

# NCE/14/01391 — Apresentação do pedido - Novo ciclo de estudos

---

## Apresentação do pedido

### 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:**  
*Engenharia Física*

**A3. Study programme name:**  
*Physics Engineering*

**A4. Grau:**  
*Mestre (M)*

### Perguntas A5 a A10

---

**A5. Área científica predominante do ciclo de estudos:**  
*Engenharia Física*

**A5. Main scientific area of the study programme:**  
*Engineering Physics*

**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):**  
*529*

**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:**  
*411*

**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:**  
*<sem resposta>*

**A7. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:**  
*300*

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

**5 anos**

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

**A9. Número de vagas proposto:**  
**25**

**A10. Condições específicas de ingresso:**  
**Provas de Ingresso para 2015/2016:**

**Provas específicas:**

**19 Matemática A**  
**07 Física e Química**

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

**95/200**

**Classificação mínima na candidatura:**

**95/200**

**Fórmula de ingresso:**

**60% da classificação final do Secundário**  
**40% da classificação final na(s) prova(s) específica(s)**

**A10. Specific entry requirements:**  
**Admission Examinations 2015/2016:**

**Specific exams:**

**19 Mathematics A**  
**07 Physics and Chemistry**

**Application mark: 95 / 200**

**Admission examination: 95 / 200**

**Computation Rule:**

**Secondary School Grade Average: 60%**  
**Admission examinations: 40%**

## **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):**  
**Não**

**A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se**

aplicável)

**A11.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento, em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável) / Branches, options, specialization areas of the master or specialities of the PhD (if applicable)**

Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento:

Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD:

<sem resposta>

## A12. Estrutura curricular

Mapa I -

**A12.1. Ciclo de Estudos:**  
*Engenharia Física*

**A12.1. Study Programme:**  
*Physics Engineering*

**A12.2. Grau:**  
*Mestre (M)*

**A12.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
<sem resposta>

**A12.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
<no answer>

**A12.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained for the awarding of the degree**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos* / Optional ECTS*
Física / Physics	F	72	0
Engenharia Física / Physics Engineering	EF	105	6
Matemática / Mathematics	M	42	0
Informática / Informatics	I	12	0
Química / Chemistry	Q	6	0
Competências Complementares / Transferable Skills	CC	6	0
Engenharia Mecânica / Mechanical Engineering	EMc	6	0
Ciências Humanas e Sociais / Social Sciences and Humanities	CHS	9	0
Engenharia Eletrotécnica e Computadores / Electrical and Computer Engineering	EEC	18	0
Micro e Nanotecnologias / Micro and Nanotechnologies	MNT	6	0
Qualquer Área Científica / Any Scientific Area	QAC	0	12
<b>(11 Items)</b>		<b>282</b>	<b>18</b>

## Perguntas A13 e A16

**A13. Regime de funcionamento:**

*Diurno*

**A13.1. Se outro, especifique:**

*n/a*

**A13.1. If other, specify:**

*n/a*

**A14. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:**

*Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa*

**A14. Premises where the study programme will be lectured:**

*Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa*

**A15. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):**

[A15\\_Reg\\_Creditação de formação\\_Comp\\_DRn7\\_10\\_01\\_2013.pdf](#)

**A16. Observações:**

*A presente proposta para Mestrado Integrado em Engenharia Física pretende atualizar o curso existente na FCT-UNL. Com a aprovação deste novo curso de Mestrado Integrado o anterior será cancelado.*

*O curso proposto está dividido em 10 semestres, dos quais 9 correspondem à parte escolar do mesmo. O 10º semestre é dedicado exclusivamente à realização da dissertação, que corresponde a 30 ECTS. A dissertação é precedida pela unidade curricular "Preparação da Dissertação", onde o estudante, com o auxílio do seu orientador, é introduzido às técnicas teórico-experimentais específicas para o seu trabalho. Nesta unidade curricular os estudantes também receberão formação em várias áreas transversais necessárias à redação e apresentação da Dissertação. Pressupõe-se, por isso, que a escolha da área científica/tema de Dissertação seja feita no início do 9º Semestre.*

*A estrutura curricular foi elaborada tendo em vista uma sólida formação de base em Engenharia Física e Ciências Físicas (do 1º ao 6º semestres) e uma formação avançada em tópicos da Engenharia Física nos dois últimos anos (do 7º ao 10º semestres) sendo, contudo, compatível com o possível ingresso de alunos de outras áreas de Engenharia afins. A formação de base em Engenharia Física e Ciências Físicas proporcionada durante os 3 primeiros anos (6 semestres) prepara o estudante para o ingresso no 2º ciclo (ou para o mercado de trabalho) no final do 3º Ano. Será usada uma abordagem de formação interdisciplinar, combinando a formação básica na área das Ciências e Engenharia para a solução de problemas tecnológicos diversos.*

*Os tópicos foram escolhidos tendo em conta os domínios de investigação mais inovadores na área e a vasta experiência de ensino de Engenharia Física e Ciências Físicas (cerca de 30 anos), do Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (DF-FCT/UNL). O ensino é apoiado pelos centros de investigação CEFITEC (Centro de Física e Investigação Tecnológica) e CFA-UNL (Centro de Física Atómica – Universidade Nova de Lisboa), que na última avaliação foram classificados com Muito Bom.*

**A16. Observations:**

*This proposal of an Integrated Master's degree in Engineering Physics is intended to update the existing course at FCT-UNL. With the approval of this new master's course, the former equivalent existing course will be discontinued.*

*The proposed course is divided into 10 semesters, 9 of which correspond to the academic part of it. The 10th semester is devoted exclusively to the pursuit of the dissertation, which corresponds to 30 ECTS. The dissertation is preceded by course "Preparation of the Dissertation", where the student, with the help of his advisor, is introduced to the specific theoretical and experimental techniques to their work. In this course students will also receive training in various transversal areas necessary for writing and presenting the dissertation. It is assumed, therefore, that the choice of the scientific area / topic of the thesis is made by the 9th Semester.*

*The curriculum was developed regarding a solid background in Engineering Physics and Physical Sciences (from 1st to 6th semester) and advanced training in topics of Engineering Physics in the last two years (7th to 10th semesters) being, however, compatible with the possible admission of students from other areas of Engineering. The basic training in Engineering Physics and Physical Sciences provided during the first 3 years (6 semesters) prepares the students for the 2nd cycle (or to the job market) at the end of the 3rd year. An approach of interdisciplinary will be used, combining the basic training in science and engineering to solve various technological problems.*

*The topics have been chosen taking into account the areas of innovative research in the area and the vast experience of teaching Engineering Physics and Physical Sciences (about 30 years), of the Department of Physics, Faculty of Science and Technology, New University of Lisbon (DF-FCT / UNL). Teaching is supported by research centers CEFITEC (Centre of Physical and Technological Research) and CFA-UNL (Center for Atomic Physics - New University of Lisbon), in the last evaluation were both classified as Very Good.*

## Instrução do pedido

### 1. Formalização do pedido

---

#### 1.1. Deliberações

Mapa II - Aprovação pelo Reitor da UNL, ouvido o Colégio de Diretores

##### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Aprovação pelo Reitor da UNL, ouvido o Colégio de Diretores*

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

[1.1.2.\\_Despacho Senhor Reitor\\_MI Engenharia Física\\_13-10-2014.pdf](#)

Mapa II - Conselho Científico da FCT

##### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Científico da FCT*

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

[1.1.2.\\_Declaração CC-FCT.pdf](#)

Mapa II - Conselho Pedagógico da FCT

##### 1.1.1. Órgão ouvido:

*Conselho Pedagógico da FCT*

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

[1.1.2.\\_Declaração CP-FCT.pdf](#)

1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos

1.2. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação da implementação do ciclo de estudos A(s) respectiva(s) ficha(s) curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa V.

*Maria Isabel Simões Catarino*

### 2. Plano de estudos

---

Mapa III - - 1º ano / 1º semestre

**2.1. Ciclo de Estudos:**  
*Engenharia Física*

**2.1. Study Programme:**  
*Physics Engineering*

**2.2. Grau:**  
*Mestre (M)*

**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
<sem resposta>

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
<no answer>

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*1º ano / 1º semestre*

**2.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*1st year / 1st semester*

#### 2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática I B / Mathematical Analysis I B	M	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:42	6	Obrigatória / Mandatory
Álgebra Linear e Geometria Analítica B / Linear Algebra and Analytic Geometry B	M	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:28	6	Obrigatória / Mandatory
Introdução à Física Experimental / Introduction to Experimental Physics	F	Semestral/ Semester	84	PL:42	3	Obrigatória / Mandatory
Introdução à Programação B / Introduction to Programming B	I	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória / Mandatory
Química Geral / General Chemistry	Q	Semestral/ Semester	166	TP:56; PL:10,5	6	Obrigatória / Mandatory
Competências Transversais para Ciências e Tecnologia (6 Items)	CC	Semestral/ Semester	80	TP:10;PL:50	3	Obrigatória / Mandatory

#### Mapa III - - 1.º Ano / 2.º semestre

**2.1. Ciclo de Estudos:**  
*Engenharia Física*

**2.1. Study Programme:**  
*Physics Engineering*

**2.2. Grau:**  
*Mestre (M)*

**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
<sem resposta>

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
<no answer>

**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

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática II B / Mathematical Analysis II B	M	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:28	6	Obrigatória / Mandatory
Mecânica / Mechanics	F	Semestral/ Semester	168	T:42; TP:21; PL:21	6	Obrigatória / Mandatory
Sistemas Lógicos / Logical Systems	EEC	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória / Mandatory
Bases de Dados / Databases	I	Semestral/ Semester	168	T: 42; PL:24	6	Obrigatória / Mandatory
Probabilidades e Estatística E / Probability and Statistics M E		Semestral/ Semester	168	TP:56	6	Obrigatória / Mandatory

(5 Items)

### Mapa III - - 2.º Ano / 3.º semestre

**2.1. Ciclo de Estudos:**  
*Engenharia Física*

**2.1. Study Programme:**  
*Physics Engineering*

**2.2. Grau:**  
*Mestre (MI)*

**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
<sem resposta>

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
<no answer>

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
2.º Ano / 3.º semestre

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

**2nd Year / 3rd Semester****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Análise Matemática III B / Mathematical Analysis III B	M	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:28	6	Obrigatória / Mandatory
Desenho Técnico / Technical Drawing	EMc	Semestral/ Semester	84	TP:56	3	Obrigatória / Mandatory
Eletromagnetismo / Electromagnetism	F	Semestral/ Semester	168	T:42; TP:14; PL:28	6	Obrigatória / Mandatory
Termodinâmica / Thermodynamics	F	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:42	6	Obrigatória / Mandatory
Unidade Curricular do Bloco Livre A / Unrestricted Elective A	QAC	Semestral/ Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Optativa / Optional
Ciência, Tecnologia e Sociedade / Science, Technology and Society <b>(6 Items)</b>	CHS	Semestral/ Semester	80	TP:32; S:8	3	Obrigatória / Mandatory

**Mapa III - - 2.º Ano / 4.º semestre****2.1. Ciclo de Estudos:  
Engenharia Física****2.1. Study Programme:  
Physics Engineering****2.2. Grau:  
Mestre (MI)****2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):  
<sem resposta>****2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):  
<no answer>****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:  
2.º Ano / 4.º semestre****2.4. Curricular year/semester/trimester:  
2nd Year / 4th Semester****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
---	---	---------------------------	--	--	------	-----------------------------------



Análise Matemática IV B / Mathematical Analysis IV B	M	Semestral/ Semester	168	T:42; PL:28	6	Obrigatória / Mandatory
Cálculo Numérico / Numerical Analysis	M	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:28	6	Obrigatória / Mandatory
Eletrotécnica Geral / General Electrical Engineering	EEC	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:28	6	Obrigatória / Mandatory
Vibrações e Ondas / Vibrations and Waves	F	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:28	6	Obrigatória / Mandatory
Eletromagnetismo Avançado / Advanced Electromagnetism	F	Semestral/ Semester	84	TP:42	3	Obrigatória / Mandatory
Projeto de Iniciação / Initiation Project	EF	Semestral/ Semester	84	OT:28	3	Obrigatória / Mandatory

**(6 Items)**

### Mapa III - - 3.º Ano / 5.º semestre

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

#### 2.1. Study Programme: *Physics Engineering*

#### 2.2. Grau: *Mestre (M)*

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

#### 2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable): <no answer>

#### 2.4. Ano/semestre/trimestre curricular: *3.º Ano / 5.º semestre*

#### 2.4. Curricular year/semester/trimester: *3rd Year / 5th Semester*

#### 2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Eletrónica / Electronics	EEC	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória / Mandatory
Física Estatística / Statistical Physics	F	Semestral/ Semester	168	TP:56	6	Obrigatória / Mandatory
Mecânica Quântica / Quantum Mechanics	F	Semestral/ Semester	168	T:42; TP:28	6	Obrigatória / Mandatory
Métodos Matemáticos da Física / Mathematical Methods of Physics	F	Semestral/ Semester	168	TP:42	6	Obrigatória / Mandatory
Ótica / Optics	EF	Semestral/ Semester	84	T:28; PL:28	3	Obrigatória / Mandatory

Programa de Oportunidades / Opportunities Program (6 Items)	EF	Semestral/ Semester	80	OT:7	3	Optativa / Optional
---	----	------------------------	----	------	---	---------------------

### Mapa III - - 3.º Ano / 5.º semestre - Grupo de Opções do Programa de Oportunidades

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Física*

#### 2.1. Study Programme:

*Physics Engineering*

#### 2.2. Grau:

*Mestre (M)*

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

*<sem resposta>*

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

*<no answer>*

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

*3.º Ano / 5.º semestre - Grupo de Opções do Programa de Oportunidades*

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

*3rd Year / 5th Semester - Opportunities Program Options Group*

#### 2.5. Plano de Estudos / Study plan

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Programa de Introdução à Prática Profissional / Undergraduate Practice Opportunities Program	EF	Semestral/ Semester	80	OT:7	3	Optativa / Optional
Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunities Program (2 Items)	EF	Semestral/ Semester	80	OT:7	3	Optativa / Optional

### Mapa III - - 3º ano / 6º semestre

#### 2.1. Ciclo de Estudos:

*Engenharia Física*

#### 2.1. Study Programme:

*Physics Engineering*

#### 2.2. Grau:

**Mestre (MI)**

**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
**<sem resposta>**

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
**<no answer>**

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
**3º ano / 6º semestre**

**2.4. Curricular year/semester/trimester:**  
**3rd year / 6th semester**

**2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Eletrónica Aplicada / Applied Electronics	EF	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória/Mandatory
Física Atómica / Atomic Physics	F	Semestral/ Semester	168	T:42; TP:14; PL:14	6	Obrigatória/Mandatory
Microeletrónica / Microelectronics	MNt	Semestral/ Semester	168	TP:28; PL:56; OT:6	6	Obrigatória/Mandatory
Física do Estado Sólido / Solid State Physics	F	Semestral/ Semester	168	T:28; TP:14; PL:28	6	Obrigatória/Mandatory
Física Nuclear / Nuclear Physics	F	Semestral/ Semester	164	T:28; PL:28	6	Obrigatória/Mandatory

**(5 Items)**

**Mapa III - - 4.º Ano / 7.º Semestre**

**2.1. Ciclo de Estudos:**  
**Engenharia Física**

**2.1. Study Programme:**  
**Physics Engineering**

**2.2. Grau:**  
**Mestre (MI)**

**2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
**<sem resposta>**

**2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
**<no answer>**

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
**4.º Ano / 7.º Semestre**

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

**4th Year / 7th Semester****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Criogenia / Cryogenics	EF	Semestral / Semester	84	TP:28	3	Obrigatória/Mandatory
Economia Industrial / Industrial Organization	CHS	Semestral / Semester	168	TP:56	6	Obrigatória/Mandatory
Física Molecular / Molecular Physics	F	Semestral / Semester	168	T:42; TP:14; PL:14	6	Obrigatória/Mandatory
Nanofísica / Nanophysics	EF	Semestral / Semester	84	T:28; TP:14; PL:7	3	Obrigatória/Mandatory
Técnicas de Espectroscopia / Spectroscopic Techniques	EF	Semestral / Semester	84	TP:28	3	Obrigatória/Mandatory
Empreendedorismo / Entrepreneurship	CC	Semestral / Semester	80	TP:45	3	Obrigatória/Mandatory
Instrumentação Analógica / Analog Instrumentation	EF	Semestral / Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória/Mandatory

(7 Items)

**Mapa III - - 4.º Ano / 8.º semestre****2.1. Ciclo de Estudos:  
*Engenharia Física*****2.1. Study Programme:  
*Physics Engineering*****2.2. Grau:  
*Mestre (M)*****2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):  
<sem resposta>****2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):  
<no answer>****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:  
*4.º Ano / 8.º semestre*****2.4. Curricular year/semester/trimester:  
*4th Year / 8th Semester*****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
---	---	---------------------------	---	---------------------------------------	------	-----------------------------------

Ensaio Destrutivos e não Destrutivos / Destructive and Nondestructive Testing	EMc	Semestral/ Semester	84	T:14; PL:28	3	Obrigatória / Mandatory
Instrumentação Digital / Digital Instrumentation	EF	Semestral/ Semester	168	T:14; PL:56	6	Obrigatória / Mandatory
Unidade Curricular do Bloco Livre B / Unrestricted Elective B	QAC	Semestral/ Semester	168	depende da UC escolhida/ dependent of choice	6	Obrigatória / Mandatory
Tecnologia de Superfícies e Interfaces / Technology of Surfaces and Interfaces	EF	Semestral/ Semester	84	T:14; PL:42	3	Obrigatória / Mandatory
Física dos Novos Materiais / Physics of the New Materials	EF	Semestral/ Semester	84	TP:28	3	Obrigatória / Mandatory
Tecnologia de Vácuo e de Partículas Carregadas / Vacuum Technology and Charged Particles	EF	Semestral/ Semester	168	T:14; PL:42	6	Obrigatória / Mandatory
Lasers / Lasers	EF	Semestral/ Semester	84	T:14; PL:28	3	Obrigatória / Mandatory

(7 Items)

**Mapa III - - 5º Ano / 9º semestre****2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia Física***2.1. Study Programme:***Physics Engineering***2.2. Grau:***Mestre (M)***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***<sem resposta>***2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***<no answer>***2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***5º Ano / 9º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***5th Year / 9th Semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Aplicações Avançadas de Instrumentação / Advanced Instrumentation Applications	EF	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:28	6	Obrigatória / Mandatory

