entrepreneurial Venture, Harvard Business Review Press*

*Katzenbach, J. and Smith, D., 1993, "The Discipline of Teams", Harvard Business Review*

*Durante o curso será eventualmente disponibilizado material adicional.*

**4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos****4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos****4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos****4.1.2. Mapa IX -Equipa docente do ciclo de estudos / Map IX - Study programme's teaching staff**

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Louis Van der Ham	Doutor	Chemical Engineering	100	Ficha submetida
Alice Charron	Doutor	Environmental legal issue	20	Ficha submetida
André Ayral	Doutor	Dense Media and Materials	100	Ficha submetida
Anne Julbe	Doutor	Material Science	20	Ficha submetida

Antoine Kemperman	Doutor	Membrane Technology	100	Ficha submetida
Maria Ascensão Carvalho Fernandes Miranda Reis	Doutor	Engenharia Bioquímica	100	Ficha submetida
Christel Causserand	Doutor	Chemical Engineering	100	Ficha submetida
Carla Alexandra Moreira Portugal	Doutor	Engenharia Química	20	Ficha submetida
Cláudia Filipa Reis Galinha Loureiro	Doutor	Engenharia Química e Bioquímica	20	Ficha submetida
Damien Quemener	Doutor	Polymer and Colloids	100	Ficha submetida
Florence Rouessac	Doutor	Inorganic Technology	100	Ficha submetida
Han Gardeniers	Doutor	Experimental Solid State Physics	100	Ficha submetida
Hélène Roux de Balman	Doutor	Chemical Engineering	100	Ficha submetida
Henny J.M. Bouwmeester	Doutor	Inorganic Chemistry/Solid State Chemistry	100	Ficha submetida
Isabel Maria Rola Coelho	Doutor	Engenharia Química/ Operações e Fenómenos de Transferência	100	Ficha submetida
Jean-Christophe Remigy	Doutor	Organic chemistry	100	Ficha submetida
Jean-François Lahitte	Doutor	Physico chemistry	100	Ficha submetida
Jesus Santamaria	Doutor	Chemical Engineering	100	Ficha submetida
João Paulo Serejo Goulão Crespo	Doutor	Engenharia Química	100	Ficha submetida
José Maria de Teresa	Doutor	Physics	100	Ficha submetida
Kitty Nijmeijer	Doutor	Membrane Technology	100	Ficha submetida
Karel Bouzek	Doutor	Inorganic Technology	100	Ficha submetida
Luis Morellón	Doutor	Physics	100	Ficha submetida
Marek Botek	Doutor	Management and economics of enterprise	100	Ficha submetida
Mathieu Gibilaro	Doutor	Electrochemistry in molten salts	100	Ficha submetida
Milagros Piñol	Doutor	Chemistry	100	Ficha submetida
Pierre Aimar	Doutor	Chemical Engineering	100	Ficha submetida
Patrice Bacchin	Doutor	Chemical Engineering	100	Ficha submetida
Pavel Hasal	Doutor	Theory of chemical techniques	100	Ficha submetida
Pierre Gros	Doutor	Bioelectrochemistry	100	Ficha submetida
Pilar Cea	Doutor	Chemistry	100	Ficha submetida
Rob Lammertink	Doutor	Materials Science and Technology of Polymers	100	Ficha submetida
Reyes Mallada	Doutor	Chemistry	100	Ficha submetida
Sara Cavaliere	Doutor	Chemistry and Materials Science	100	Ficha submetida
Sophie Cerneaux	Doutor	Materials chemistry	100	Ficha submetida
Svetlozar Velizarov	Doutor	Química (Biotecnologia)	20	Ficha submetida
Sylvain Caillol	Doutor	Polymer chemistry	100	Ficha submetida
Sylvain Galier	Doutor	Chemical engineering	100	Ficha submetida
Vasile Hulea	Doutor	Heterogeneous Catalysis	100	Ficha submetida
Véronique Pimienta	Doutor	Physical Chemistry	100	Ficha submetida
Vlastimil Fila	Doutor	Inorganic Technology	100	Ficha submetida
Yannick Hallez	Doutor	Fluid Dynamics	100	Ficha submetida
Clémence Coetsier-Hagondokoff	Doutor	Chemical Engineering	100	Ficha submetida
Karel Preuss	Doutor	Management and Strategy	100	Ficha submetida
Luísa Alexandra Graça Neves	Doutor	Engenharia Química	20	Ficha submetida
Carla Maria Carvalho Gil Brazinha de Barros Ferreira	Doutor	Engenharia Química	20	Ficha submetida
Joaquim Amaro Graça Pires Faia e Pina Catalão Lopes	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Maria Margarida Canas Mendes de Almeida Cardoso	Doutor	Engenharia Química Fenómenos de Transferência	100	Ficha submetida
			<b>4240</b>	

<sem resposta>

## 4.2. Dados percentuais da equipa docente do ciclo de estudos (todas as percentagens são sobre o nº total de docentes ETI)

### 4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

#### 4.2.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos / Full time teaching staff

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem* / Percentage*
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of full time teachers:	41	96,7

#### 4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

##### 4.2.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff

Corpo docente academicamente qualificado / Academically qualified teaching staff	N.º / No.	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	42.4	100

#### 4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

##### 4.2.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado / Specialized teaching staff

Corpo docente especializado / Specialized teaching staff	N.º / No.	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	42.4	100
Especialistas, não doutorados, de reconhecida experiência e competência profissional nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Specialists, without a PhD, of recognized professional experience and competence, in the main areas of the study programme (FTE):	0	0

#### 4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

##### 4.2.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação / Teaching staff stability and training dynamics

Estabilidade e dinâmica de formação / Stability and training dynamics	N.º / No.	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral com uma ligação à instituição por um período superior a três anos / Full time teaching staff with a link to the institution for a period over three years:	41	96,7
Docentes do ciclo de estudos inscritos em programas de doutoramento há mais de um ano (ETI) / Teaching staff registered in a doctoral programme for more than one year (FTE):	0	0

#### 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho

##### 4.3. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente atualização:

*A FCT tem um Regulamento de Avaliação de Desempenho dos Docentes (RAD) (Despacho 13109/2012, publicado em DR, 2ª Série, n.º 193, de 4 de outubro), que se rege pelos princípios de universalidade e obrigatoriedade, imparcialidade e objetividade, equidade, confidencialidade e direito ao contraditório.*

*De acordo com o referido RAD, todos os docentes são avaliados em períodos trienais, com monitorização anual, nas vertentes de:*

- Docência (e.g. diversidade de unidades curriculares lecionadas; resultados dos questionários aos estudantes; disponibilização de material pedagógico; orientação de dissertações de mestrado e de teses de doutoramento; participação em júris);*
- Investigação científica, desenvolvimento e inovação (e.g. coordenação e participação em projetos de investigação e direção de unidades de investigação; publicação de artigos e livros; comunicações em congressos científicos; participação em órgãos de revistas científicas; registo de patentes; participação em comissões, organizações ou redes científicas);*
- Tarefas administrativas e de gestão académica;*
- Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade (e.g. prémios e distinções públicas; transferência de tecnologia; serviços prestados a outras entidades).*

*Da avaliação em cada vertente, resulta uma avaliação global no triénio expressa numa menção final de Excelente, Muito Bom, Bom ou Insuficiente.*

*A avaliação de cada docente é feita por dois avaliadores (um escolhido pelo próprio docente, e outro pelo presidente do departamento), com o contributo do presidente de departamento. Todo o processo é coordenado por um conselho eleito para esse efeito. O Conselho Científico e o Conselho Pedagógico são obrigatoriamente ouvidos sobre os resultados finais agregados do processo de avaliação. O Diretor atua como entidade de recurso, e os resultados finais são homologados pelo Reitor.*

*Os resultados da avaliação têm consequências no posicionamento remuneratório dos docentes, contratação por tempo indeterminado e renovações de contratos, e são tidos em conta na prioridade de concessão de licenças sabáticas, fixação do trabalho docente e obtenção de apoios extraordinários para coordenação ou dinamização de atividades.*

*A FCT concluiu o processo de avaliação de todos os seus docentes no triénio 2010-2012, estando agora a ser finalizado o processo de avaliação relativo ao triénio 2013-2015.*

*Tal como preconizado no próprio RAD, o Conselho Científico propôs, após debate na Faculdade, uma revisão do RAD, com vista à implementação de melhorias. As alterações ao RAD deverão ser publicadas em DR muito em breve.*

##### 4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

*The school has an official Performance Assessment Regulation for the academic staff (Despacho 13109/2012, published in DR, 2.ª série, n.º 193, in October 4), governed by the principles of universality, impartiality, fairness, confidentiality, and right to adversarial.*

*By this regulation, all members of the academic staff are evaluated triennially, with observation every year, in the following aspects:*