Preparação da Dissertação / Master Thesis Preparation	EF	Semestral/ Semester	168	S:28; OT:14	6	Obrigatória / Mandatory
Simulação e Modelação Computacional em Engenharia Física / Models and Computational Simulation	EF	Semestral/ Semester	168	TP:42	6	Obrigatória / Mandatory
Técnicas de Caraterização de Materiais e de Superfícies / Techniques for the Characterization of Materials and Surfaces	EF	Semestral/ Semester	168	T:28; PL:42	6	Obrigatória / Mandatory
Técnicas Experimentais de Física Molecular / Experimental Techniques on Molecular Physics	EF	Semestral/ Semester	84	TP:28	3	Obrigatória / Mandatory
Opção I / Option I	EF	Semestral/ Semester	84	TP:42	3	Optativa / Optional

**(6 Items)****Mapa III - - 5º Ano / 9º semestre – Grupo de opções I****2.1. Ciclo de Estudos:*****Engenharia Física*****2.1. Study Programme:*****Physics Engineering*****2.2. Grau:*****Mestre (M)*****2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):*****<sem resposta>*****2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):*****<no answer>*****2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:*****5º Ano / 9º semestre – Grupo de opções I*****2.4. Curricular year/semester/trimester:*****5th Year / 9th Semester – Option I Group*****2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Fotónica / Photonics	EF	Semestral/ Semester	84	TP:42	3	Optativa / Optional
Óptica não-linear / Nonlinear Optics	EF	Semestral/ Semester	84	TP:42	3	Optativa / Optional

**(2 Items)****Mapa III - - 5º Ano / 10º semestre**

**2.1. Ciclo de Estudos:***Engenharia Física***2.1. Study Programme:***Physics Engineering***2.2. Grau:***Mestre (M)***2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

&lt;sem resposta&gt;

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

&lt;no answer&gt;

**2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***5º Ano / 10º semestre***2.4. Curricular year/semester/trimester:***5th Year / 10th Semester***2.5. Plano de Estudos / Study plan**

Unidade Curricular / Curricular Unit	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Engenharia Física / Master Thesis in Physics Engineering (1 Item)	EF	Semestral/ Semester	840	OT:28	30	Obrigatória / Mandatory

**3. Descrição e fundamentação dos objectivos, sua adequação ao projecto educativo, científico e cultural da instituição, e unidades curriculares****3.1. Dos objectivos do ciclo de estudos****3.1.1. Objectivos gerais definidos para o ciclo de estudos:**

*O Mestrado proposto oferece aos estudantes a oportunidade de tomar conhecimento com questões associadas à aplicação da física moderna em aplicações tecnológicas. Este ciclo de estudos está estruturado no sentido de:*

- *fornecer as competências e conhecimentos específicos essenciais ao exercício de uma profissão de engenharia transversal;*
- *fornecer a indispensável articulação entre os conhecimentos adquiridos e as necessidades do mercado de trabalho;*
- *garantir o desenvolvimento de uma postura crítica e de autonomia criativa na área de conhecimento do curso;*
- *fomentar as capacidades de trabalho de equipa, liderança e empreendedorismo.*

*A lecionação é feita numa perspetiva CTS-A (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), no sentido de formar os profissionais do futuro preocupados com o desenvolvimento sustentável do planeta.*

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

*The MSc programme proposed offers students the opportunity to contact with the issues related to with*

*the application of modern physics to technological applications. This study cycle is organized with an aim to:*

- *provide the specific knowledge and competences necessary to perform a professional role;*
- *provide the required correlation between acquired knowledge and the needs of the work market;*
- *insure the development of a critical attitude and an autonomous creative posture within the course's knowledge field;*
- *instil capabilities for team work, leadership and entrepreneurship;*

*Teaching is undertaken according to a STS-E (Science, Technology, Society and Environment), aiming to educate professionals for the future, caring for the planet's sustainable development.*

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

*O Mestre em Engenharia Física é um profissional que atua no domínio da Física e da Engenharia, particularmente nas áreas da física moderna e de grande impacto tecnológico. As valências adquiridas pelo Engenheiro Físico proporcionam-lhe as seguintes capacidades:*

- *Conceber soluções através da aplicação do conhecimento técnico e científico para a planificação, construção, utilização e manutenção de estruturas, máquinas e sistemas para o benefício da sociedade;*
- *Projetar e conduzir experiências científicas e interpretar os respetivos resultados;*
- *Aplicar conhecimentos científicos, matemáticos e tecnológicos na investigação e no processo de engenharia aplicado à deteção e resolução de problemas;*
- *Avaliar a operação e a manutenção de sistemas, o impacto das atividades de engenharia no contexto social e ambiental e a viabilidade económica de projetos de engenharia;*
- *Comunicar transversalmente com as outras engenharias.*

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

*The Master in Engineering Physics is a professional that works in the field of physics and engineering, particularly in the areas of modern physics and of great technological impact. Valences acquired by the MSc in Engineering Physics provide him with the following capabilities:*

- *Develop solutions through the application of scientific and technical knowledge for the planning, construction, operation and maintenance of structures, machines and systems for the benefit of society;*
- *Design and conduct scientific experiments and interpret the results;*
- *Apply scientific, mathematical and technological research and engineering process applied to the detection and problem solving skills;*
- *Evaluate the operation and maintenance of systems, the impact of engineering activities on the social and environmental context and the economic viability of engineering projects;*
- *Communicate with professionals of other engineering degrees.*

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

*A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL) é uma instituição universitária dirigida às áreas de Ciência e de Engenharia, que tem como missão e estratégia:*

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

*O curso de Mestrado que proposto assenta numa área claramente interdisciplinar e de extrema importância para o desenvolvimento científico-tecnológico. A FCT/UNL pretende afirmar-se a médio prazo como uma Research University e nesse sentido o Mestrado Integrado em Engenharia de Física, aqui proposto, ao apoiar-se na investigação realizada nos centros de investigação CEFITEC e CFA-UNL, irá seguramente contribuir para este desígnio e para um ensino de elevada qualidade. Nesse sentido contribuem igualmente diversas parcerias/colaborações que os docentes do Departamento de Física possuem a nível nacional e internacional.*

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

*Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL) is an institution oriented*



*towards Science and Technology areas, whose mission and strategy are:*

- a) Internationally competitive research, favouring multidisciplinary fields, including research focused on solving societal problems;*
- b) Excellency in teaching, with a growing emphasis on the research performed, and translated into academic syllabuses which are competitive both at the national and international levels;*
- c) An enlarged basis of multi-institutional participation, integrating different scientific cultures, aiming at the creation of innovative synergies for teaching and research;*
- d) The offer of quality services, either at national or international levels, capable of contributing to social development and the qualification of human resources.*

*The MSc programme being proposed pertains to a clearly multidisciplinary field with the utmost relevance for scientific and technological advancement. FCT/UNL intends to establish itself on the medium term as a Research University, and in that sense this programme, by being supported by the research developed at CEFITEC and CFA-UNL, will assuredly contribute for the attainment of that goal. To this goal also contribute several national and international partnerships/collaborations that the members of the Department of Physics have.*

### 3.2. Adequação ao projeto educativo, científico e cultural da Instituição

#### 3.2.1. Projeto educativo, científico e cultural da Instituição:

*De acordo com os seus Estatutos, a FCT tem identidade e missão idênticas às da UNL, dirigidas às áreas de Ciências e de Engenharia. Na sua missão, enquanto instituição universitária que se pretende de referência, inclui-se o desenvolvimento de investigação competitiva no plano internacional, privilegiando áreas interdisciplinares e a investigação orientada para a resolução dos problemas que afetam a sociedade, bem como a oferta de ensino de excelência, com ênfase crescente em segundos e terceiros ciclos, mas fundado em primeiros ciclos sólidos, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional, erigindo o mérito como medida essencial da avaliação. Fundamentalmente, a política de ensino e investigação tem por objetivo promover a qualidade e reconhecimento destas atividades, devendo a investigação ser progressivamente incorporada nas estruturas curriculares dos ciclos de estudos, proporcionando uma oferta educativa atualizada e substancialmente diferenciadora. Por outro lado, a Faculdade dispõe de uma política de qualidade que visa assegurar a melhoria contínua das suas atividades, por forma a aumentar, de modo sustentado, a sua eficiência e corresponder às expectativas decorrentes do seu objeto social. Neste âmbito, o projeto educativo tem contemplado não só a criação de novas áreas de estudo, decorrentes da evolução da economia associada às mudanças sociais, como também a introdução de métodos de ensino e de avaliação conducentes a uma aprendizagem mais eficiente e a reestruturação da oferta formativa existente. Neste último caso, salienta-se a recente introdução, em todos os cursos de Licenciatura, de Mestrado e de Mestrado Integrado, de competências complementares, designadamente soft skills, contacto com empresas ou investigação e empreendedorismo, configurando o designado “Perfil Curricular FCT” como fator diferenciador dos diplomados da instituição e elemento facilitador da sua inserção na vida ativa (<http://www.fct.unl.pt/candidato/perfil-curricular-fct>). Com o intuito de progredir para uma escola “research oriented”, a Faculdade tem vindo a adotar uma política de incentivos para o desenvolvimento de atividades de investigação, potenciando o mérito dos seus docentes como referencial e, ainda, uma política promotora de transferência da tecnologia e do conhecimento gerados para a Sociedade através de parcerias com empresas, licenciamento de propriedade industrial e apoio à criação de empresas spin-off. A Faculdade atribui grande importância às atividades culturais que disponibiliza aos seus estudantes, considerando que valorizam a qualidade dos serviços educativos que oferece e que constituem elemento diferenciador para a notoriedade da Escola. Assim, para cada ano letivo é programado um extenso conjunto de atividades culturais de alto nível (palestras, conferências, debates, exposições de arte) com a intervenção de personalidades detentoras de elevado prestígio nacional e internacional.*

#### 3.2.1. Institution’s educational, scientific and cultural project:

*According to its Statutes, the Faculty of Sciences and Technology identity and mission in the Sciences and Engineering areas are similar to those of the UNL – Universidade NOVA de Lisboa. As a higher education institution striving to be a reference, it includes the development of competitive research at international level that privileges interdisciplinary areas and research aimed at solving social problems, as well as an educational excellence offer increasingly focused on second and third cycles, but founded on solid first cycles with competitive academic programs at both national and international levels, adopting merit as the essential measure of assessment. Basically the policy for teaching and research aims at promoting quality and recognition of those activities, increasingly incorporating research in the curricular structures of*

*the study cycles, enabling an updated educational offer expected to be positively discriminated. On the other hand, the Faculty is enforcing a quality policy for the continuous improvement of its activities in order to increment its efficiency in a sustainable process leading to a better achievement of its social responsibilities. Therefore, its educational project includes not only the creation of new study areas that can follow economical evolution associated to social changes but also the introduction of teaching and assessment methods aimed at improving the learning efficiency, and the restructuring of the existent educational offer. About this last issue, it is worth mentioning the recent introduction, in all first and second study cycles and Integrated Master programs, of common competences, namely soft skills, undergraduate practice or research opportunities and entrepreneurship, leading to the so-called “Perfil Curricular FCT” (FCT Curricular Profile) as a differentiating feature of the institution graduates and a facilitator of their insertion in the active life (<http://www.fct.unl.pt/candidato/perfil-curricular-fct>). As the Faculty aims to become a research oriented school, a policy of incentives to research development is being adopted fostering the merit of its academic staff and, also, a policy aims at promoting the technology and knowledge transfer to the Society through partnerships with companies, licensing of industrial property and support to the creation of spin-off companies. Cultural activities are looked as an important aspect of the Faculty’s educational offer that contributes to a positive discrimination of the School. For each academic year a set of high-level cultural activities is scheduled, such as seminars, conferences, debates and art exhibitions, with the cooperation of prominent individualities holding high national and international prestige.*

**3.2.2. Demonstração de que os objetivos definidos para o ciclo de estudos são compatíveis com o projeto educativo, científico e cultural da Instituição:**

*A Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNL inclui na sua missão o desenvolvimento de investigação competitiva no plano internacional, bem como a oferta de ensino de excelência, com ênfase crescente em segundos e terceiros ciclos, fundado em primeiros ciclos sólidos, veiculado por programas académicos competitivos a nível nacional e internacional.*

*A oferta educativa da FCTUNL encontra-se, a nível de licenciaturas e mestrados nas Engenharias, essencialmente organizada sob a forma de Mestrados Integrados, respondendo aos requisitos de formação das áreas respetivas. Os objetivos do Mestrado Integrado em Engenharia Física aqui proposto, integram de forma coesa e flexível os objetivos de 1o e 2o ciclos na área, e visam a formação de Engenheiros habilitados a desenvolver atividades profissionais de projeto, liderança, e inovação, em muitos casos em contexto de investigação, com bases para aceder a um 3o Ciclo. Esta orientação é implementada numa lógica de continuidade, sendo que os eventuais diplomados de 1o ciclo adquirem uma formação sólida, coerente e relevante em termos de mobilidade. Tais objetivos estão claramente alinhados com o projeto educativo, científico e cultural da FCT UNL.*

*O curso adequa-se ao “Perfil Curricular da FCT”, conjunto de características comuns a todos os cursos da escola que favorecem o desenvolvimento de competências transversais, potenciam a ligação à sociedade, e desenvolvem uma cultura de inovação, empreendedorismo, e desenvolvimento científico. Em harmonia com a investigação realizada no Departamento de Física e nos seus Centros, o curso contribui ainda para formar estudantes bem preparados para aceder a cursos de 3o ciclo em Física ou em Engenharia Física, em particular nos seus programas doutorais.*

*É uma aposta estratégica da FCTUNL continuar a contribuir decisivamente para o desenvolvimento da educação avançada e investigação científica e inovação em Engenharia Física, como escola pioneira na área no nosso País, agora atualizada.*

**3.2.2. Demonstration that the study programme's objectives are compatible with the Institution's educational, scientific and cultural project:**

*The Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNL (FCT UNL) includes in its mission the development of internationally competitive research, excellence in teaching with an emphasis on 2nd and 3th cycles, while being founded in solid 1st cycles, implemented in nationally and internationally competitive academic programs.*

*FCT UNL educational offer is, at the level of the engineering programs and mostly structured under the form of integrated masters, answering to the requirements of the respective areas. The objectives of the now proposed integrated master in engineering physics integrate, in a tightly coupled yet flexible way, the goals of a 1st and 2nd cycle in the area, towards the education of engineers able to develop professional activities involving project, leadership, innovation, often in a R&D context, and potential candidates for a PhD. These guidelines are implemented in a progressive scheme along the 5 years, so that possible 1st cycle graduates may receive a sufficiently solid, coherent and relevant education, useful for mobility purposes.*

*These objectives are clearly aligned with the educational, scientific and cultural project of FCT UNL. The*

*program conforms to the "FCT Curricular Profile", which favours the emergence of various transferable skills in areas such as communication, science, technology and society, and entrepreneurship, leveraging the connections between the school and the society at large, and promote a culture of innovation, entrepreneurship, and scientific development. In harmony with the Departmental research activities, the master program contributes to the education of potentially strong candidates to a 3th cycle, in particular to our local PhD programs.*

*It is a strong strategical commitment of FCT UNL to continue contributing for the development of advanced education and research in Engineering Physics, as a pioneering school in the field at the national level, now refreshed.*

### 3.3. Unidades Curriculares

#### Mapa IV - Análise Matemática I B / Mathematical Analysis I B

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Análise Matemática I B / Mathematical Analysis I B*

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

*Paula Alexandra da Costa Amaral - T: 126h*

##### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Lidia Ludovina Lampreia Caeiro Pica Lourenço - PL: 126h*

##### 3.3.4. 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:*

- *Trabalhar com noções elementares de topologia na recta real (vizinhança, aberto, fechado, etc.);*
- *Fazer pequenas demonstrações por indução;*
- *Compreender a noção rigorosa de limite (de sucessões, de funções de variável real) e calcular limites.*
- *Compreender a noção rigorosa de continuidade de funções de variável real e respectivos resultados fundamentais.*
- *Conhecer a noção de diferenciabilidade, os teoremas de Rolle, Lagrange e Cauchy e aplicações ao cálculo de limites;*
- *Conhecer o desenvolvimento de Taylor e aplicações ao estudo de funções;*
- *Conhecer a noção de primitiva e respectivas técnicas de cálculo;*
- *Conhecer a noção de integral de Riemann, respectivas técnicas de cálculo e algumas aplicações;*
- *Ser capaz de estudar a convergência de integrais impróprios.*

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

*At the end of this course the student must have acquired knowledge, skills and powers to:*

- *Work with elementary notions of topology on the real line (neighborhood, open, closed, etc.).*
- *Make small proves by induction;*
- *Understand the concept and definition of limit (sequences, functions of real variable) and calculate limits.*
- *Understand the definition of continuity of functions of one real variable and the fundamental results.*
- *Understand the notion of differentiability, the theorems of Rolle, Lagrange and Cauchy and their applications to the calculation of limits;*
- *Understand the Taylor development and its applications to the study of functions;*
- *Understand the notion of indefinite integral and perform calculations;*
- *Understand the notion of Riemann integral, the techniques of calculation and some applications;*
- *Be able to study the convergence of improper integrals.*

##### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1. Topologia, Indução Matemática, Sucessões: Topologia elementar da recta real. Relação de ordem na recta real. Princípio de indução matemática. Generalidades sobre sucessões. Noção de convergência de uma sucessão e*

**propriedades do****cálculo de limites. Subsucessões. Teorema de Bolzano-Weierstrass.****2. Limites e Continuidade: Limite segundo Cauchy e Heine. Propriedades de cálculo. Continuidade de uma função num****ponto. Propriedades das funções contínuas. Teorema do valor intermédio. Teorema de Weierstrass.****Continuidade e****bijecções recíprocas.****3. Diferenciabilidade: Generalidades. Teoremas fundamentais: Rolle, Lagrange e Cauchy. Cálculo prático de limites.****Desenvolvimento de Taylor e aplicações.****4. Primitivação: Introdução. Primitivação por partes. Primitivação por substituição. Primitivação de funções racionais.****5. Integração de Riemann: Introdução. Teoremas fundamentais. Integração por partes e integração por substituição.****Aplicações diversas. Integrais impróprios.****3.3.5. Syllabus:****1. Topology, Mathematical Induction, Sequences: Basic topology of the real numbers. Order relation.****Mathematical induction.****Generalities about sequences. Convergence of a sequence and properties for calculus of limits.****Subsequences. Bolzano-****Weierstrass theorem.****2. Limits and Continuity: Convergence according to Cauchy and Heine. Calculus properties. Continuity of a function at a****given point. Properties of continuous functions. Bolzano theorem. Weierstrass theorem. Continuity and reciprocal bijections.****3. Differentiability: Generalities. Fundamental theorems: Rolle, Lagrange and Cauchy. Calculus techniques for limits. Taylor****formula and applications.****4. Indefinite Integration: Introduction. Indefinite integration by parts. Indefinite integration by substitution. Indefinite integration****of rational functions.****5. Riemann Integration: Introduction. Fundamental theorems. Definite integration by parts and by substitution. Some****applications. Improper integration.****3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:****O capítulo 1 é dedicado às noções topológicas, indução matemática e sucessões de números reais. Cobrem-se, assim os****dois primeiros objetivos enunciados e parte do terceiro.****O capítulo 2 é dedicado aos limites e continuidade de funções reais de variável real, cobrindo parte do terceiro objetivo e o****quarto.****O capítulo 3 é dedicado ao estudo do cálculo diferencial de funções reais de variável real e resultados fundamentais,****cobrindo o quinto objectivo. O estudo da fórmula de Taylor e aplicações cobre o sexto objetivo.****O capítulo 4 é dedicado ao estudo das primitivas e respectivas técnicas de cálculo, cobrindo o sétimo objectivo.****O capítulo 5 é dedicado ao estudo do integral de Riemann e dos integrais impróprios, cobrindo os oitavo e nono objetivos.****3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:****Chapter 1 is devoted to topological notions, mathematical induction and sequences of real numbers. It covers the first two****objectives and part of the third.****Chapter 2 is devoted to the study of limits and continuity of real functions of one real variable, covering part of the third and****the fourth objective.****Chapter 3 is devoted to the study of differential calculus of real functions of one real variable and main**