- a) Teaching (e.g. diversity of courses taught, students' satisfaction inquiries, teaching materials, MSc and PhD supervision, participation in academic juries);*
- b) Research (e.g., coordination and participation in research projects, coordination of research units, publication of scientific articles and books, conference papers, editorial boards of scientific journals and programme committees, patents);*
- c) Administrative and academic duties;*
- d) Extension activities, dissemination and services to the community (e.g., academic honours and awards, technology transfer, consultancy and other services to the community).*

*The final global evaluation for the 3years period results from the evaluation in each of the 4 subjects above, and is expressed in a grade of Excellent, Very Good, Good or Poor.*

*The evaluation of each professor is done by two evaluators (one chosen by the professor, and one by the corresponding head of department), and also has the contribution of the head of department. A commission elected for this purpose coordinates the whole process. The Scientific and Pedagogical Boards are consulted about the final aggregated results. The Director acts as appeal instance, and the Rector approves the final results of the evaluation. The results of the evaluation have an effect in the remuneration of the academic staff, in tenure, and in renovation of contracts of professors. They are also taken into account when authorising sabbatical leaves, in distribution of teaching load, or in the attribution of grants.*

*The evaluation process of the 2010-2012 period is already concluded, and the one for 2013-2015 is in an advanced state, to be concluded within 2016.*

*As advocated by the regulation itself, the evaluation process and results for 2010-2012 have been assessed, in order to introduce changes to be applied in the next evaluation period. This assessment was made by the Scientific Board, after debate in the School, and slight changes in the regulation were approved and will be published in DR very soon.*

## 5. Atividades de formação e investigação

### Mapa V - 5.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua atividade científica

#### 5.1. Mapa V 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	Observações / Observations
REQUIMTE-LAQV	Excelente	FCT/UNL	

### Perguntas 5.2 e 5.3

#### 5.2. Mapa resumo de publicações científicas do corpo docente do ciclo de estudos, na área predominante do ciclo de estudos, em revistas internacionais com revisão por pares:

<http://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/4fe06ffd-c409-66bb-20d9-581a1822fb6b>

#### 5.3. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as atividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos:

*O corpo docente da UNL participou nos seguintes projetos europeus:*

*Saltgae–Horizon 2020, 2016-2019;*

*D-Factory–Grant FP7, 2013-2017; Poolsafe –Grant FP7, 2014 – 2016*

*O-WaR –Grant FP7, 2013-2015; SusFoFlex, 2011-2014; AQUACONSERVER, 2011-2014.*

*Instuições externas onde os alunos EM3E realizaram dissertações:*

*Companhias: BIOTHANE Systems International B.V (The Netherlands). GVS S.p.A. (Italy). IBM Research Zurich*

*(Switzerland). LANXESS-IAB Ionenaustauscher GmbH (Germany). Shell International B.V. (The Netherlands). X-Flow*

*B.V. (The Netherlands).*

*Centros: CEA, French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (France). CITA, Research Center of Food*

*Technology (Costa Rica). EMBRAPA Research Center (Brazil). LEITAT Technological Center (Spain)*

*-Universidades: Boston University (USA). McGill University (Canada). Universidad Autónoma de Barcelona (Spain).*

*Université Laval (Canada). University of Bath (UK). University of Costa Rica. University of Glasgow (UK). University of*

*Nottingham (UK).*

#### 5.3. List of the main projects and/or national and international partnerships, integrating the scientific, technological, cultural and artistic activities developed in the area of the study programme:

*The academic staff of UNL participated in the European projects:*

*Saltgae – Horizon 2020, 2016-2019;*

*D-Factory –FP7, 2013-2017; Poolsafe –FP7, 2014 – 2016*

*O-WaR –FP7, 2013-2015; SusFoFlex, 2011-2014; AQUACONSERVER, 2011-2014.*

*External institutions hosting EM3E students for master thesis:*

*Companies: BIOTHANE Systems International B.V (The Netherlands). GVS S.p.A. (Italy). IBM Research Zurich (Switzerland). LANXESS - IAB Ionenaustauscher GmbH (Germany). Shell International B.V. (The Netherlands). X-Flow B.V. (The Netherlands).*

*Research Centers: CEA, French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (France). CITA, Research Center of Food Technology (Costa Rica). EMBRAPA Research Center (Brazil). LEITAT Technological Center (Spain)*

*-Universities: Boston University (USA). McGill University (Canada). Universidad Autónoma de Barcelona (Spain).*