*results, covering the fifth objective. The study of Taylor formula and its applications covers the sixth objective. Chapter 4 is devoted to the study of indefinite integrals and their calculation techniques, covering the seventh objective. Chapter 5 is devoted to the study of the Riemann integral and improper integrals, covering the eighth and ninth objectives.*

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

*As aulas teóricas consistem na exposição da matéria, que é ilustrada com exemplos de aplicação. As aulas práticas consistem na resolução de exercícios de aplicação dos métodos e resultados apresentados nas aulas teóricas.*

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

*O estudante deve assistir a todas aulas práticas, com possível exceção de três.*

*O estudante pode realizar a disciplina por avaliação contínua que consiste na realização de três testes e na avaliação pelo docente das aulas práticas. Em caso de insucesso, o estudante pode ainda apresentar-se a exame.*

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

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

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

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

*Students must attend classes, with the possible exception of three.*

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

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

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

*Os alunos têm acesso a uma lista de problemas resolvidos, de problemas para resolver nas aulas práticas e ainda de problemas para resolver autonomamente.*

*Para obter aprovação, o aluno deve assistir a, pelo menos, dois terços das aulas práticas. Esta prática tem-se revelado útil, especialmente para os alunos de primeira inscrição na Universidade, impedindo a abstenção às aulas e respectivas consequências.*

*Além trabalhar os conceitos expostos na teórica, os problemas propostos também têm como objectivo importante a prática do cálculo.*

*É atribuída uma classificação nas aulas práticas, que é tida em conta na classificação final.*

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

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

**Students can obtain a list of solved problems, problems to be solved in practical classes and problems to solve by themselves.**

**In order to succeed the student must attend, at least, two thirds of the classes. Such practice has revealed to be useful, mainly to the first year students.**

**Besides working on the concepts set out in theoretical classes, proposed problems have also as an important objective, the practice of calculation.**

**It is given a rating in practical classes, which is taken into account in the final standings.**

### 3.3.9. Bibliografia principal:

**Texto Adoptado**

**Ana Alves de Sá e Bento Louro, *Análise Matemática I*, FCT-UNL, 2011**

**Bibliografia Recomendada**

**1. Anton, H. - *Cálculo, um novo horizonte*, 6ª edição, Bookman, 1999.**

**2. Campos Ferreira, J. - *Introdução à Análise Matemática*, Fundação Calouste Gulbenkian, 1982.**

**3. Larson, R.; Hostetler, R.; Edwards, B. - *Calculus with Analytic Geometry*, 5ª edição, Heath, 1994.**

**4. Figueira, M. - *Fundamentos de Análise Infinitesimal*, *Textos de Matemática*, vol. 5, Departamento de Matemática,**

**Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1996.**

## Mapa IV - Álgebra Linear e Geometria Analítica B / Linear Algebra and Analytic Geometry B

### 3.3.1. Unidade curricular:

**Álgebra Linear e Geometria Analítica B / Linear Algebra and Analytic Geometry B**

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

**Cláudio António Rainha Aires Fernandes - T: 84h; PL: 56h**

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

**Maria Helena Coutinho Gomes Almeida Santos - PL: 140h**

### 3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes): No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam:

**- Operar com matrizes, caracterizar as matrizes invertíveis e calcular a inversa de uma matriz invertível.**

**- Utilizar as matrizes para determinar se um sistema de equações lineares é impossível ou é possível e, neste caso,**

**determinar o conjunto das soluções.**

**- Representar uma aplicação linear por uma matriz e determinar, por exemplo, se a aplicação é sobrejectiva, se é injectiva,**

**determinando a característica da matriz.**

**- Dada uma matriz quadrada, calcular o seu determinante, os seus valores próprios e respectivos vectores próprios associados.**

**- Utilizar as matrizes e determinantes na Geometria Analítica em  $R^3$ , por exemplo para a determinação de uma equação**

**geral de um plano, a determinação da posição relativa entre 2 rectas (entre 2 planos ou entre 1 recta e 1 plano)**

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

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

**the following abilities:**

**- To use matrices in different situations**

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

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

#### **ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA ANALÍTICA - B**

- 1 - *Matrizes*
- 2 - *Sistemas de Equações Lineares*
- 3 - *Determinantes*
- 4 - *Espaços Vectoriais*
- 5 - *Aplicações Lineares*
- 6 - *Valores e Vectores Próprios*
- 7 - *Produto Interno, Produto Externo e Produto Misto de vectores em R3*
- 8 - *Geometria Analítica em R3*

### 3.3.5. Syllabus:

#### **LINEAR ALGEBRA AND ANALYTIC GEOMETRY - B**

- 1 – *Matrices*
- 2 – *Systems of Linear Equations*
- 3 – *Determinants*
- 4 – *Vector Spaces*
- 5 – *Linear Transformations*
- 6 – *Eigenvalues and Eigenvectors*
- 7 - *Inner, Vector and Mixed Products in R3*
- 8 – *Analytic Geometry in R3*

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

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

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

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

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

*Nas aulas teóricas são leccionados os conceitos e os resultados fundamentais que, na sua maioria, são demonstrados. Ao longo da aula são apresentados exemplos ilustrativos e são propostos exercícios que os alunos deverão resolver autonomamente de forma a consolidar a matéria teórica leccionada. Nas aulas práticas os alunos têm a possibilidade de resolver exercícios e de propor exercícios para resolução de forma a esclarecer as dúvidas surgidas durante o tempo dedicado ao estudo autónomo da matéria. No horário de atendimento docente cada aluno pode, individualmente, esclarecer as suas dúvidas com qualquer um dos docentes da disciplina.*

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

*Theoretical classes consist on an explanation of the theory which is illustrated by examples. Most results are proven. Practical classes consist on the resolution of some exercises. Some of the exercises are solved in class, the remaining are left to the students as part of their learning process.*

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

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

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

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

**3.3.9. Bibliografia principal:****TEXTO PRINCIPAL**

*ISABEL CABRAL, CECÍLIA PERDIGÃO, CARLOS SAIAGO, Álgebra Linear, Escolar Editora, 2012 (3ª Edição).*

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

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

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

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

*J. V. Carvalho, Álgebra Linear e Geometria Analítica, texto de curso ministrado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da*

*Universidade Nova de Lisboa, Departamento de Matemática da FCT/UNL, 2000.*

*<http://ferrari.dmat.fct.unl.pt/personal/jvc/alga2000.html>*

*E. GIRALDES, V. H. FERNANDES e M. P. M. SMITH, Álgebra Linear e Geometria Analítica, McGraw-Hill de Portugal, 1995.*



**Mapa IV - Introdução à Física Experimental / Introduction to Experimental Physics****3.3.1. Unidade curricular:***Introdução à Física Experimental / Introduction to Experimental Physics***3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***António Alberto Dias - PL: 84h***3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***n/a***3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Proporcionar aos alunos o primeiro contacto com laboratórios de física, e através do estudo de sistemas físicos simples treiná-los a:*

- *Criar consciência dos erros sistemáticos nos métodos e nos instrumentos, e providenciar para os suprimir;*
- *Realizar medidas e proceder ao seu registo;*
- *Realizar cálculos com precisão, clareza e concisamente;*
- *Fazer estimativa da precisão do resultado final;*
- *Analisar os resultados e tirar conclusões corretas;*
- *Comunicar com clareza e precisão os resultados.*

*Reconhecer a necessidade do método experimental, enquanto parte essencial do método científico, na procura de novos conhecimentos e no teste e validação das representações teóricas.***3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Provide students with the first contact with physics laboratories, and through the study of simple physical systems train them to:*

- *Create awareness of the systematic errors in the methods and instruments, and arrange for their removal;*
- *Undertake measures and proceed to registration;*
- *Perform calculations accurately, clearly and concisely;*
- *Make estimate of the accuracy of the final result;*
- *Analyze the results and draw correct conclusions;*
- *Communicate with clarity and precision results.*

*Recognizing the need of the experimental method, as an essential part of the scientific method, the search for new knowledge and testing and validation of theoretical representations.***3.3.5. Conteúdos programáticos:***Conceitos básicos relativo ao método experimental. Tratamento de incerteza de resultados experimentais. Realização, análise e discussão de 8 trabalhos laboratoriais, em grupo de dois alunos:*

- 1 - Leis da reflexão e da refração*
- 2 - Lentes finas e espelhos esféricos*
- 3 - Painel fotovoltaico*
- 4 - Pêndulo simples*
- 5 - Colisões na calha de ar*
- 6 - Termómetro de gás a volume constante*
- 7 - Lei do arrefecimento de Newton*
- 8 - Osciloscópio e velocidade da luz*

*Planificação de uma experiência ou alteração de uma das experiências realizadas para verificação experimental de uma lei ou problema específico, proposto a cada grupo.***3.3.5. Syllabus:***Basic concepts concerning the experimental method. Treatment of experimental uncertainty.**Realization, analysis and discussion of eight laboratory work in groups of two students:*

- 1 - Laws of reflection and refraction*
- 2 - Thin lenses and spherical mirrors*

**3 - Photovoltaic Panel**

**4 - Simple pendulum**

**5 - Air track: collision in one dimension**

**6 - Thermometer gas at constant volume**

**7 - Newton's Law of Cooling**

**8 - oscilloscope and speed of light**

**Planning an experience or changing one of the experiments for experimental verification of a law or a specific problem, proposed to each group.**

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

*Após a introdução geral dos conceitos de tratamento de resultados experimentais, são proporcionadas condições para a sua aplicação, através da realização, e consecutiva análise de resultados e produção de relatórios em 8 experiências, que cobrem diversas áreas de física, nomeadamente: Instrumentação, Mecânica, Termodinâmica e Ótica Geométrica. Adicionalmente, a planificação de uma experiência para verificação de uma lei física, vai proporcionar o contexto para verificação da capacidade de aplicação do método científico em novas situações. A apresentação da experiência planificada, em conjunto com os relatórios, propiciam o contexto para verificação da qualidade na comunicação de resultados.*

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

*After the general introduction of the concepts of treatment of experimental conditions are provided for your application, by performing, and consecutive analysis of results and reporting in 8 experiments that cover many areas of physics, including: Instrumentation, Mechanical, thermodynamics and Geometric Optics. Additionally, the planning of an experiment for verifying a physical law, will provide the context for verification of the application of the scientific method in new situations. The presentation of the experience planned, together with the reports, provide the context for quality check on communicating results.*

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

*Aulas práticas de laboratório (3h/semana). Após exposição inicial dos conceitos subjacentes ao método experimental haverá a realização semanal, em grupo, de uma experiência laboratorial. A aprendizagem é complementada com a realização de dois trabalhos fora de aula, discussão de relatórios e por uma apresentação.*

*A classificação final é obtida a partir de três diferentes tipos de elementos de avaliação:*

*$CF=0,10xTC+0,70xR+0,20xA$ , onde  $CF$  é a classificação final,  $TC$  é classificação média dos trabalhos de casa,  $R$  é classificação média dos relatórios e  $A$  é a nota atribuída à apresentação; todos os componentes de avaliação são classificados até 20 valores.*

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

*Laboratory practical classes (3h/week). After initial exposure to the concepts underlying the experimental method will be conducting weekly group, a laboratory experiment. The learning is complemented with the development of two works out of class, discussion of reports and a presentation.*

*The final classification is obtained from three different types of evaluation elements:  $CF = 0.10 XTC + 0.70 + 0.20 xR xA$ , where  $CF$  is the final,  $TC$  is average rating of homework,  $R$  is average rating reports and  $A$  is the grade given to the presentation, all assessment components are rated up to 20 values.*

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

*Nesta unidade curricular pretende-se que os alunos adquiram competências na utilização do método científico. A possibilidade da aplicação em diferentes contextos de laboratório do registo de medidas, da análise de resultados e da comunicação de resultados, promove as condições ideais para aquisição e desenvolvimento das competências desejadas.*

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

*This course is intended for students to acquire skills in the use of the scientific method. The possibility of application in different contexts laboratory registration measures, analysis of results and communication of results, promotes the ideal conditions for the acquisition and development of desired skills.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

- a) *Guiões dos Trabalhos Práticos;*
- b) *Manual de Elaboração de Relatórios e Tratamento de Resultados Experimentais;*
- c) *“Fundamentals of Physics”, Halliday, Resnick e Walker; “Física” Alonso e Finn; ou outros livros equivalentes;*
- d) *Outra indicada nos guiões e no Manual.*

**Mapa IV - Introdução à Programação B / Introduction to Programming B****3.3.1. Unidade curricular:**

*Introdução à Programação B / Introduction to Programming B*

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

*Artur Miguel de Andrade Vieira Dias - T: 28h; PL: 42h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Carmen Pires Morgado - PL: 84h*

*Nuno Miguel Cavalheiro Marques - PL: 84h*

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

*Saber*

*1 - Conhecer um fragmento bem definido duma linguagem de programação (C) e conhecer um sistema de desenvolvimento (MinGW Developer Studio).*

*2 -Entender as metodologias de programação utilizadas.*

*Fazer*

*1 -Desenvolver programas de pequena dimensão, bem organizados e obedecendo a um certo número de convenções.*

*2 - Conseguir inventar e escrever correctamente algoritmos simples.*

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

*Knowledge*

*1 - Know a fragment of a particular programming language (C) and know a particular programming environment (MinGW Developer Studio)*

*2 - Understand the programming methodologies employed.*

*Know-how*

*1 - Be able to implement small programs, well-organized e obeying a certain number of code conventions.*

*2 - Be able to design and to write simple algorithms in a correct manner.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- *Computação, algoritmos e programas. Problemas de programação.*
- *Linguagens de programação. Ambientes de programação. A linguagem de programação C.*
- *Definições. Expressões. Instruções.*
- *Funções. Iteração e recursão.*
- *Constantes. Variáveis e Atribuições. Tipos.*
- *Legibilidade do código. Metodologias de programação. A importância dos testes.*
- *Ciclos. Processamento de vetores.*
- *Registos. Vetores de registos.*
- *Apontadores.*
- *Construções condicionais. Programação de interpretadores de comandos.*
- *Processamento de ficheiros de texto.*
- *Ordenação de vetores e busca dicotómica.*

**3.3.5. Syllabus:**

- *Computing, algorithms and programs. Programming problems.*

- *Programming languages. Programming environments. The C programming language.*
- *Definitions. Expressions. Instructions.*
- *Functions. Iteration and recursion.*
- *Constants. Variables and Assignments. Types.*
- *Code readability. Programming methodologies. The importance of software testing.*
- *Loops. Arrays processing.*
- *Records. Arrays of records.*
- *Pointers.*
- *Conditional constructs. Programming command-line interpreters.*
- *Processing text files. Sorting vectors and dichotomous search.*

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

*O programa inclui os conceitos fundamentais que permitem perceber as características da linguagem C e perceber como se deve usar essa linguagem para desenvolver pequenos programas com sucesso.*

*As questões da qualidade do código e das metodologias de programação são apresentadas isoladamente no 6º ponto do programa. No entanto, são questões que se destinam a ser discutidas ao longo da disciplina, começando logo a ser introduzidas nas primeiras aulas teóricas e ser usadas nas primeiras aulas práticas.*

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

*The syllabus includes the fundamental concepts that support the understanding of the C language and the understanding of how to use this language to develop small programs successfully.*

*The issues of code quality and of programming methodologies are shown separately on the 6th point of the program. However, these are issues that are to be discussed during the course, starting at the first lectures.*

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

*Esta cadeira tem um forte caráter aplicado e a nota final depende completamente da capacidade de resolver problemas de programação práticos usando a linguagem C.*

*Nas aulas teóricas, os conceitos fundamentais da cadeira são transmitidos, exemplificados e discutidos.*

*Nas aulas práticas, os alunos resolvem pequenos problemas onde aplicam os conceitos e técnicas estudados. Parte desses problemas estarão disponíveis num sistema de avaliação automática de programas (chamado Mooshak), com o qual os alunos interagem através da Net.*

*O projeto final da cadeira é realizado parcialmente nas aulas práticas e parcialmente fora dessas aulas. O projeto final é muito importante pois destina-se a ajudar a sedimentar tudo o que se aprendeu ao longo da disciplina e a ganhar alguma desenvoltura na resolução de programas de programação.*

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

*This course has a strong applied character and the final grade depends entirely on the ability to solve practical programming problems using the C language.*

*In the lectures, the fundamental concepts of the course are transmitted, exemplified and discussed.*

*In the lab classes, the students solve small problems, applying the concepts and techniques learned. Some of these problems will be available in a automatic program evaluation system (called Mooshak), that the students interact with through the Net*

*The final project is partially developed in the lab classes and partially outside these classes. The final project is very important because it should help settling all that has been learned during the course and gain some wisdom in solving programming problems.*

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

***Nas aulas teóricas os alunos são iniciados nos conceitos e técnicas da disciplina. Pretende-se promover a construção do conhecimento e também desenvolver alguma capacidade de análise crítica na procura de qualidade.***

***A solidificação dos conhecimentos, aptidões e competências ocorre de forma mais essencial nas aulas práticas e durante a execução dos projeto final da cadeira. Os exercícios e o projeto cobrem quase toda a matéria e incluem desafios que conduzem os alunos a compreender melhor os conceitos e a usá-los de forma apropriada.***

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

***In the lectures, the students are initiated into the concepts and techniques of the course. The first goal is to develop the knowledge construction and the second goal is to develop some critical analysis capability in the search for quality.***

***The consolidation of knowledge, abilities and skills occurs most essentially in the lab classes and during the development of the final programming projects. The exercises and the project cover almost the entire contents of the course; some of these exercises and projects include challenges that lead students to a better understanding of the concepts and to use them appropriately.***

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***Principal***

- Artur Miguel Dias, "Folhas da cadeira, incluindo lista de exercícios", 2013.
- Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie, *The C programming language, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1988, ISBN 0-13-110362-8*
- António Adrego da Rocha, *Introdução à programação usando C, FCA, 2006, ISBN 972-722-524-1*

***Complementar***

- Pedro Guerreiro, *Elementos de programação com C, FCA, 2006, ISBN 972-7-22510-1*
- Peter A. Darnell, Philip E. Margolis, *C: A Software Engineering Approach, 3rd Edition, Springer, 1996, ISBN 0-387-94675-6*

**Mapa IV - Química Geral / General Chemistry**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Química Geral / General Chemistry***

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

***João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor - TP: 112h***

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***Susana Filipe Barreiros - PL: 73,5h***

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

- 1.-Os objetivos principais da aprendizagem na disciplina de Química Geral é conseguir que os alunos compreendam e dominem os fundamentos da Química que servem de base à compreensão do mundo que nos rodeia.***
- 2.-Um objetivo crucial é o desenvolvimento de capacidades em resolução de problemas quer qualitativa quer quantitativamente.***
- 3.- Iguamente importante é a aprendizagem de boas práticas laboratoriais, executar experiências, interpretar resultados experimentais e tirar conclusões.***
- 4.-Os objetivos mais específicos a conseguir neste curso incluem o desenvolvimento de conceitos que permitam interpretar: a distribuição electrónica num átomo; as teorias da formação da ligação química; as***

**propriedades e modelos de**

**gases, líquidos e sólidos; as leis da termodinâmica e relacioná-las com equilíbrio – conceito de entropia e energia de Gibbs; o equilíbrio físico e químico; o equilíbrio aquoso; e a cinética de reações químicas.**

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

**1.-The principal objective of General Chemistry is to provide the fundamental scientific background and practical training in**

**Chemistry that are the basis for the understanding of the world around us.**

**2.-A key general objective is the development of qualitative and quantitative problem-solving skills.**

**3.-Of comparable importance is to learn proper laboratory practices, execute experiments, interpret experimental results**

**and draw reasonable conclusions.**

**4.- Specific learning objectives for this course include the development of conceptual understanding of: electronic**

**distribution on an atom; the principal chemical bond theories; bulk properties and models of gases, liquids and solids;**

**thermodynamic laws and their relation with equilibrium - entropy and free energy concepts; physical and chemical**

**equilibria; aqueous equilibria; electrochemistry and chemical kinetics.**

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**Tema 1. Estrutura electrónica dos átomos; Números quânticos; Orbitais atómicas; Tabela periódica e propriedades**

**Tema 2. Ligação Química; Notação de Lewis; Ligação covalente; TLV; TOM; Electronegatividade; Forças Intermoleculares**

**Tema 3. Termoquímica; Trabalho, energia e calor.; Calorimetria. Calor específico e capacidade calorífica; 1ª Lei da**

**Termodinâmica.; Entalpia. Entalpias de formação e de reacção.**

**Tema 4. Entropia, energia de Gibbs e equilíbrio.; Processos espontâneos.; Entropia e a 2ª lei da Termodinâmica; Variação**

**total de entropia; Energia de Gibbs; Energia de Gibbs e equilíbrio químico.**

**Tema 5. Equilíbrio químico; Equilíbrio químico; Factores que afectam o equilíbrio químico. Princípio de Le Châtelier.**

**Tema 6. Cinética Química.; Velocidades de reacção; Determinação de leis de velocidade; Lei de Arrhenius e EA;**

**Mecanismo reaccional. Reacções elementares. Molecularidade; Introdução à teoria das colisões e à teoria do complexo activado.**

**3.3.5. Syllabus:**

**Chapter 1. Electronic Structure of Atoms; Quantum numbers; Atomic Orbitals; Periodic Table and properties**

**Chapter 2. Chemical Bond; Lewis Dots symbols; Covalent Bond; Valence Bond Theory; Molecular Orbital Theory;**

**Electronegativity; Intermolecular Forces**

**Chapter 3. Thermochemistry. Concepts: systems, work, energy and heat. Calorimetry. Specific heat and heat capacity; 1st**

**Law of Thermodynamics. Energy transfer in chemical reactions.; Enthalpy. Formation Enthalpy and reaction Enthalpy.**

**Chapter 4. Entropy, Gibbs energy and equilibrium; Spontaneous processes.; Entropy and the 2nd law of Thermodynamics. Gibbs energy. Gibbs energy and chemical equilibrium**

**Chapter 5 Chemical Equilibrium. Ways of expressing equilibrium constants. . Le Châtelier Principle.**

**Chapter 6. Chemical kinetics. The rate of reactions. Rate laws. Experimental determination. Arrhenius Law and ae. Reaction**

**mechanisms. Elementary steps. Molecularity**

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

**Os quarto blocos de temas abrangem todo o conhecimento preciso para dominar as bases da química**

**Geral, desde o bloco**

**1 onde se discute e ensinarão conceitos básicos de soluções química, o bloco 2 as relações entre teorais quânticas e**

**estrutura atômica, bloco 3 as bases da teoria da ligação química, No bloco 4 os conceitos de termodinâmica química e**

**calorimetria, no bloco 5 o equilíbrio químico e as constantes de equilíbrio, e no bloco 6 cinética química e molecularidade e**

**ordem de reacção.**

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

**The first block discuss the basics of chemical solutions, block 2 the quantum and atomic structure, block 3 cover theory of**

**chemical bonding, block 4 show concepts of thermodynamics and calorimetry, block 5 chemical equilibrium and constant,**

**and in block 6 chemical kinetics and chemical orders.**

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

**Aulas Teorias com acetatos e problemas.**

**Aulas Teórico Práticas de Problemas.**

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

**Elaboração de um trabalho em grupo sobre um tema referido pelo Docente.**

**1.- Nota de Práticas (20% Nota global)**

**2.- Nota de Trabalho individual o grupo para expor na aula. (20% Nota global)**

**3.- Nota de Teste 1**

**4.- Nota de Teste 2**

**60% da nota global (Teste 1 + Teste 2)**

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

**Lectures with problems**

**Theorico-Practical Lectures with exercices.**

**Laboratorial Practics.**

**Preparation and Discussion of a subjet in team working.**

**1.- Practical Mark (20%)**

**2.- Test 1 Mark**

**3.- Test 2 Mark**

**(60% Mark from media of Test 1 + Test 2)**

**4.- Individual or Working-group Mark (20%)**

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

**A estruturação das aulas em teóricas, e teórico práticas onde os alunos aplicam os conceitos teóricos através da**

**resolução de problemas práticos adequados e ajustados a cada conteúdo programático,permite, de uma forma**

**proporcionada e gradual, que os alunos adquiram as competências necessárias ao longo do semestre para obter a**

**aprovação.**

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

**A metodologia de ensino envolve trabalho do docente em aulas teóricas e teórico práticas, com o trabalho autónomo do aluno na elaboração de trabalhos e discussão com a ajuda dos colegas e da equipa docente.**

**Desta forma, é dada**

**particular importância à avaliação contínua que permite que o aluno possa, ao longo do semestre,**

**demonstrar faseadamente as competências adquiridas com o seu trabalho. O aluno deverá no final do**

**semestre ter demonstrado a**

**aquisição de um mínimo de competências para poder obter aprovação.**

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

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

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

*The teaching methodology involves work of teaching in lessons of theory and laboratory sections, with independent work of the student in the elaboration and discussion of work with the help of colleagues and team teaching. Thus, it is given*

*particular importance to the ongoing evaluation that allows the student may, at the Throughout the semester, demonstrate skills acquired in stages with their work. The student is expected at the end of the semester have shown acquisition of a minimum of skills to be able to get approved.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*- "General Chemistry, Principles and Modern Applications" Ralph H. Petrucci 10th Edition (2010)*

*Outros livros de consulta:*

*- "Chemical Principles. The Quest for Insight", P. Atkins and L. Jones, Freeman 3rd ed.(2004).*

*- "Química" (tradução portuguesa de "Chemistry"), R. Chang, 8ª ed., McGraw-Hill (2005).*

*- "Chemistry", Raymond Chang, 8th ed., McGraw-Hill (2005).*

## Mapa IV - Competências Transversais para Ciências e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Competências Transversais para Ciências e Tecnologia / Soft Skills for Science and Technology*

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

*Ruy Araújo da Costa - TP: 10h; PL: 50h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*n/a*

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

*No final desta u.c. um aluno deve ser capaz de:*

*escrever o seu Curriculum Vitae (CV) e preparar-se para uma entrevista profissional;*

*perceber a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do seu CV ao longo do tempo;*

*perceber a importância dos Testes Psicotécnicos no acesso ao mercado de trabalho;*

*perceber a importância do domínio básico da Língua Inglesa na área de Ciências e Tecnologia (CT);*

*comunicar por escrito de modo adequado na área de CT;*

*preparar uma apresentação oral, apoiada por PowerPoint, na área de CT;*

*utilizar folhas de cálculo Excel produzindo gráficos com facilidade;*

*utilizar no Excel o Solver e ser capaz de programar funções em Visual Basic;*

*pesquisar Bibliografia através de bases de dados referenciais ou motores de pesquisa generalistas e analisar Informação,*

*tendo presente exigências de ordem ética e deontológica;*

*gerir adequadamente o tempo e trabalhar em equipa;*

*compreender a importância da liderança.*

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

*After this curricular unit, any student should be able to:*

*-write his (her) Curriculum Vitae and prepare for a job interview;*

*-understand the importance of taking steps to make his (her) Curriculum Vitae more appealing;*



- understand how important Psychometric Testing is when accessing the job market;
- understand how important English is in the Science and Technology area;
- write an essay in the Science and Technology area;
- prepare an oral presentation in a Science and Technology topic, using PowerPoint;
- use Excel spreadsheets and be able to represent data in graphs;
- use Excel's Solver and be able to program functions in Visual Basic;
- carry out bibliographic research using referential databases or generic search engines, and critical analysis of scientific information considering both ethical and deontological issues;
- manage time adequately and be able to carry out team work effectively;
- understand the importance of leadership.

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

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

### 3.3.5. Syllabus:

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

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

*A unidade curricular (UC) visa dotar os alunos das competências consideradas essenciais para a sua progressão ao longo*

*de um curso na área de Ciências e Tecnologia e sua posterior integração no mercado de trabalho.*

*Para motivar os alunos, cada um dos 5 temas da é apresentado de modo “invulgar”, permitindo-lhes constatar as suas*

*naturais fraquezas e motivando-os para os conteúdos da UC.*

*Cada tema é abordado numa semana de aulas, visando preparar o aluno para:*

*a entrada no mercado de trabalho através da elaboração do seu CV e para as entrevistas e testes psicotécnicos;*

*preparar e efetuar uma apresentação científica, o que lhe será útil quer no seu percurso académico quer na sua vida*

*profissional;*

*utilizar o Excel como ferramenta de cálculo de uso geral em diferentes contextos;*

*pesquisar e selecionar informação científica e técnica de forma a fundamentar corretamente os trabalhos que efetua;*

*gerir adequadamente o seu tempo e trabalhar em grupo, reconhecendo a importância da liderança.*

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

*In this curricular unit students are exposed to soft skills deemed important to their progress in a Science and Technology*

*course and in their future jobs.*

*To get the students attentions, each of the five topics in this unit is introduced in an “unusual” way, allowing them to grasp*

*their natural weaknesses and motivating them for the topics potential.*

*Each theme is worked throughout one week, preparing the students to:*

*-deal with CV writing, job interviews and psychometric testing;*

*-write an essay or make an oral presentation in a Science and Technology topic, which will be useful throughout their*

*University curricula as well as in a job;*

*-use Excel as a general calculus tool in different contexts;*

*-know how to search and select scientific and technical information, thus being able to carry out sound*

*work;*

*-adequately manage time, carry out group work and understand the importance of leadership.*

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

*Em cada semana será abordado um novo tema, que será explorado com uma abordagem idêntica:*

*- À 2ª feira decorre uma sessão prática de 2h com uma tarefa inicial curta, que expõe os alunos à relevância do tema;*

*- À 3ª e 4ª feiras decorrem duas sessões práticas de 4h cada, com tarefas mais complexas que deverão ser desenvolvidas*

*na aula e fora da aula e que envolverão apresentações orais, com ou sem suporte informático. Os docentes farão críticas*

*construtivas aos trabalhos desenvolvidos pelos alunos, enquadrando-os no tema;*

*- À 5ª feira decorre uma sessão teórico-prática de 2h onde são apresentados os aspetos fundamentais do tema, destacados*

*os erros a evitar durante a exploração dos conteúdos do tema e realçadas as principais ferramentas que podem ser*

*utilizadas.*

*A avaliação final da u.c. será baseada no trabalho desenvolvido individualmente e em grupo durante cada semana e em*

*testes individuais executados na plataforma de e-learning moodle em ambiente controlado*

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

*In each week a new theme will be developed. The general approach for every theme is similar:*

*- on Mondays a 2h practical session takes place: students are requested to perform a short task that will reveal the*

*importance of the theme;*

*- on Tuesdays and Wednesdays two 4h practical sessions take place: students have to develop a more complex task and*

*have to make an oral presentation, in which they may use PowerPoint. Teachers will make comments and critiques to the*

*students' work;*

*- on Thursdays a 2h theoretical-practical session is used to present the theme's fundamentals, the most common mistakes*

*to be avoided and the main tools that can be used during the theme's exploration.*

*Assessment of this course takes into account both the weekly individual and group work, as well as tests carried out in*

*moodle e-learning platform, in a controlled environment.*

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

*1 - Na 2ªfeira solicita-se ao aluno que escreva o seu Curriculum Vitae (CV) atual, com vista a uma candidatura virtual a uma*

*bolsa, ou um pequeno emprego na Biblioteca da Faculdade. Em seguida, discute-se os conteúdos alternativos de um CV e*

*formas de apresentação. Solicita-se que os alunos compareçam na 3ªfeira em "modo de entrevista" para um emprego, com*

*o seu CV. Selecciona-se alguns alunos e procede-se a entrevistas simuladas. Comenta-se os vários aspetos relevantes*

*(p.ex., CV, vestuário, apresentação, dicção). Na 4ªfeira, solicita-se ao aluno que imagine o seu CV daí a 5 ou 6 anos e o*

*escreva, com vista a uma candidatura a um emprego, pós-Mestrado. Solicita-se a reflexão sobre a evolução dos dois CV's e*

*sobre a importância do desenvolvimento programado de atividades que contribuam para o enriquecimento do CV ao longo*

*do tempo. Os alunos são ainda testados, via moodle, com Testes Psicotécnicos e na sessão de 5ªfeira chama-se a sua*

*atenção para a importância dos referidos Testes.*

*2 - Solicita-se que grupos de 4 alunos analisem um pequeno texto de divulgação na área de Ciências e Tecnologia (C&T),*

*escrito em Inglês, retirado de uma revista internacional e que produzam um resumo escrito adequado em*

**Português e**

**preparem uma apresentação oral sobre o tema e eventuais extensões, apoiada por PowerPoint. São feitos comentários aos materiais produzidos e à apresentação oral. Assim, os alunos são sensibilizados para a importância do domínio básico da**

**Língua Inglesa, obtendo ainda formação sobre a comunicação escrita e oral na área de C&T.**

**3 - Na 2ªfeira, solicita-se aos alunos que representem graficamente algumas funções associadas a diversas áreas de**

**aplicação. Introduce-se a utilização do Excel no contexto da representação gráfica dessas funções. Na**

**3ªfeira apresenta-se a**

**cada grupo um conjunto de folhas de cálculo com informações relativas a um mesmo grupo de indivíduos (uma folha para**

**cada indicador). Solicita-se que criem uma folha de cálculo única com todas as informações disponíveis sobre cada**

**indivíduo de um subgrupo do grupo inicial. Posteriormente, apresenta-se as funções de referência do Excel que**

**permitem levar a cabo essa atividade de modo expedito. Na 4ªfeira solicita-se a determinação da solução de uma equação,**

**ou a resolução de um problema, para introduzir o “Solver” do Excel. Introduce-se, ainda, o módulo de Visual Basic do Excel,**

**com a escrita de funções específicas.**

**4 - Dado um tema, solicita-se a realização de pesquisa de Bibliografia. Discute-se os cuidados a ter na pesquisa**

**bibliográfica e na análise da Informação. Destacam-se as exigências de ordem ética e deontológica, apresentando-se**

**exemplos atuais e internacionais de figuras políticas de relevo envolvidas em situações de plágio e suas consequências.**

**5 – Aborda-se a Gestão do Tempo no contexto universitário e no contexto da Gestão de Projetos.**

**Analisa-se as vantagens e**

**desvantagens do trabalho em equipa. Analisa-se as características relevantes de um líder e a sua importância**

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

**1 - On Monday each student is asked to write his (her) present Curriculum Vitae (CV), to apply for a virtual scholarship, or a**

**job at the campus Library. Afterwards, alternative contents of a CV are discussed, as well as different ways to present a**

**CV. Students are requested to come on Tuesday on a “job interview mode” with theirs CVs. A few students are selected**

**and job interviews are simulated. Different aspects are evaluated (e.g., CV; clothing, presentation, diction). On Wednesday**

**each student is asked to imagine his(her) CV in 5 or 6 years and write it, applying for a job after completing the MSc course.**

**Students have to reflect about the CV's evolution and realize that they should take steps to make theirs CVs more appealing.**

**Using moodle e-learning platform, students carry out Psychometric Tests and on Thursday these testing is highlighted as an**

**important step in a future job interview process.**

**2 - Small texts are selected in English language magazines, covering Science and Technology (S&T) topics. Each group of 4**

**students has to analyze one of those texts, make a written summary in Portuguese and prepare an oral presentation of the**

**theme and eventual extensions, using PowerPoint. Comments will be made both to the written summary and to the**

**presentation. Thus, students realize the importance of using English and acquire skills in written and oral presentations in**

**the ST area.**

**3 - On Monday, students are requested to draw graphs of functions associated with different areas of application. Excel is**

**introduced as an easy means of drawing those graphs. On Tuesdays each group of students receives a set**

**of spreadsheets**

**regarding a set of individuals (each sheet for a different indicator). Students are requested to produce one spreadsheet for a given subset of individuals, with all information regarding all indicators. Afterwards, lookup and reference Excel functions are presented as a way to carry out that task quickly. On Wednesday students are**

**requested to derive the solution of an equation, or to solve a problem, and Excel's "Solver" is introduced. Excel's Visual**

**Basic module is presented and students are taught to write custom-made functions.**

**4 - Given a theme, students are requested to carry out a bibliographic research. Students are instructed to be careful when**

**retrieving and analyzing information. Ethical and deontological demands are presented. Recent international and prominent**