*-Université Laval (Canada). University of Bath (UK). University of Costa Rica. University of Glasgow (UK). University of Nottingham (UK).*

## 6. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de serviços à comunidade e formação avançada

**6.1. Descreva estas atividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição:**

*Este ciclo de estudos resulta ele próprio de uma parceria internacional. A equipa da FCT/UNL que participa neste Mestrado tem participado em vários projetos nacionais e internacionais em Eng<sup>a</sup> de Membranas; Para lá dos parceiros institucionais diretamente envolvidos há ainda um número alargado de empresas (nacionais e internacionais) que vem expressando o seu interesse e disponibilidade para se envolver nos projetos conducentes às dissertações de mestrado dos estudantes (ver 5.3). Estas atividades enquadram-se plenamente no objetivos e missão da FCT/UNL, sendo desenvolvidas em estreita articulação com a investigação realizada no Requitme, designadamente na área de Processos (Bio)Químicos Limpos.*

**6.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the institution:**

*This programme results from an international partnership between several universities and research centers. The FCT/UNL team involved in the programme has participated in several national and international projects in Membrane Engineering. Additionally, a large number of national and international companies (SMEs and large companies) are welcoming and funding the research projects the students will develop during their master thesis work ( see 5.3). These activities are perfectly aligned with the objectives and mission of FCT/UNL and are developed in close articulation with the research activities carried out in Requitme, namely in the area of Clean (Bio)Chemical processes.*

## 7. Estágios e/ou Formação em Serviço

### 7.1. e 7.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

---

Mapa VI - Protocolos de Cooperação

Mapa VI - Protocol - Example 1

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Protocol - Example 1*

**7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

[7.1.2.\\_Protocol-example-1.pdf](#)

Mapa VI - Protocol - Example 1 (continuation)

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Protocol - Example 1 (continuation)*

**7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

[7.1.2.\\_Protocol-example-1 cont.pdf](#)

Mapa VI - Protocol - Example 1 (continuation)

**7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*Protocol - Example 1 (continuation)*

**7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

[7.1.2.\\_Protocol-example-1\\_cont.pdf](#)



**Mapa VI - Protocol - Example 2****7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Protocol - Example 2***7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[7.1.2.\\_Protocol-example 2.pdf](#)**Mapa VI - Protocol - Example 2 (continuation)****7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Protocol - Example 2 (continuation)***7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[7.1.2.\\_Protocol-example 2 cont.pdf](#)**Mapa VI - Protocol - Example 2 (continuation)****7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Protocol - Example 2 (continuation)***7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[7.1.2.\\_Protocol-example 2\\_cont.pdf](#)**Mapa VI - Protocol - Example 2 (continuation)****7.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:***Protocol - Example 2 (continuation)***7.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**[7.1.2.\\_Protocol-example 2-cont.pdf](#)**Mapa VII. Plano de distribuição dos estudantes****7.2. Mapa VII. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).**[7.2.\\_Ver protocolos\\_See protocols.pdf](#)**7.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.**

---

**7.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:***Ver protocolos***7.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:***See protocols***7.4. Orientadores cooperantes**

---

**Mapa VIII. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço responsáveis por acompanhar os estudantes****7.4.1 Mapa VIII. Mecanismos de avaliação e selecção dos orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço, negociados entre a Instituição de ensino superior e as instituições de estágio e/ou formação em serviço (PDF, máx. 100kB):**[7.4.1\\_Ver protocolos\\_See protocols.pdf](#)**Mapa IX. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores)****Mapa IX. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclo de estudos de formação de professores) / Map IX. External supervisors responsible for following the students' activities (only for teacher training study programmes)**

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Habilitação Profissional (1) / Professional Title	Nº de anos de serviço / No of working years
-------------	---	--	---

Ver

protocolos/See  
protocols

## 8. Estudantes e Ambientes de Ensino/Aprendizagem

### 8.1. Caracterização dos estudantes

#### 8.1.1. Caracterização dos estudantes inscritos no ciclo de estudos, incluindo o seu género e idade

##### 8.1.1.1. Por Género

###### 8.1.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	64
Feminino / Female	36

##### 8.1.1.2. Por Idade

###### 8.1.1.2. Caracterização por idade / Characterisation by age

Idade / Age	%
Até 20 anos / Under 20 years	0
20-23 anos / 20-23 years	18
24-27 anos / 24-27 years	55
28 e mais anos / 28 years and more	27