**examples of fraud and their consequences re presented.**

**5 – Time Management is addressed in a university context as well as in a Project Management context.**

**Advantages and**

**disadvantages of group work are analyzed. Leader's characteristics are addressed, as well as the importance of leadership.**

**3.3.9. Bibliografia principal:**

**- Costa, R., Kullberg, J., Fonseca, J., Martins; N., "Manual de Competências Transversais para Ciências e Tecnologia –**

**FCT/UNL" (2012) – em elaboração / in preparation**

**Mapa IV - Análise Matemática II B / Mathematical Analysis II B****3.3.1. Unidade curricular:**

**Análise Matemática II B / Mathematical Analysis II B**

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

**Oleksiy Karlovych - T: 42h; PL:84h**

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

**Marta Cristina Vieira Faias Mateus - T: 42h**

**Ana Cristina Malheiro Casimiro - PL:84h**

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

**1) Trabalhar com noções elementares de topologia em  $R^n$  (vizinhança, aberto, fechado, etc.).**

**2) Compreender as noções de limite, continuidade e diferenciabilidade de funções vectoriais de variável real e sua**

**aplicação ao estudo de curvas.**

**3) Compreender a noção rigorosa de limite e continuidade de funções reais e vectoriais de várias variáveis e calcular**

**limites.**

**4) Conhecer a noção de derivada parcial, diferenciabilidade e suas aplicações: teoremas da função implícita e da função**

**inversa, desenvolvimento de Taylor e cálculo de extremos.**

**5) Conhecer a noção de integral duplo e triplo e saber calcular estes integrais usando as coordenadas mais adequadas.**

**6) Conhecer a noção de integral de linha e de superfície, suas aplicações e resultados fundamentais, teoremas de Green,**

**Stokes e divergência.**

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

**1) Work with elementary notions of topology in  $R^n$  (neighborhood, open, closed, etc.).**

**2) Understand the concept and definition of limit, continuity and differentiability of vectorial functions of**

*real variable and their applications to the study of curves.*

*3) Understand the definition of limit and continuity of real and vectorial functions of several variables and calculate limits.*

*4) Understand the notion of partial derivative, differentiability and their applications: the implicit and inverse function theorems, Taylor development and calculus of extreme values.*

*5) Understand the notion of double and triple integral and perform calculations with the adequate coordinates and some applications.*

*6) Understand the notion of line integral and surface integral, some applications and fundamentals results*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*1. Noções Topológicas em  $R^n$  . Normas e métricas.*

*2. Funções vectoriais de variável real: Limites, continuidade e diferenciabilidade. Curvas.*

*3. Funções reais e vectoriais de várias variáveis de várias variáveis: Limites e continuidade.*

*4. Cálculo Diferencial em  $R^n$ : Derivadas parciais. Diferenciabilidade. Diferencial. Derivada segundo um vector. Derivada da*

*função composta. Fórmula de Taylor. Teorema da função implícita. Teorema da função inversa. Extremos.*

*5. Cálculo Integral em  $R^n$ : Integrais duplos. Definição de integral segundo Riemann. Integrais triplos. Definição segundo*

*Riemann. Mudança de variável em integrais múltiplos. Integrais duplos em coordenadas polares. Integrais triplos em*

*coordenadas cilíndricas e em coordenadas esféricas. Campos vectoriais. Integrais de linha. Teorema fundamental para*

*integrais de linha. Teorema de Green. Divergência e rotacional. Áreas de superfícies paramétricas. Integrais de superfície.*

*Teoremas de Stokes e da divergência.*

### 3.3.5. Syllabus:

*1. Topology in  $R^n$  . Norms and metrics.*

*2. Vectorial functions with real variable: Limits, continuity and differentiability. Space curves.*

*3. Real and vectorial functions of several variables: Limits and continuity.*

*4. Differential calculus in  $R^n$ : Partial derivatives. Differential. Directional derivatives. The chain rule. Taylor's theorem.*

*Implicit function theorem. Inverse function theorem. Maximum and minimum values.*

*5. Multiple integrals: Double integrals. Triple integrals. Change of variables in multiple integrals. Double integrals in polar*

*coordinates. Triple integrals in cylindrical coordinates. Triple integrals in spherical coordinates. Vector fields. Line integrals.*

*The fundamental theorem for line integrals. Green's theorem. Curl and divergence. Parametric surfaces and their areas.*

*Surface integrals. Stokes and divergence theorems.*

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

*O capítulo 1 é dedicado às noções topológicas, norma e métrica em  $R^n$  e introduzem-se as coordenadas polares, cilíndricas*

*e esféricas. Cobrem-se, o primeiro objetivo e parte dos objetivos cinco e seis.*

*O capítulo 2 é dedicado aos limites, continuidade e diferenciabilidade de funções vectoriais de variável real e ao estudo das*

*curvas no espaço, cobrindo o segundo objetivo.*

*O capítulo 3 é dedicado aos limites e continuidade de funções reais e vectoriais de várias variáveis cobrindo o terceiro*

*objectivo.*

*O capítulo 4 é dedicado ao cálculo diferencial de funções reais e vectoriais de várias variáveis cobrindo o quarto objectivo.*

*O capítulo 5 é dedicado ao cálculo integral cobrindo os quinto e sexto capítulos.*

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

**Chapter 1 is devoted to topology in  $R^n$ , norms and metrics and it is yet introduced polar, cylindrical and spherical coordinates, this way we cover first and part of the five and six objectives.**

**Chapter 2 is devoted to limits, continuity and differentiability of vectorial functions of real variable and to the study of space**

**curves which covers the second objective.**

**Chapter 3 is devoted to limits and continuity of real and vectorial functions of several variables which covers the third objective.**

**Chapter 4 is devoted to differential calculus which covers the fourth objective.**

**Chapter 5 is devoted to integral calculus and covers the fifth and sixth objectives.**

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

**As aulas teóricas consistem na exposição da matéria, que é ilustrada com exemplos de aplicação.**

**As aulas práticas consistem na resolução de exercícios de aplicação dos métodos e resultados apresentados nas aulas teóricas.**

**Quaisquer dúvidas são esclarecidas no decorrer das aulas, nas sessões semanais destinadas ao atendimento dos alunos**

**ou ainda em sessões combinadas diretamente entre aluno e professor.**

**O estudante deve assistir a pelo menos dois terços das aulas práticas lecionadas. Será dispensado no caso de tido**

**frequência no ano letivo anterior .**

**Realizam-se três testes durante o semestre com duração de 1h15m, que dispensam de exame em caso de média positiva.**

**Um aluno não dispensado por testes será admitido a exame de recurso e pode escolher repetir um dos testes.**

**Para um aluno obter uma classificação superior igual a 17 terá de comparecer a uma prova oral**

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

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

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

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

**Students must attend at least 2/3 of all practical classes.**

**There are three mid-term tests that can substitute the final exam in case of approval. If the student did not approve then they**

**should write the final exam. Students can choose to repeat one of the mid-term tests in the date of the final exam.**

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

**Nas aulas teóricas procede-se à exposição da matéria, ilustrada com exemplos. Alguns resultados são explicados e exemplificados, sem demonstração formal. No entanto, são feitas algumas demonstrações, especialmente quando estas**

**são úteis para a melhor compreensão da matéria.**

**Os alunos têm acesso a uma lista de problemas que podem tentar resolver antes das aulas práticas. A teoria exposta e os**

**exemplos resolvidos nas aulas teóricas preparam o aluno para a resolução desses problemas. Nas aulas práticas os**

**alunos podem ver a resolução de muitos exercícios dessa lista e esclarecer dúvidas sobre os restantes.**

**Também terão**

**apoio para a resolução de exercícios durante os horários de atendimento.**

**As aulas práticas ajudam a consolidar as matérias, pelo que o aluno deve assistir a, pelo menos, dois terços das aulas**

**práticas para obter frequência. Esta prática tem-se revelado útil, especialmente para os alunos de primeira**

**inscrição na  
Universidade.**

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

*In theoretical classes matters are explained and illustrated with examples. Some results are explained and exemplified, without a formal proof. Nevertheless, some proofs are given, especially when they are useful to understand the matter. Students can obtain a list of problems which they can try to solve before the practical classes. The theory and examples exposed in the theoretical classes prepare the student for the resolution of these problems. In the practical classes the students can see the resolution of many of these problems and solve the difficulties of the remaining. They can also ask questions in weekly scheduled sessions. Since practical classes allow students to consolidate the subjects the student must attend to at least two thirds of all practical classes. Such practice has revealed to be useful, mainly to the first year students.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Textos de base*

*Anton, H.; Bivens, I.; Davis, S. - Cálculo, volume II, 8ª Edição, Bookman, 2007.*

*Cálculo Diferencial em  $R^n$ , Uma Introdução. Ana Alves de Sá e Bento Louro. Departamento de Matemática, FCT-UNL.*

*Outras referências*

*Marsden, J.; Weinstein, A. - Calculus III, Springer Verlag, 1988.*

*Sarrico, C. - Cálculo Diferencial e Integral para funções de várias variáveis (Leituras + Exercícios), Esfera do Caos Editores, 2009*

*Stewart, J. (Sixth Edition) - Calculus; Early Transcendentals*

*Livros de exercícios*

*Cálculo Diferencial em  $R^n$  - Exercícios, M. A. M. Ferreira, Edições Sílabo.*

*Cálculo diferencial em  $R^n$  (Exercícios resolvidos). Ana Alves de Sá. Departamento de Matemática, FCT-UNL.*

*Integrais Múltiplos e Equações Diferenciais - Exercícios, M. A. M. Ferreira, Edições Sílabo.*

**Mapa IV - Mecânica / Mechanics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Mecânica / Mechanics*

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

*José Paulo Moreira dos Santos - T: 42h; TP: 21h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Carla Maria Quintão Pereira - PL: 21h*

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

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

*processos físicos que ocorrem em sistemas mecânicos estáticos;*

*processos físicos que ocorrem em sistemas mecânicos variáveis no tempo;*

*processos físicos que envolvem variação das diversas formas de energia;*

*relatividade restrita.*

**3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
*At the end of this course the student should have acquired knowledge, skills and competencies in:*

*physical processes that occur in static mechanic systems;*  
*physical processes that occur in time varying mechanic systems;*  
*physical processes that promote variation of the various ofrms of energy;*  
*resctrict relativity.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Introdução*
2. *Medidas e Unidades*
3. *Vectores*
4. *Cinemática*
5. *Movimento Relativo*
6. *Dinâmica de Uma Partícula*
7. *Trabalho e Energia*
8. *Dinâmica de um Sistema de Partículas*
9. *Dinâmica de Um Corpo Rígido*
10. *Relatividade Restrita*

**3.3.5. Syllabus:**

1. *Introduction*
2. *Measurements and units*
3. *Vectors*
4. *Kinematics*
5. *Relative Motion*
6. *Dynamics of a Particle I*
7. *Work and Energy*
8. *Dynamics of a System of Particles*
9. *Dynamics of a Rigid Body*
10. *Relativity*

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

*Na primeira parte do semestre são apresentados os conceitos fundamentais necessários para descrever sistemas físicos em que existem cargas eléctricas, dando ênfase aos conceitos de força, campo e potencial.*

*Na segunda parte do semestre é discutida a evolução temporal dos sistemas físicos, nomeadamente aqueles constituídos por corpos rígidos.*

*No final da unidade curricular é abordado o tema relatividade restrita.*

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

*In the first part of the semester is presented the necessary fundamental concepts to describe physical systems, emphasizing the concepts of force, field and potential.*

*In the second part of the semester is discussed the temporal evoluition of the physical systemns, namely the ones with rigid bodies.*

*At the end of the course is discussed the subject relativity.*

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

*A disciplina está dividida numa componente teórica e numa componente de laboratório. Os estudantes têm de ter sucesso escolar nas duas componentes.*

*As aulas teóricas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h e incluem discussão e resolução no âmbito de uma avaliação contínua. A componente teórica é apoiada por sessões teórico-práticas semanais de 1,5h.*



***Nas aulas práticas de laboratório são realizados trabalhos experimentais com o objectivo de acompanhar e verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas e de desenvolver competências na montagem de laboratório e na experimentação.***

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

***The course is divided into a theoretical component and a laboratory component. Students must have academic success in both components.***

***The theoretical lectures take place in two weekly sessions of 1.5 hours each, which include discussion and resolution of problems. The theoretical component is supported by weekly problem-solving sessions of 1.5 hours each.***

***In the laboratory classes is conducted experimental work with the aim to monitor and verify physical phenomena described in the lectures and to develop skills in laboratory experimentation.***

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

***As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que incluem a resolução de problemas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é testado por meio de questionários sobre a matéria dada na própria aula e nas horas de atendimento. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são leccionadas nas aulas de laboratório, através da montagem experimental, realização, observação e análise dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é efectuada através de dois momentos de avaliação que consistem na montagem e interpretação de trabalhos laboratoriais. A frequência obrigatória das aulas laboratoriais pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.***

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

***The theoretical components needed to achieve the learning objectives are taught in lectures, which include the resolution of problems. The acquisition of knowledge is assessed in written tests (tests / exams). The monitoring of students in lectures is tested through questionnaires given on the matter in the classes. The practical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lab classes, through experimental setup, execution, observation and analysis of problems and fundamental phenomena. The assessment of these skills is made through two evaluations consisting in assembling and interpreting laboratory works. The mandatory frequency of these lab classes aims to ensure that students follow the subjects.***

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

***Livro de texto recomendado:***

***“Física” de M. Alonso e E. Finn, Tradução Portuguesa***

***Outros livros aconselhados:***

***“Fundamentals of Physics” de Halliday, Resnick and Walker***

***“Physics for Scientists and Engineers” Paul A. Tipler, W.H. Freeman and Company***

## **Mapa IV - Sistemas Lógicos / Logical Systems**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

***Sistemas Lógicos / Logical Systems***

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

***Luís Filipe Santos Gomes - T: 28h; PL: 42h***

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***Pedro Miguel Negrão Maló - PL: 84h**Aniko Katalin Horvath da Costa - PL: 42h***3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):***Descrever sistemas digitais combinatórios através de expressões algébricas booleanas, tabelas de verdade e esquemáticos.**Aplicar metodologia de síntese de circuitos combinatórios.**Converter números entre diferentes bases de numeração, tais como decimal, binário, hexadecimal e octal.**Analisar métodos de decomposição modular de circuitos combinatórios, incluindo circuitos de aritmética binária.**Aplicar técnicas expeditas de desenho de contadores.**Aplicar metodologia de síntese de máquinas de estados síncronas, partindo de diagramas de estado.**Realizar sistemas digitais de reduzida/média complexidade através da sua decomposição em parte de dados e de controlo.***3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):***Describe digital systems through combinatorial Boolean algebraic expressions, truth tables, and schematics.**Apply methodology for synthesis of combinational circuits.**Convert numbers between different base numbering, such as decimal, binary, hexadecimal and octal.**Analyze methods of modular decomposition of combinational circuits, including circuits for binary arithmetic.**Apply techniques for expeditious design of counters.**Apply methodology for synthesis of synchronous state machines, starting from state diagrams.**Implement digital systems with low/medium complexity using its decomposition into control and data parts.***3.3.5. Conteúdos programáticos:***• Álgebra de Boole; Tabelas de verdade.**• Funções lógicas: Formas canónicas; Simplificação de funções; Mapas de Karnaugh; Método de Quine-McCluskey.**• Sistemas de numeração.**• Aritmética binária: Soma e subtração; Compl. para 2 e para 1; Multiplicação e divisão.**• Circuitos combinatórios elementares.**• Elementos de memória biestáveis: flip-flop JK, D T.**• Circuitos sequenciais: Noção de sistema síncrono e assíncrono; Registos; Desenho expedito de contadores.**• Máquinas de estado síncronas: Diagramas de estado, Síntese.**• Memórias; Dispositivos de lógica programável.**• Introdução a arquiteturas de transferência entre registos: decomposição em partes de controlo e de dados; introdução aos microprocessadores.***3.3.5. Syllabus:***• Boolean algebra; Truth tables.**• Logical functions: Canonical representations; Function minimization; Karnaugh maps; Quine-McCluskey method.**• Numerical systems: conversions.**• Binary arithmetic: Addition and Subtraction; Two's-Complement; One's-Complement; Multiplication and division.**• Basic combinatorial circuits.**• Memory elements: Flip-flop JK, D and T.**• Sequential circuits: Synchronous and asynchronous circuits' concepts; Registers. Counter design.**• Synchronous state machines: State diagrams; Synthesis.**• Memories; Programmable logic devices.**• Introduction to register transfer architectures: decomposition in control and data parts; introduction to microprocessors*

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

*Os objetivos de aprendizagem indicados e a sequência dos conteúdos programáticos previstos estão diretamente associados, permitindo ir adquirindo gradualmente competências intermédias que suportarão o atingir do último objetivo referido, de elevada relevância para um engenheiro informático, uma vez que permite deixar clara a visão hardware das arquiteturas computacionais que serão posteriormente utilizadas pelos alunos. Os conteúdos programáticos previstos encontram-se estruturados em quatro grupos, nomeadamente conceitos introdutórios, análise de módulos combinatórios, análise de circuitos sequenciais e análise de circuitos digitais de reduzida/média complexidade obtidos através da sua decomposição em parte de controlo e parte de dados. Os objetivos de aprendizagem identificados permitem ir verificando a obtenção de competências ao longo dos conteúdos apresentados.*

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

*The foreseen learning outcomes and the provided topics sequence of the syllabus are directly associated, allowing gradually acquiring intermediate skills that will support the last referred goal. This is of high relevance for a computer engineer, since it allows to clarify the hardware vision of the computing architectures that will later be regularly used by students. The provided syllabus are structured into four groups, including introductory concepts, combinatorial analysis modules, circuit analysis sequential, and small / medium complexity digital circuit analysis obtained by its decomposition into control and data parts. The identified learning outcomes allow checking achievement of specific skills, as it is possible a direct association between learning outcomes and those groups within the proposed syllabus.*

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

*Consideram-se 1 aula teórica de 2 horas/sem. e uma aula prática (3 horas/sem.). As aulas teóricas são aulas de exposição onde se fomenta a discussão de temas, permitindo dar ênfase diferenciada em aspetos conceptuais, bem como tecnológicos. As aulas práticas são aulas de laboratório, permitindo dar ênfase diferenciada em vários aspetos, nomeadamente a resolução de exercícios, a utilização de ferramentas computacionais de simulação e síntese de sistemas digitais, e a experimentação física através da implementação de circuitos digitais utilizando circuitos elementares discretos, bem como dispositivos de lógica programável (FPGAs). Cada grupo de trabalho recebe uma placa de experimentação (com uma FPGA) permitindo a experimentação fora do laboratório. A avaliação é garantida através de 2 testes individuais na componente teórica e a componente prática através de um trabalho individual e de um trabalho de grupo.*

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

*Contact with students is accomplished in one lecture of 2 hours / wk. and one lab class (3 hours / week). The lectures are classes where exposure promotes discussion of topics, allowing emphasizing different aspects at conceptual and technological levels.*

*The laboratory classes allow integration of different emphasis on several aspects, such as problem solving, the use of computational tools for simulation and synthesis of digital systems, and physical experimentation by implementing digital circuits using discrete elementary circuitry as well as programmable logic devices (FPGAs). Each group receives one experimentation board (with one FPGA) allowing testing outside the laboratory. The evaluation is ensured by two individual tests in theoretical component, and as practical component through an individual work and a small-project to be presented by each group of students.*

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

*Complementando a aquisição de conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes ao nível conceptual, é dada uma ênfase especial ao nível da experimentação e da utilização de tecnologias de implementação de circuitos digitais, permitindo reduzir a distância normalmente observada nos estudantes quando se trata de “mexer” diretamente com dispositivos físicos. Para isso todos os grupos de trabalho (constituídos tipicamente por três estudantes) recebem um kit de experimentação constituído por um dispositivo lógico programável de complexidade média (uma FPGA), sendo possível a sua utilização fora do laboratório de aulas e sua integração nos processos de estudo autónomo dos estudantes. Desta forma, a resolução analítica de problemas propostos é complementada com a experimentação associada, permitindo aumentar os níveis de sucesso na aprendizagem. Assim, os objetivos de aprendizagem indicados são plenamente suportados pela metodologia de ensino proposta.*

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

*Complementing the acquisition of knowledge, skills and competencies developed by students at the conceptual level, a special emphasis is given to the experimentation level, as well as to the use of digital circuitry implementation technologies, reducing the distance usually observed in students when it comes to “play” directly with physical devices. For that, all groups of students (typically composed of three students) receive an experimentation kit equipped with a programmable logic device of medium complexity (an FPGA), which can be used outside of the lab classes, and be completely integrated in the processes of students' autonomous study. In this way, the analytical resolution of problems is complemented with associated experimentation, enabling improving levels of success in the learning process. Thus, the learning objectives listed are fully supported by the teaching methodology proposed.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Digital Logic Circuit Analysis & Design - Victor P. Nelson, H. Troy Nagle, J. David Irwin, Bill D. Carroll - Prentice Hall - ISBN 0-13-463894-8*  
*Logic and Computer Design Fundamentals - M. Morris Mand, Charles Kime - Prentice-Hall - ISBN 0-13-182098-2*  
*Digital Design - Principles and Practice - John F. Wakerly - Prentice-Hall - ISBN 0-13-082599-9*  
 Em português:  
*Circuitos Digitais e Microprocessadores - Herbert Taub - McGraw-Hill - ISBN 0-07-066595-8*

**Mapa IV - Bases de Dados / Databases****3.3.1. Unidade curricular:**

*Bases de Dados / Databases*

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

*João Alexandre Carvalho Pinheiro Leite - T: 42h; PL: 24h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*n/a*

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

*Saber:*

*Arquitetura de um Sistema de Gestão de Bases de Dados*

*Modelo de Entidades e Relações, o Modelo Relacional, e Modelo Objeto/Relacional*

*Álgebra Relacional*

*SQL*

*Normalização de BDs com base em dependências funcionais e multivalor*

*Modelação e manipulação de dados em XML*

*Outras linguagens de consultas (Datalog e QBE)*

*Saber Fazer:*

*Modelar, em ER e numa base de dados relacional, um problema de dimensão média*

*Implementar, em SQL, uma BD relacional de tamanho médio, incluindo os mecanismos de integridade dos dados*

*Implementar uma interface simples para manipulação de uma BD*

*Formular consultas complexas em Álgebra Relacional e SQL*

*Usar os mecanismos base SQL do Modelo Objeto/Relacional*

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

*Knowledge:*

*Architecture of a Database Management System*

*Entity-Relationship Model, Relational Model, and Object-Relational Model*

*Relational algebra*

*SQL*

*BD normalization using functional and multivalued dependencies*

*Data modelling in XML and manipulation mechanisms for semistructured data*

*Other query languages (Datalog and QBE)*

**Application:**

*Model a medium sized real problem, first using Entity-Relationship Diagrams and then a relational database*

*Create a database in SQL for a medium-sized problem, including implementation of all mechanisms for guaranteeing data integrity*

*Implement a simple interface for manipulation of the database*

*Write complex queries in SQL and Relational Algebra*

*Use the basic object-relational mechanisms of SQL*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução aos sistemas de bases de dados*

*Modelos de dados*

*Modelo ER*

*Modelo Relacional*

*Álgebra relacional*

*Linguagens de manipulação de bases de dados*

*Linguagem SQL*

*Outras linguagens*

*QBE e Datalog*

*Integridade e Segurança de Bases de Dados*

*Integridade de referência*

*Asserções e triggers*

*Segurança e autorizações*

*Normalização de Bases de Dados*

*Dependências funcionais e multi-valor*

*Formas normais: 3ª, 4ª e de Boyce-Cood*

*Discussão de outros modelos de bases de dados*

*Bases de dados objectos/relacional*

*Bases de dados dedutivas*

*XML*

**3.3.5. Syllabus:**

*Introduction to Database Management Systems*

*Data models*

*Entity-Relationship model*

*Relational model*

*Relational algebra*

*Database manipulation languages*

*SQL query and manipulation language*

*Other languages*

*QBE and Datalog*

*Database integrity and security*

*Referential integrity*

*Assertions and triggers*

*Security and autorizations*

*Relational databases normalization*

*Functional and multi-valued dependencies*

*Normal forms: 3rd, 4th and Boyce-Cood*

*Discussion about other databse models*

*Object/relational databases (and the SQL case).*

*Deductive databses*

*XML*

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

*Os conteúdos programáticos seguem de perto os objetivos de conhecimento estabelecidos, sendo assim*

*clara a coerência entre ambos.*

*As aptidões objetivo decorrem da execução do programa em atividades práticas laboratoriais. Assim, os conteúdos programáticos relativos: aos modelos de dados são coerentes com o objetivo de modelação de um problema; à linguagem SQL são coerentes com o objetivo de implementação de uma BD relacional; à AR e SQL são coerentes com o objetivo de formulação de consultas complexas; e a outros modelos de BD são coerentes com o objetivo da utilização de SQL do modelo Objeto/Relacional. A parte relativa a outras linguagens, incluindo de interface, é coerente com correspondente objetivo.*

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

*The syllabus follows closely the knowledge learning outcomes established for the course, so it is clear the coherence between the two.*

*The know-how learning outcomes stem from the exercise of the program in lab sessions. The syllabus items corresponding to the Data Models are coherent with the modelling of a problem objective; the items corresponding to the SQL coherent with the know-how of implementing a DB; the items relative to SQL and Rel. Algebra coherent with the outcome of writing complex queries; the items relative to other DB models coherent with the know-how outcome of using object-relational mechanisms of SQL. The items relative to other languages, including interface languages, are coherent with the corresponding outcome.*

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

*O programa é lecionado em aulas teóricas e práticas. Nas primeiras são lecionados os conceitos e técnicas relevantes.*

*Nas aulas práticas são resolvidos problemas, feitas experiências em laboratório, e (parcialmente) desenvolvido o trabalho prático.*

*A avaliação inclui:*

*2 testes individuais teóricos (ou um exame), onde é avaliado o conhecimento que os alunos adquiriram dos conceitos e técnicas lecionadas.*

*1 trabalho prático, elaborado em grupo de 3 estudantes, que consiste no desenho, análise, e implementação de uma BD de pequena/média dimensão, incluindo a sua interface.*

*A avaliação do projeto final inclui uma apresentação/discussão.*

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

*The syllabus is taught in theoretical and laboratory classes. In the former, the main concepts and techniques are addressed.*

*The laboratory classes are dedicated to solving problems, and experimenting the various concepts of the syllabus, and (partially) developing the project.*

*The evaluation includes:*

*2 midterm individual tests (or an exam) where the knowledge acquired by the students on the concepts and techniques is assessed.*

*1 practical project, developed in groups of 3 students, consisting of the design, analysis and implementation of a small/medium size DB, including its interface.*

*The evaluation of the final project includes a presentation/discussion.*

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

*Os objetivos da unidade curricular identificam a) a aquisição de conhecimento sobre desenho, análise, implementação e manipulação de bases de dados relacionais; b) a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos sobre bases de dados relacionais; e c) aquisição de conhecimentos sobre outros modelos de*

**dados.**

**O objetivo a) é fundamentalmente atingido nas aulas teóricas com a exposição do Modelo de Entidades e Relações, Modelo Relacional, Teoria da Normalização e SQL.**

**O objetivo b) é fundamentalmente atingido nas aulas práticas com a resolução de exercícios sobre modelação com o Modelo de Entidades e Relações, sua conversão para o Modelo Relacional, SQL, quer como linguagem de implementação de bases de dados, quer como linguagem de consultas, e normalização de Bases de Dados. O trabalho prático tem um papel fundamental na aplicação integrada de todas estas competências, no desenho, análise e implementação de uma base de dados de pequena/média dimensão.**

**O objetivo c) é adquirido nas aulas teóricas com a exposição do modelo Objeto-Relacional e do XML.**

**As matérias relativas aos objetivos a) e c) são avaliadas em testes individuais. As matérias relativas ao objetivo c) são avaliadas no trabalho prático.**

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

**The objectives of the course identify a) the acquisition of knowledge about design, analysis, implementation and manipulation of relational databases, b) the practical application of acquired knowledge on relational databases, and c) acquisition of knowledge about other data models.**

**Objective a) is mainly achieved in lectures where the following concepts are presented: Entity-Relationships Data Model, Relational Model, Normalization Theory and SQL.**

**Objective b) is primarily achieved in practical classes with the resolution of exercises on modeling with the Entity-Relationships Data Model, its conversion to the Relational Model, SQL, both as the implementation language of databases, as well as a query language, and normalisation of databases. The practical work has a key role in the integrated application of all these skills in the design, analysis and implementation of a database of small / médium size.**

**The objective c) is acquired in lectures with the presentation of the Object-Relational Data Model and XML.**

**Matters relating to the objectives a) and c) are evaluated through individual tests. Matters relating to objective c) are evaluated through the practical project.**

### 3.3.9. Bibliografia principal:

**Livro recomendado**

**Database System Concepts, 5th Edition.  
Abraham Silberschatz, Henry F. Korth and S. Sudarshan  
McGraw Hill, 2005  
ISBN 0-07-295886-3  
ou**

**Database System Concepts, 4th Edition  
Abraham Silberschatz, Henry F. Korth and S. Sudarshan  
McGraw Hill, 2001  
ISBN 0-07-255481-9**

## Mapa IV - Análise Matemática III B / Mathematical Analysis III B

### 3.3.1. Unidade curricular:

**Análise Matemática III B / Mathematical Analysis III B**

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



**Rogério Ferreira Martins - T: 42h; PL: 56h**

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*n/a*

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

*Obter conhecimentos e aptidões que lhe permitam:*

*-Determinar quando uma série é convergente, aplicando critérios de convergência.*

*-Perceber a diferença entre convergência pontual e uniforme.*

*-Determinar intervalos de convergência e perceber as suas implicações em termos de convergência da série de funções e da possibilidade de derivar e primitivar termo a termo.*

*-Entender o conceito de função complexa de variável complexa, em particular entender as funções elementares como generalizações do caso real.*

*-Entender o conceito de derivada e a sua relação com as equações de Cauchy-Riemann.*

*-Perceber o conceito de integral de uma função complexa de variável complexa ao longo de um caminho, e as suas propriedades.*

*-Entender a fórmula integral de Cauchy e conseguir aplicá-la em casos práticos.*

*-Entender o conceito de resíduo e aplicá-lo ao cálculo de integrais.*

*-Manipular de forma fluente expressões e fórmulas que envolvam séries ou números complexos.*

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

*Gain knowledge and skills that allow to:*

*-Apply the convergence criteria too determine when a serie is convergent.*

*-Understand the difference between pointwise and uniform convergence.*

*-Determine intervals of convergence and understand their implications in terms of convergence of series of functions and the possibility to derive term by term.*

*-Understand the concept of complex function of a complex variable, in particular to understand the elementary functions as generalization of the real case.*

*-Understand the concept of derivative and its relationship with the Cauchy-Riemann equations.*

*-Understand the concept of integral of a complex function of complex variable along a path, and their properties.*

*-Understand the Cauchy integral formula and to apply it in concrete cases.*

*-Understand the concept of residue and apply it to the calculation of integrals.*

*-Be fluent in manipulation of expressions and formulas involving series or complex numbers.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*I - Séries*

*1. Séries numéricas*

*Séries alternadas*

*Convergência absoluta*

*Séries de termos não negativos*

*Multiplicação de séries*

*2. Séries de funções*

*Convergência pontual e convergência uniforme*

*Séries de potências*

*Séries de Taylor e de MacLaurin*

*II – Análise complexa*

*1. Funções analíticas*

*Funções elementares*

*Funções contínuas*

*Funções analíticas*

*2. Teorema de Cauchy*

*Integrais*

*Teorema de Cauchy: Teorema de Green*

***Fórmula integral de Cauchy******Teorema do módulo máximo e funções harmónicas******3. Representação em série de funções analíticas******Séries convergentes de funções analíticas******Séries de potências e Teorema de Taylor******Séries de Laurent e classificação de singularidades******4. Cálculo de resíduos******Teorema dos resíduos******Cálculo de integrais******5. Aplicações conformes*****3.3.5. Syllabus:*****I - Series******1. Numerical Series******Alternating series******Absolute convergence******Non-negative terms******Product of series******2. Functions series******Pointwise and uniform convergence******Power series******Taylor and MacLaurin series******II – Complex analysis******1. Analytic functions******Elementary and continuous function******Analytic functions******2. Cauchy's Theorem******Integrals******Cauchy's theorem: Green's theorem******Cauchy integral formula******Maximum modulus theorem and Harmonic functions******3. Series representation of analytic functions******Convergent series of analytic functions******Power series and Taylor's theorem******Laurent series and classification of singularities******4. Calculus of residues******Residue theorem******Evaluation of definite integrals******5. Conformal mappings*****3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:*****A primeira parte do programa cobre o material típico de um módulo de séries numéricas para estudantes de engenharia.******Serão ensinados os conceitos elementares de séries, bem como vários critérios de convergência. E seguida é introduzido o******conceito de série de funções que aparece naturalmente como aplicação do conceito de sucessão de funções. É dado******especial relevo às séries de potências. Todos estes conceitos serão acompanhados de exemplos ilustrativos bem como de******exercícios que permitem ao aluno consolidar esses conceitos.******Na segunda parte do programa os números complexos são apresentados desde os conceitos elementares. Toda a teoria de******análise complexa surge de seguida de forma natural como generalização de conceitos já abordados antes em análise real,******com todas as particularidades do plano complexo. Todos os conceitos serão acompanhados de exemplos e exercícios que******permitem ilustrar e treinar o estudante no cálculos com números complexos.*****3.3.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:**

*The first part of the program covers the typical material of a numerical series module for engineering students. Will be taught the basic concepts of series, as well as several convergence criteria. Then is introduced the concept of function series which appear naturally as an application of the concept of sequence of functions. Special focus is given to the power series. All these concepts will be accompanied by illustrative examples and exercises that allow students to consolidate these concepts. In the second part of the program complex numbers are presented from the elementary concepts. The whole theory of complex analysis then arises naturally as a generalization of the concepts already discussed before in real analysis, with all the peculiarities of the complex plane. All concepts will be accompanied by examples and exercises which allow to illustrate and train the student in complex number calculations.*

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

*As matérias são apresentadas nas aulas teóricas (duas aulas de 1,5h por semana), junto com exemplos ilustrativos. As aulas práticas (uma aula de 2h por semana), serão dedicadas à resolução de problemas, apoiados pelo professor. Vai haver uma componente de avaliação que depende do desempenho do aluno nas aulas práticas e teóricas, esta componente poderá bonificar a nota de avaliação contínua ou de avaliação por exame até um máximo de 1 valor pelas aulas práticas e 1 valor pelas teóricas. Esta última componente corresponde a uma impressão do desempenho do aluno e pode ser obtida de várias formas, exposição da resolução de problemas para a turma, micro-testes ou pela simples observação do desempenho do aluno por observação directa.*

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

*The topics will be presented in lectures (two lectures of 1.5 hours per week), along with illustrative examples. Labs (a class of 2h per week), will be devoted to problem solving, assisted by the teacher. There will be an evaluation component that depends on the student's performance in the labs and theoretical lectures, this can improve the grade component of continuous assessment or assessment by examination to a maximum of 1value for labs and 1 value for theoretical lectures. This last component corresponds to an impression of student performance and can be obtained in various ways, presentation of solutions of problems to the class, quizzes or by simple observation of student performance by direct observation.*

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

*As aulas teóricas permitem dar um enfoque nos conceitos e ajudar o aluno a enquadrar as matérias no conjunto de conhecimentos já adquiridos. Os exemplos de aplicações são úteis para ilustrar e consolidar conhecimentos. Nas aulas práticas o aluno vai ter oportunidade de resolver exercícios, o que lhe vai permitir perceber que matérias ainda tem de ser aprofundadas assim como ganhar fluência de cálculo. A componente bonificação da nota pretende motivar o aluno para um acompanhamento mais profundo, ao longo do semestre, das matérias leccionadas.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning

**outcomes:**

*The lectures will allow to focus on concepts and help students to frame the material in the body of knowledge already acquired. Examples of applications are useful to illustrate and consolidate knowledge. In labs the student will have the opportunity to work through the exercises, which will allow him to realize what topics has yet to be developed further as well as gain fluency calculation. The supplementary component of the note will motivate the students to monitoring deeper, throughout the semester, the subjects taught.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*AHLFORS, L. V., Complex Analysis, McGraw-Hill, 1979.*  
*ANTON, H.; BIVENS, I.; DAVIS, S. - Calculus, 7ª edição, John Wiley and Sons, Inc., 2002.*  
*CAMPOS FERREIRA, J. - Introdução à Análise Matemática, Fundação Calouste Gulbenkian, 1982.*  
*CARREIRA, M. A. e NÁPOLES, M. S., Variável complexa - Teoria elementar e exercícios resolvidos, McGraw-Hill.*  
*DIAS AGUDO, F. R. - Análise Real, 2ª edição, Livraria Escolar Editora, 1994.*  
*FIGUEIRA, M. - Fundamentos de Análise Infinitesimal, Textos de Matemática, vol. 5, Departamento de Matemática, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1996.*  
*KREYSZIG, E., Advanced Engineering Methods, 8ª edição, John Wiley and Sons, Inc., 1999.*  
*MARSDEN, J. E., e HOFFMAN, M. J., Basic Complex Analysis, 3ª edição, Freeman, 1999.*  
*SARRICO, C. - Análise Matemática, Leituras e Exercícios, Gradiva, 1997.*  
*SPIVAK, M. - Calculus, World Student Series Edition, 1967.*