#### 8.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso)

###### 8.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso) / Number of students per curricular year (current academic year)

Ano Curricular / Curricular Year	Número / Number
1º ano curricular	0
2º ano curricular	11
	<b>11</b>

#### 8.1.3. Procura do ciclo de estudos por parte dos potenciais estudantes nos últimos 3 anos.

###### 8.1.3. 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	25	25
N.º candidatos 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase candidates	159	187	135
Nota mínima do último colocado na 1ª fase / Minimum entrance mark of last accepted candidate in 1st fase	5.6	6.8	5.6
N.º matriculados 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase enrolments	16	14	11
N.º total matriculados / Total no. enrolled students	16	14	11

#### 8.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)

###### 8.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)

*Em cada edição são selecionados 15-20 estudantes numa base de excelência de cerca de 200 candidaturas recebidas. Os 75 estudantes matriculados nas 5 edições provêm de 35 países:*



- *Brasil, Jamaica, Mexico, USA, Uruguai, Venezuela;*
  - *Egipto, Ethiopia, Ghana, Yemen, Nigeria;*
  - *Bangladesh, China, India, Indonesia, Irão, Japão, Malasia, Nepal, Paquistão, Palestina, Coreia do Sul, Singapura, Turquia, Vietnam;*
  - *República Checa, França, Alemanha, Grécia, Itália, Polónia, Portugal, Rússia, Espanha, Ucrânia.*
- No ano de 2016/2017 os estudantes são oriundos de 10 países (Irão, Yemen, Singapura, Ethiopia, Indonesia, Paquistão, Turquia, Índia, Malasia e Japão).*

#### 8.1.4. Additional information about the students' characterisation (information about the students' distribution by the branches)

*For each EM3E edition, 15-20 students are selected on the basis of excellence out a total of around 200 admission applications received per edition. The 75 students enrolled in the five editions correspond to 35 different nationalities:*

- *Brazil, Jamaica, Mexico, USA, Uruguay, Venezuela;*
- *Egypt, Ethiopia, Ghana, Yemen, Nigeria;*
- *Bangladesh, China, India, Indonesia, Iran, Japan, Malaysia, Nepal, Pakistan, Palestinian Territories, Republic of South Korea, Singapore, Turkey, Vietnam;*
- *Czech Republic, France, Germany, Greece, Italy, Poland, Portugal, Russia, Spain, Ukraine.*

*In the academic year 2016/2017 the students are from 10 different countries (Iran, Yemen, Singapore, Ethiopia, Indonesia, Pakistan, Turkey, India, Malaysia and Japan).*

## 9. Resultados académicos e internacionalização do ensino

### 9.1. Resultados Académicos

#### 9.1.1. Eficiência formativa.

##### 9.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º diplomados / No. of graduates	14	16	13
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	14	16	13
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	0	0	0
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	0
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	0

#### Perguntas 9.1.2. a 9.1.3.

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

*O sucesso escolar na área científica de Engenharia Química é demonstrado por um conjunto de indicadores bastante positivos para as unidades curriculares lecionadas na FCT/UNL. Assim, nos três últimos anos letivos, a taxa de aprovação dos estudantes inscritos nas unidades curriculares: Contactores de Membranas e Bio-reactores, Membranas em Processos de Separação, Membranas Barreira para Aplicações Alimentares e Membranas em Medicina Regenerativa foi de 100%.*

#### 9.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.

*Academic success in the scientific area of Chemical Engineering is demonstrated by a set of positive indicators calculated for the curricular units lectured at FCT/UNL. In the past three academic years, the approval rate of students enrolled in the courses: Membrane Contactors and Bioreactors, Membranes in Downstream Processing, Barrier Membranes for Food Applications and Membranes in Regenerative Medicine was of 100%.*

#### 9.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de ações de melhoria do mesmo.

*Os resultados da monitorização do sucesso escolar são discutidos regularmente pelos parceiros do consórcio, quer nas reuniões mensais online quer nas reuniões anuais presenciais. Nestas ocasiões os parceiros refletem sobre os resultados obtidos e definem ações de melhoria sempre que necessário. No que diz respeito aos procedimentos de avaliação curricular são utilizados diferentes instrumentos (e.g. revisão por pares dos padrões de ensino e avaliação dos estudantes, questionários de avaliação, processos de reporte e revisão). Adicionalmente, os inquéritos anuais aos diplomados fornecem informação crucial para a gestão da relação entre o sucesso escolar e a empregabilidade dos estudantes.*

*No Sistema Interno de Garantia da Qualidade da FCTNOVA a monitorização das UC apoia-se em 2 conjuntos de dados (1) subjetivos-percepção de estudantes e docentes; obtidos por questionários (2) objetivos-desempenho (sucesso escolar, nível de eficiência formativa e classificações).*

### 9.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

*Results from monitoring of academic success are discussed at the monthly online meetings and annual face-to-face consortium meetings. In these occasions, consortium partners reflect on academic success and other issues and discuss whether changes need to be made. With respect to course evaluation strategy, both internal and external measures are utilised (e.g. peer review of standards of teaching and grading, evaluation questionnaires, reporting and review processes). Tracer studies are also conducted on annual basis and are crucial for managing the relationship between academic success and employability.*

*The monitoring of UC in FCTNOVA Internal Quality Assurance System(SIGQ) is based on 2 data sets (1) subjective data-students and teachers perception (2) objective data-performance (approval rate, level of formative efficiency and classifications).*

### 9.1.4. Empregabilidade.

#### 9.1.4. Empregabilidade / Employability

	%
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em sectores de atividade relacionados com a área do ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment in areas of activity related with the study programme's area.	100
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de atividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	0
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	94

## 9.2. Internacionalização do ensino

### 9.2.1. Nível de internacionalização (dados relativos ao ciclo de estudos) / Internationalisation level (Study programme data)

	%
Percentagem de alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Percentage of foreign students enrolled in the study programme	100
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Percentage of students in international mobility programs (in)	100
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Percentage of students in international mobility programs (out)	0
Percentagem de docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Percentage of foreign teaching staff (in)	81
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Percentage of teaching staff in mobility (out)	0

## 10. Análise SWOT do ciclo de estudos

### 10.1. Pontos fortes:

- *Objetivos adequados a uma formação de excelência na área da Engenharia de Membranas;*
- *Corpo docente com reconhecida actividade científica na área de especialização*
- *Forte integração da actividade curricular na actividade de investigação científica;*
- *Multidisciplinaridade; Excelência das instituições envolvidas; Mobilidade dos estudantes; Envolvimento real de empresas no acolhimento de estudantes para realização das respectivas dissertações de mestrado.*

### 10.1. Strengths:

- *Objectives adequate to an education of excellence in the area of Membrane Engineering*
- *Academic staff with recognized scientific activity in the specialization area*
- *Strong integration of the curricular activity with the scientific research activity;*
- *Multidisciplinarity; Excellence of the institutions involved; Student mobility; real involvement of companies in the admission of students to develop their master's theses.*

### 10.2. Pontos fracos:

*Complexidade de comunicação entre as Universidades e os serviços administrativos centrais para obtenção de vistos e outras burocracias.*

### 10.2. Weaknesses:

*Complexity of the management between the universities and the central services for obtaining visa and other bureaucratic issues.*

**10.3. Oportunidades:**

*Oportunidade única de formação e emprego aos estudantes numa área emergente e multidisciplinar de grande importância. Oportunidade de diálogo e colaboração entre diferentes instituições universitárias na Europa. Oportunidade para desenvolvimento de metodologias de ensino adaptadas a situações de grande mobilidade dos estudantes.*

**10.3. Opportunities:**

*Unique opportunity for students training and employment in an emergent and multidisciplinary area of great importance. Opportunity for dialogue and collaboration between different European universities. Opportunity for development of teaching methods suited to situations of high mobility of students.*

**10.4. Constrangimentos:**

*Esforço significativo para a manutenção da atratividade e procura sustentada do ciclo de estudos, num contexto de redução do apoio financeiro para atribuição de bolsas por parte do programa Erasmus Mundus. Assegurar um financiamento sustentado com vista a garantir a concessão de bolsas aos estudantes no longo prazo.*

**10.4. Threats:**

*Capacity to assure external financing in the long term of the project.*

## **11. Proposta de ações de melhoria**

### **11.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos**

---

**11.1.1. Ação de melhoria**

*Maior apoio na parte administrativa e de gestão de modo a colmatar as dificuldades referidas.*

**11.1.1. Improvement measure**

*Higher support in administrative and management areas in order to overcome the difficulties referred.*

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

*Alta- 1 ano.*

**11.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.**

*High – 1 year.*

**11.1.3. Indicadores de implementação**

*Melhoria no apoio à parte administrativa e de gestão.*

**11.1.3. Implementation indicators**

*Improvement in administrative and management support.*