**Mapa IV - Desenho Técnico / Technical Drawing****3.3.1. Unidade curricular:**

*Desenho Técnico / Technical Drawing*

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

*Helena Victorovna Guitiss Navas - TP: 112h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Rui Fernando dos Santos Pereira Martins - TP: 56h*

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

*Saber interpretar desenhos técnicos.*  
*Saber realizar desenhos técnicos de componentes e conjuntos.*

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

*Know how to interpret technical drawings.*  
*Knowing perform technical drawings of components and assemblies.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Regras de representação gráfica.*  
*Projeções ortogonais.*  
*Cortes e secções.*  
*Cotagem simples.*  
*Perspectivas rápidas.*  
*Desenho de conjuntos mecânicos simples.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Rules for graphical representation.*

**Representation through orthogonal projections.**  
**Sectional views.**  
**Dimensioning.**  
**Axometric views.**  
**Simple mechanical assembly set drawings.**

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

*Nas aulas teórico-práticas os estudantes adquirem o conjunto de conhecimentos proposto no programa.*  
*Nas aulas os estudantes aperfeiçoam a sua capacidade para aplicar os conceitos aprendidos através da resolução problemas típicos.*  
*Sempre que apropriado, os estudantes analisam situações reais e assistem à projecção de pequenos vídeos.*  
*Saber interpretar desenhos técnicos.*  
*Saber realizar desenhos técnicos de componentes e conjuntos.*

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

*The students acquire the theoretical knowledge of the syllabus attending the lectures, and apply it in the problem-solving sessions. The problem-solving sessions are used to better acquaint the students with those concepts, through the solution of typical issues. Wherever appropriate, students analyze real situations and attend the screening of short videos.*  
*Know how to interpret technical drawings. Knowing perform technical drawings of components and assemblies.*

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

*As aulas teórico-práticas consistem em demonstrações da utilização dos conceitos e na resolução de exercícios específicos.*  
*A avaliação dos alunos é feita por intermédio de dois mini-testes, um trabalho prático e exame.*  
*A aprovação pressupõe a obtenção de pelo menos 10 valores no exame final.*  
*A dispensa de exame pressupõe a obtenção da média ponderada dos dois mini-testes e do trabalho prático de pelo menos 10 valores.*

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

*The lectures consist in the demonstration on the usage of the concepts and in the solution of typical problems.*  
*The evaluation of students is done through two mini-tests, one practical work and exam.*  
*The approval requires reaching at least 10 in the final exam.*  
*The excuse of exam presumes obtaining the weighted average of the two mini-tests and lab work of at least 10 values .*

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

*Nas aulas teórico-práticas os estudantes adquirem o conjunto de conhecimentos proposto no programa.*  
*Os estudantes aperfeiçoam a sua capacidade para aplicar os conceitos aprendidos através da resolução problemas típicos.*  
*Sempre que apropriado, os estudantes analisam situações reais e assistem à projecção de pequenos vídeos.*

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

*The students acquire the theoretical knowledge of the syllabus attending the lectures, and apply it in the problem-solving sessions.*

*The problem-solving sessions are used to better acquaint the students with those concepts, through the solution of typical issues.*

*Wherever appropriate, students analyze real situations and attend the screening of short videos.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Desenho Técnico – Luís Veiga da Cunha – Ed. Fundação Calouste Gulbenkian;  
Desenho Técnico Moderno – Arlindo Silva, Carlos Tavares Ribeiro, João Dias, Luís Sousa – Ed. Lidel.  
Elementos dados pelos docentes.*

## Mapa IV - Eletromagnetismo / Electromagnetism

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Eletromagnetismo / Electromagnetism*

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

*António Carlos Simões Paiva - T: 42h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Célia Maria Reis Henriques - TP: 28h  
Paulo António Martins Ferreira Ribeiro - PL: 56h  
Gregoire Marie Jean Bonfait - PL: 28h  
João Duarte Neves Cruz - PL: 28h  
Maria Isabel Simões Catarino - PL: 56h*

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

*No final desta unidade curricular espera-se que os estudantes consigam:*

- aprofundar os conceitos electromagnéticos básicos, bem como das ferramentas matemáticas necessárias (nomeadamente, cálculo vetorial, diferencial e integral).*
- perceber os conteúdos da disciplina como sendo fundamentais na compreensão de muitos fenómenos naturais e nas inúmeras aplicações de engenharia.*
- interpretar os vários tópicos do curso como parte de uma teoria coerente de electromagnetismo, ou seja, como consequência das equações de Maxwell.*
- ser ágeis na formulação matemática e atingir percepção física através da matemática do problema.*
- esboçar os parâmetros físicos de um problema (por exemplo, campos eléctricos ou magnéticos, e distribuições de carga).*
- escolher e aplicar as técnicas de resolução de problemas que são apropriadas para uma situação particular (exemplo: quando usar as formas integrais ou diferencial das equações de Maxwell).*

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

*At the end of this unit it is expected that the students are able to:*

- Deepen their understanding of basic electromagnetic concepts, as well as the necessary mathematical tools (eg, vector, differential and integral calculus ).*
- Perceive the contents of the discipline as fundamental in understanding many natural phenomena and in numerous engineering applications.*
- Face the various topics of the course as part of a coherent theory of electromagnetism, ie, as a consequence of Maxwell's equations.*
- Be nimble in the mathematical formulation and be able to achieve physical perception through the math problem.*

- *Be able to outline the physical parameters of a problem (eg, electric or magnetic fields, and charge distributions).*
- *Be able to select and apply the techniques of problem solving that are appropriate for a particular situation (eg when using the integral or differential forms of Maxwell's equations).*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Interação eléctrica: Campo eléctrico. Potencial eléctrico. Corrente eléctrica. Dipolo eléctrico. Interação Magnética: Força magnética sobre uma carga em movimento. Força magnética sobre uma corrente eléctrica.*

*Lei de Gauss para o campo eléctrico. Dieléctricos. Capacidade eléctrica e condensadores. Energia do campo eléctrico.*

*Condutividade eléctrica; lei de Ohm. Força electromotriz. Leis de Kirchoff. Circuitos CC. A lei de Ampère para o campo magnético. Fluxo magnético. Magnetização da matéria.*

*Campos electromagnéticos dependentes do tempo: A lei de Faraday-Henry. Auto-Indução. Energia do campo magnético.*

*Circuitos acoplados. Circuitos em CA: RLC e LC. Frequência de Ressonância. Princípio de conservação da carga. Corrente de Deslocamento. Equações de Maxwell na representação pontual e integral.*

*Equações de Poisson e de Laplace.*

*Ondas electromagnéticas: Equação de Onda. Energia e quantidade de movimento de uma onda electromagnética. Radiação de um dipolo oscilante.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Electric Interaction: Electric charge; Coulomb's law; electric field; electric potential; electric dipole; electric current; electrical conductivity; Ohm's law; Kirchhoff's laws.*

*Magnetic Interaction: Magnetic force on a moving charge, motion of a charge in a magnetic field; magnetic force on an electric current; magnetic field produced by currents; forces between currents.*

*Static Electromagnetic Fields: Flux of a vector field; Gauss' law; polarization of matter; electric displacement; electric capacity; capacitors; energy of the electric field; Ampère's law; magnetic flux; magnetization of matter.*

*Time Dependent Electromagnetic Fields: The Faraday\_Henry Law; electromagnetic induction due to relative motion of conductor and magnetic field; electric potential and electromagnetic induction; self induction; energy of the magnetic field; the Ampère-Maxwell law.*

*Electromagnetic Waves: Maxwell's equations; plane electromagnetic waves; energy of an electromagnetic wave.*

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

*Os alunos são incentivados a identificar as grandezas, leis e conceitos envolvidos em fenômenos naturais e em aplicações de engenharia, ao trabalho em grupo, e a reconhecerem as leis físicas relevantes em alguns testes laboratoriais simples.*

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

*Students are encouraged to identify the quantities, laws and concepts involved in natural phenomena and in engineering applications, work in group and recognize the relevant physical laws in some simple lab tests.*

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

*Avaliação Contínua*

*Dois Aulas Teóricas semanais (cada uma com a duração de 1,5 h) com utilização de Datashow.*

**Disponibilização de um CURSO em Power Point na internet.**

**Aulas Teórico-Práticas semanais com a duração de 2h com participação dos alunos na resolução dos problemas.**

**Aulas práticas com realização trabalhos experimentais em laboratório com grupos de 2 alunos.**

**Componente Teórica**

**- Seis Mini-Testes :**

**Efectuados no horário normal das aulas, nas semanas ímpares. Têm a duração de 0,5 h.**

**Classificados de 0 a 20 valores com arredondamento às décimas.**

**Componente Prática**

**Na primeira aula prática de cada turno serão apresentadas as regras de avaliação desta componente e confirmadas**

**presencialmente as inscrições nos turnos, bem como constituídos os grupos de trabalho de 2 alunos por grupo.**

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

**Lectures (2 x 1,5 h) with data-show.**

**Availability of the study material in the internet (Power Point) .**

**Problem solving classes (2h) with student participation.**

**Experimental classes in the laboratory with groups of two students per experimental work.**

**Each experimental class includes experimental procedure and production of a small data registration report.**

**Continuous Evaluation**

**Components**

**- 6 Mini-tests graded from 0 to 20 (NT1 and NT2)**

**Formula for the final grade:**

**$NF = (0,6 NT + 0,4 NP)$**

**or  $NT=NE$**

**NE - exam**

**IF  $NP < 9,5$  ,  $NF =$  Not aproved and admited to exam**

**IF  $NT < 9,5$  ,  $NF =$  Not aproved and admited to exam**

**Frequency**

**If  $NP > 9,5$**

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

**No final do curso os alunos deverão ser capazes de descrever fenómenos electromagnéticos do quotidiano e descrevê-los**

**matematicamente bem como prever algumas manifestações concretas.**

**As componentes teóricas necessárias para atingir tais objectivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas,**

**com o apoio adicional dos docentes nas aulas práticas e horários de atendimento. A aquisição destes conhecimentos é**

**avaliada nos testes e exames.**

**As componentes práticas necessárias para atingir os objectivos de aprendizagem são desenvolvidas nas aulas teóricopráticas**

**através da análise e discussão de problemas-tipo, e nos laboratórios através da observação e análise de alguns**

**dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática das provas**

**escritas e também nos momentos de avaliação e relatórios experimentais das aulas práticas. A frequência pretendem**

**assegurar que os alunos acompanham a matéria e que realizam os trabalhos laboratoriais com registo e interpretação de**

**resultados.**

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

**At the end of the course students should be able to describe electromagnetic phenomena of everyday life and describe them**

**mathematically well as provide some concrete manifestations.**



*The theoretical components required to achieve these learning objectives are taught in lectures, with additional support from teachers in classes and opening hours. The acquisition of knowledge is assessed in tests and examinations.*

*The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in theoretical-practical classes through analysis and discussion-type problems, and in laboratory sessions through observation and analysis of some of the fundamental problems and phenomena. The assessment of these skills is ensured in the practical part of the written tests and also in times of trial and reports of experimental classes. The frequency plan to ensure that students follow the matter contents and carry out laboratory work including registration and interpretation of results.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Livros seguidos:*

*Alonso e Finn, "Física" um curso universitário. Volume II Campos e Ondas (1972) Editora Edgard Blücher LTda. (Existem vários exemplares na biblioteca.)*

*[Halliday-Resnick-Walker] - Fundamentals of Physics, 6th Ed. (2012)*

*Outros livros:*

*P.Lorrain, D. Corson, F. Lorrain, Campos e Ondas Electromagnéticas, Fundação Calouste Gulbenkian (2000).*

*E. Purcell, Electricity and Magnetism, 2nd Edition (McGraw-Hill 1985). Há tradução por uma editora brasileira (disponível na biblioteca da FCT).*

*D.T. Edmonds, "Electricity and Magnetism in Biological Systems", Oxford*

## Mapa IV - Probabilidades e Estatística E / Probability and Statistics E

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Probabilidades e Estatística E / Probability and Statistics E*

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

*Pedro Alexandre da Rosa Corte Real - TP: 168h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Isabel Cristina Maciel Natário - TP: 112h*

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

*O objetivo principal da disciplina é a transmissão de conceitos básicos de Probabilidades e Estatística, necessários a um aprofundamento posterior do conhecimento nesta área. Pretende-se, que os alunos adquiram competências básicas que permitam entender e analisar estas e outras técnicas estatísticas necessárias à sua atividade profissional, nomeadamente, a utilização dos métodos estatísticos de recolha, análise e interpretação de dados.*

*Numa primeira fase do tratamento estatístico, pretende-se que os alunos consigam formalizar corretamente problemas que envolvam o resultado de experiências aleatórias, utilizando para isso o conhecimento adquirido com a teoria das probabilidades.*

*Numa segunda fase, introduz-se um conjunto de técnicas estatísticas que permitem o estudo de parâmetros numa população (Inferência estatística). Entre estas técnicas, destaca-se a regressão linear, que constitui um primeiro exemplo de modelação do real através da Estatística.*

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

*The objective of this subject is to teach the basics about the statistics and probability. The students will be prepared to easily handle the requirements of a professional activity, concerning probabilities and*

*statistics.*

*Regarding Probabilities it's intended that students develop capacities to formulate problems concerning the results of random experiences.*

*Pupils should be able as well to manipulate statistical techniques, in order to analyze parameters of a population. For instance be able to use linear regression as a first approach to modulation of real data throughout statistics.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução à teoria das probabilidades, Variáveis aleatórias e suas distribuições de probabilidade, Momentos de variáveis aleatórias, Algumas distribuições importantes, Vetores aleatórios, Teorema Limite Central, Geração de números pseudoaleatórios, Estimação pontual, Estimação por intervalo de confiança, Testes de hipóteses, Regressão linear simples.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Basic notions of probability, Random variables and their probability distributions, Moments of random variables, Some important distributions, Random vectors, Central limit theorem, Random number generation, Point estimation, Interval estimation, Hypothesis testing, Simple linear regression.*

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

*Os objetivos definidos são os clássicos num curso introdutório em Probabilidades e Estatística para os cursos de Engenharia. Foram afinados a partir de sugestões dadas pelos docentes das áreas a que o curso se destina. Os tópicos 2, 3, 4 e 5 sistematizam as noções essenciais da teoria das probabilidades subjacentes aos modelos estáticos utilizados na prática. No tópico 1 apresenta-se a linguagem e as noções básicas das probabilidades requeridas para contextualizar o estudo a desenvolver. O tópico 6 é um dos pilares da estatística moderna ao justificar a prevalência do modelo normal mas, sobretudo, ao permitir a construção de intervalos de confiança e, por dualidade, a realização dos testes de hipóteses nas situações mais relevantes na prática. A geração de números pseudoaleatórios, abordado no tópico 7, faz parte das ferramentas básicas da engenharia informática moderna. A fundamentação e o estudo de um significativo número de exemplos de estimação e de testes de hipóteses, executada nos tópicos 8, 9 e 10, potenciará a aquisição do “saber fazer” e do pensamento crítico que são essenciais na aplicação da Estatística. O tópico 11 concentra-se num dos modelos fundamentais para a descrição experimental das leis da natureza que exprimem relações funcionais entre as quantidades medíveis relevantes e merece, por isso, tratamento diferenciado.*

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

*The objectives defined are classical ones for an introductory course in Probability and Statistics for Engineering degrees. These objectives have been fine-tuned from suggestions given by faculty from the scientific areas of the degrees. Topics 2, 3, 4 and 5 explain the essential concepts of Probability for future study of static models used in practice. In topic 1 language and basic notions of Probability are presented in order to create a context for further study. The sixth topic deals with one of the pillars of modern statistics not only justifying the prevalence of the normal model but also allowing the determination of confidence intervals and, by duality, the realization of hypothesis testing in the more relevant practical situations. Random number generation, in topic 7, is a basic tool in modern computation. The substantiation and study of a significant number of examples of parameter estimation and hypothesis testing, developed in the topics 8, 9 and 10, will potentiate the acquisition of know-how and critical thinking which are essential in the practical application of Statistics. Topic 11 concentrates on one of the fundamental models for the experimental description of the laws of nature expressing functional relations among measurable relevant quantities and deserves, by that reason, a separate treatment.*

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

*Aulas teórico-práticas com exposição oral de matéria, com apresentação de exemplos e participadas com resolução de problemas. A avaliação consiste na realização de testes intercalares e de um exame final. Os testes darão origem a uma nota de avaliação contínua. Para obter a frequência o aluno tem que ter frequentado pelo menos três quartos das aulas.*

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

*Theoretical-practical classes with oral presentation of the matter, with examples and with problem solving, with student participation. The assessment consists on the realization interim tests and a final exam. The tests give rise to a continuous evaluation score. For the frequency the student must have attended at least two thirds of the classes.*

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

*Experiências pedagógicas relevantes levadas a cabo no âmbito da matemática a nível universitário e também nas Probabilidades e Estatística (ver i, ii e iii) referem a estratégia de associar a avaliação às actividades lectivas como eficaz. Tal justifica a componente da avaliação contínua por testes.*

*i- On the teaching and learning of Mathematics at University level, Pre-proceedings of the ICMI Study Conference, Singapore 1998.*

*ii- Dieudonné Leclerq (1998) Pour une pédagogie universitaire de qualité, , Mardaga.*

*iii- Steven G. Krantz (1999) How to Teach Mathematics, American Mathematical Society.*

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

*Relevant pedagogical experiences performed at university level in Mathematics and also in Probability and Statistics teaching (see i,ii, iii) refer that the strategy of associating evaluation with the lecturing-problem solving session is effective. This justifies the test continuous evaluation component.*

*i- On the teaching and learning of Mathematics at University level, Pre-proceedings of the ICMI Study Conference, Singapore 2008.*

*ii- Dieudonné Leclerq (1998) Pour une pédagogie universitaire de qualité, , Mardaga.*

*iii- Steven G. Krantz (1999) How to Teach Mathematics, American Mathematical Society.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

•Guimarães, R. C. e Cabral, J. S. (1997).Estatística, McGraw-Hill

•Montgomery, D. C. e Runger, G. C. (2002).Applied Statistics and Probability for Engineers, 3ª ed., John Wiley and Sons

•Mood, A. M., Graybill e Boes (1974).Introduction to the Theory of Statistics. 3ª ed., McGraw-Hill

•Murteira, B., Ribeiro, C. S., Silva, J. A. e Pimenta, C., (2007).Introdução à Estatística, 2ª ed.McGraw-Hill

•Murteira, B. (1990).Probabilidades e Estatística, Vol. I e II, 2ª ed.,McGraw-Hill

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

•Pedrosa, António (2004).Introdução Computacional à Probabilidade e Estatística.Porto Editora

•Pestana e Velosa (2006).Introdução à Probabilidade e à Estatística.Fundação Calouste Gulbenkian

•Rohatgi (1976).An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics.Wiley

•Sokal e Rohlf (1995).Biometry.Freeman

•Tiago de Oliveira (1990).Probabilidades e Estatística:Conceitos,Métodos e Aplicações.,vol. I, II.McGraw-Hill

**Mapa IV - Vibrações e Ondas / Vibrations and Waves****3.3.1. Unidade curricular:**

*Vibrações e Ondas / Vibrations and Waves*

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

*António Carlos Simões Paiva - T: 28h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Maria Isabel Simões Catarino - PL: 84h*

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

***Nesta disciplina uma descrição matemática mais sofisticada é aplicada aos seguintes conceitos físicos seguintes***

***Movimento Harmónico Simples***

***Osciladores Forçados***

***Modos Normais***

***Sobreposição***

***Propagação de Ondas***

***Interferências,***

***e fornecerá bagagem para resolver as equações diferenciais que aparecem com os modelos matemáticos das vibrações e das ondas, além da capacidade de aplicar as ferramentas do Cálculo aos fenómenos físicos do dia-a-dia aqui estudados.***

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

***This course will take the following physics concepts to a new level of mathematical description:***

***Simple Harmonic Motion***

***Driven Oscillators***

***Normal Modes***

***Superposition***

***Propagating Waves***

***Interferences***

***and will provide expertise for solving differential equations which arise in simple mathematical models for oscillations and waves and a proficiency with fundamental calculus applied to everyday phenomena.***

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. O oscilador harmónico simples***
- 2. O oscilador harmónico amortecido***
- 3. O oscilador harmónico forçado***
- 4. Osciladores acoplados***
- 5. Ondas progressivas***
- 6. Ondas estacionárias***
- 7. Interferência e difracção***
- 8. Dispersão***

**3.3.5. Syllabus:**

- 1. Simple Harmonic Oscillator***
- 2. The Damped Harmonic Oscillator***
- 3. The Driven Harmonic Oscillator***
- 4. Coupled Oscillators***
- 5. Travelling Waves***
- 6. Standing Waves***
- 7. Interference and Diffraction***
- 8. The Dispersion of Waves***

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

***O Capítulo 1- "O oscilador harmónico simples"- permite apresentar ao aluno como algumas noções elementares***

***previamente adquiridas se vão integrar numa estrutura mais vasta.***

***Assim, nos capítulos seguintes, os modelos matemáticos vão progressivamente ganhando complexidade de modo a***

***tentarem explicar os fenómenos reais.***

***Esta unidade curricular culmina com o estudo de fenómenos de interferência e dispersão de ondas e prepara o aluno para***

***reconhecer e aplicar os modelos físicos e matemáticos a fenómenos do dia-a-dia e levando estes conhecimentos para as***

***UC de Mecânica Quântica e Física Atómica que terá mais à frente na licenciatura.***

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

*The Chapter 1 on Harmonic Motion takes some elementary notions students have from 1st year to an extended view of their importance.*

*The following chapters bring mathematical sophistication applied to everyday phenomena. Interference and dispersion of waves are the last part of a backbone on application of mathematical and physical models to real problems. Mastering this subject will be very useful to the student in all the science courses he will take, namely Quantum Mechanics and Atomic Physics.*

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

*Aulas teóricas com apresentação e discussão dos tópicos incluídos no programa da U.C. Uma vez por semana, os alunos*

*respondem a algumas questões de escolha múltipla sobre matéria que prepararam em casa.*

*Aulas práticas com discussão de problemas sobre a matéria lecionada nas aulas teóricas.*

*Componentes da avaliação*

*A avaliação consiste em dois mini-testes (durante o horário de aulas) e nas questões postas uma vez por semana numa*

*aula teórica*

*Alternativamente, um exame final.*

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

*Lectures with computer-assisted presentations. Once a week reading quizzes based on defined pre-class preparation.*

*Problem-solving sessions on the subject matter of the lectures.*

*Evaluation components*

*Midterms 40% each, reading quizzes 20% or final exam 100%.*

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

*A descrição matemática de ondas faz uso de funções variáveis no tempo e dependentes de uma ou mais dimensões*

*espaciais. o comportamento dessas funções e as soluções que as satisfazem são mais complexas que as funções*

*anteriormente aprendidas. As aulas teóricas tentam motivar os alunos para as novidades apresentadas pelo estudo da*

*física das ondas e a aplicação concreta de ferramentas matemáticas já estudadas.*

*Nas aulas práticas, os alunos aplicam o formalismo entretanto adquirido para resolver problemas como uma parte fulcral*

*na aprendizagem da disciplina. E o domínio de aplicações na física é muito vasto.*

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

*The mathematical description of waves requires the knowledge of time-varying functions defined over one or more*

*dimensions of space. The behaviour of such functions and the wave equations they satisfy are more complicated than the*

*functions students had previously dealt with. Lectures will try to engage students in the novelty of wave physics and stress*

*the usefulness of the mathematics they already know.*

*In practical classes, students use the formalism developed in this course to solve problems as a essential tool in the*

*learning process. The wealth of applications in physics is very broad.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Disponibilização das apresentações das aulas teóricas em suporte "pdf".*

*G. C. King, Vibrations and Waves, Wiley, 2009.*

*J. P. Silva, Vibrações e Ondas, IST Press, 2012.*

*P. French, Vibrations and Waves, Norton, 1971.*

#### Mapa IV - Análise Matemática IV B / Mathematical Analysis IV B

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Análise Matemática IV B / Mathematical Analysis IV B*

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

*António Patrício Alexandre - T: 42h; PL:84*

##### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*n/a*

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

*Os alunos devem-se familiarizar com os diversos aspectos das equações diferenciais: como esta modela um problema real; as principais técnicas de solução; a análise do resultado obtido em particular sua interpretação consoante o problema original.*

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

*Students must be familiarized with diverse aspects of differential equations: how it is used to model a real-world problem, the main techniques for solving the equation; the analysis of the solution, in particular its interpretations with respect to the original problem.*

##### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Equações diferenciais ordinárias de primeira ordem. Diferenciais exatas. Fator integrante. Equações de variáveis separáveis; homogéneas; lineares de primeira ordem.*
- 2. Equações diferenciais de segunda ordem; lineares. O método da variação das constantes.*
- 3. Soluções por desenvolvimento em série.*
- 4. Equações diferenciais lineares de ordem mais alta.*
- 5. Sistemas de equações diferenciais lineares de coeficientes constantes. Equações diferenciais em coordenadas polares: movimento sob forças centrais. Estabilidade das soluções. Linearização de sistemas não-lineares próximo ao equilíbrio.*
- 6. Transformadas de Laplace e o seu uso nas equações diferenciais.*
- 7. Equações com derivadas parciais: calor, de onda e Laplace. Coordenadas esféricas.*
- 8. Séries e transformadas de Fourier e seu uso nas equações diferenciais.*
- 9. Cálculo variacional. O princípio da mínima ação; as equações de Euler-Lagrange. A braquistócrona.*
- 10. A Transformada de Radon.*

##### 3.3.5. Syllabus:

- 1. First order differential equations. Exact differentials. Integrating factors. Separation of variables. Homogeneous equations. Linear equations. Qualitative theory.*
- 2. Second order differential equations. Linear equations and Euler equation. Variation of constants.*
- 3. Solution in series.*
- 4. Higher order linear equations.*
- 5. Systems of linear equation with constant coefficients. Differential equations in polar coordinates. Linearization of nonlinear systems near equilibria.*

6. Laplace transform and its use in differential equations. Dirac delta.
7. Partial differential equations. Heat, wave and Laplace equations. Laplacian in spherical coordinates.
8. Fourier series and transforms: applications do differential equations.
9. Introduction to variational calculus. The law of sinus (Snell-Descartes). Catenary. The principle of minimum action. Euler-Lagrange equation and the lagrangean. Brachistochone curve.
10. Introduction to inverse problems. Radon transform.

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

*Alguns tópicos (1-3, 5, 7) do programa introduzem diversas classes de equações diferenciais, introduzindo graus de complexidade matemática paulatinamente. Outros tópicos (4, 6, 8) introduzem técnicas mais gerais para solução de problemas anteriormente estudados, mas que não haviam sido satisfatoriamente resolvidos. Estas técnicas também são particularmente importante em aplicações aos problemas de engenharia. Finalmente, os tópicos 9 e 10 apresentam aplicações a problemas reais.*

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

*Topics 1-3, 5 and 7 introduce different examples of differential equations, from the simpler to them complex. Topics 4, 6 and 8 introduce specific techniques that are more powerful and allows a better understanding of differential equations already studied. Furthermore, these techniques are particularly usefull in the applications. Finally, in topics 9 and 10, some real world applications are provided.*

3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):

*As aulas se dividem em dois tipos: aulas teóricas (3 horas por semana), onde a teoria é apresentada e aulas práticas (2 horas por semana) onde exemplos são trabalhados em detalhe. A avaliação consiste em 3 testes, em intervalos aproximadamente regulares, com nota mínima 7 no terceiro teste. A média destes três testes, respeitada a nota mínima, é a "avaliação contínua". Há ainda a possibilidade de um exame de recurso ao fim do semestre.*

3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):

*There are two kinds of lectures: general classes, where the theory is presented and exercises classes, where specific examples are worked in full detail. Evaluations consistes in three tests, in regular intervals, with minimum grade (7/20) in the third one. The average consists in the so called "avaliação continua". For students who fail in the "avaliação contínua", there is a general exam in the end of the term ("exame de recurso").*

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

*Nas aulas teóricas são apresentados os ingredientes necessários para que os alunos acompanhem a solução detalhada de exemplos nas aulas práticas. Há ainda a possibilidade de atendimento em horário de dúvidas. A avaliação consiste em perguntas em parte similares aos exemplos trabalhados, em parte que mostre uma aprendizagem mais profunda. Muitos exemplos reais serão estudados. Os tópicos estudados são fortemente correlacionados com o que será usado em outras disciplinas específicas da engenharia.*

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

*In the general classes, the necessary material for deeper understanding will be presentes. In the exercises classes, examples will be worked in full detail. Students will also have the option to discuss specific doubts with the professors outside normal lecture hours. Evaluation will be partially based on routine exercises, and partially based on deeper exercises. Real examples will be studied during classes. The topics in this discipline are clearly linked to the material that is used in specific disciplines in the following years.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Textos básicos.*

*Material na internet: Vilatte, Jaime, Equações diferenciais e equações de diferenças, FEUP*

*[http://villate.org/doc/eqdiferenciais/eqdif\\_20110426.pdf](http://villate.org/doc/eqdiferenciais/eqdif_20110426.pdf)*

*Apostol, T.M., Calculus, Volume I and Volume II, Blaisdell Publishing Company.*

*Howard, Anton, Calculus: A New Horizon, John Wiley and Sons.*

*Taylor, A.E., Man, W.R., Advanced Calculus, John Wiley and Sons.*

*Stewart, J. Cálculo, Thomson Learning.*

*Ferreira, M. A. e Amaral, I, Matemática, Integrais múltiplos, equações diferenciais, Edições Síabo*

*Algumas referências extra:*

*Pontos 7, 8 e 10. Butkov, E. Mathematical Physics.*

*Ponto 9. The Mathematics of Medical Imaging: A Beginner's Guide, Timothy G. Feeman, Springer*

**Mapa IV - Cálculo Numérico / Numerical Analysis**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Cálculo Numérico / Numerical Analysis*

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

*Nadir Arada - T:28h;PL:84h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Maria Paula da Costa Couto - PL: 84h*

*Susana Maria Marques Henriques Botelho Baptista - T: 28h;PL:84h*

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

*Proporcionar aos alunos o conhecimento na área da análise numérica necessário a a que no final da unidade curricular os alunos consigam:*

*dominar conceitos básicos relativos à teoria de erros (fontes de erro, propagação de erros, condicionamento e estabilidade)*

*ter adquirido competências para resolver numericamente problemas matemáticos tais como a resolução de equações não lineares, a aproximação, integração e derivação de funções, resolução de equações diferenciais ordinárias, sistemas de equações lineares e não lineares*

*implementar computacionalmente os algoritmos relativos aos métodos abordados na UC.*

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

*To give students knowledge in the area of numerical analysis so that at the end of the curricular unit students*

*should have the following abilities:*

*full domain of the basic concepts concerning errors (its sources, propagation, conditioning and stability)*

*expertise in numerically solve mathematical problems such as rootfinding for nonlinear equations, function approximation, integration and differentiation, solution of ODE, systems of linear and nonlinear equations*

*expertise in computationally implementing the numerical methods' algorithms.*



**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Teoria dos erros - Conceitos básicos*
2. *Resolução de equações não lineares com uma variável*
3. *Aproximação: Interpolação polinomial ; Aproximação por mínimos quadrados*
4. *Integração e derivação numérica*
5. *Resolução numérica de equações diferenciais ordinárias (EDO)*
6. *Resolução de sistemas de equações lineares - Métodos directos. Métodos iterativos*
7. *Resolução de sistemas de equações não-lineares.*

**3.3.5. Syllabus:**

1. *Errors – Definitions. Condition number. Numerical algorithms stability.*
2. *Solutions of non-linear equations– Bisection, Newton and Secant methods. Fixed-point iteration.*
3. *Aproximation: Polynomial interpolation – Lagrange and Newton formulas. Error in polynomial interpolation.  
Hermite interpolation. Cubic Spline interpolation. Least squares approximation: discrete and continuous. Orthogonal polynomials: Chebyshev polynomials.*
4. *Numerical integration and differentiation – Newton-Cotes integration formulas. Romberg methos. Gaussian integration. Numerical differentiation.*
5. *Numerical solution of ODE –Euler , higher order Taylor and Runge-Kutta methods.*
6. *Systems of linear equations – Direct methods: Gaussian elimination, LU and Choleski factorizations. Iterative methods: general procedure, Jacobi, Gauss-Seidel and SOR methods.*
7. *Systems of nonlinear equations - Newton and Steepest descent methods.*

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

*O conteúdo programático do capítulo 1 é usado ao longo de todos os outros capítulos. Os capítulos subsequentes permitem o domínio de métodos numéricos para a resolução de equações não lineares (Cap.2), definição de funções aproximadas quer no contexto da interpolação polinomial, quer no contexto do critério dos mínimos quadrados (Cap.3), integração e derivação de funções de variável real (Cap.4), resolução de equações diferenciais ordinárias (EDO) (Cap.5), resolução de sistemas de equações lineares através de métodos directos e de métodos iterativos (Cap.6) e por fim, a resolução de sistemas de equações não-lineares (Cap.7).*

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

*The syllabus of chapter 1 is used along all the other chapters. The following chapters allows expertise in numerical methods for the solution of non-linear equations (Chap.2), for defining function approximations either by polynomial interpolation or by the least squares criteria (Chap.3), for integration and differentiation (Chap.4), for Numerical solution of ODE (Chap.5), for the solution os systems of linear equations either by direct or iterative methods (Chap.6) and finally, for the solution of systems of nonlinear equations (Chap.7).*

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

*As matérias teóricas são apresentadas e explicadas aos alunos nas aulas teóricas (2h/semana). Essas matérias são aplicadas pelos alunos na resolução de problemas académicos nas aulas práticas (2h/semana).*

*Ao longo do semestre, os alunos realizam 1 trabalho computacional relacionado com algumas daquelas matérias. A avaliação é efetuada através de dois testes ao longo do semestre ou por um exame final, e inclui ainda a classificação do trabalho computacional.*

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

*Theoretical issues are presented and explained to students in theoretical classes (2h/week). Those issues are applied by students to solve academic problems in the practical classes (2h/week). Along the semester, students must also accomplish a computational works related with some of the issues focused in the unit. Evaluation is made by two tests along the semester or a final exam plus the classification of the computaional work report.*

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

*A exposição da matéria nas aulas teóricas permite aos alunos perceber os fundamentos dos métodos numéricos abordados. A resolução de exercícios académicos nas aulas práticas permite ilustrar a aplicação dos métodos estudados, bem como desenvolver as aptidões dos alunos no domínio da análise numérica.*

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

*The presentations in lectures allows students to understand the fundamentals of the numerical analysis. In practical classes, the resolution of academic problems illustrates the numerical methods' applications and allows students to develop expertise in the studied subject.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Burden R. e Faires J. , Numerical Analysis, Brooks-Cole Publishing Company, Sixth Edition, 1997  
Atkinson K., An Introduction to Numerical Analysis, Wiley, Second Edition, 1989  
Pina H., Métodos Numéricos, Mc Graw Hill, 1995  
Martins, M. F. e Rebelo M., Introdução à Análise Numérica, Casa das Folhas, 1997  
Isaacson E. e Keller H., Analysis of Numerical Methods, Dover, 1994  
Conte S. e Boor C., Elementary Numerical Analysis: an algorithmic approach, Mc Graw Hill, 1981*

**Mapa IV - Eletrotécnica Geral / General Electrical Engineering**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Eletrotécnica Geral / General Electrical Engineering*

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

*João Miguel Murta Pina - T: 28h; PL: 112h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*n/a*

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

*Pretende-se que o aluno, cultivando o rigor científico, adquira conhecimento dos fundamentos físicos e matemáticos da eletrotecnia aplicada, nomeadamente, da produção, distribuição e uso da energia elétrica, bem como da constituição das principais máquinas elétricas industriais.  
Por outro lado, os alunos deverão adquirir competências na modelização, análise e cálculo de circuitos e redes de energia simples, nomeadamente de circuitos trifásicos equilibrados. Também deverão vir a ser capazes de efetuar escolhas fundamentadas de equipamentos elétricos.*

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

*The students, through rigorous scientific deduction, should become aware of the mathematical and physical foundations of applied electrotechnics, namely, of the electric power's production, distribution and use, and of the composition and characteristics of the most relevant industrial electrical machines.  
On the other hand, students must become competent to model, analyse and calculate simple electric power circuits and networks, including balanced three-phase ones. Students will become able to make technically based choices of simple electrical equipments.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Grandezas Elétricas. Equação tensão-corrente em condensadores, bobinas e resistências.  
Redes elétricas em regime DC. Leis de Kirchhoff.  
Análise de circuitos em regime AC. Funções sinusoidais. Amplitudes complexas. Fasores.  
Impedância complexa. Potências ativa, reativa, aparente e complexa. Teorema de Poyinting complexo.*

**Ressonância. Compensação do fator de potência.**

**Sistemas trifásicos. Noções de produção e transporte de Energia.**

**Magnetostática. Circuito magnético.**

**Ligação magnética em transformadores mono e trifásicos. Transformador. Esquema equivalente de Steinmetz.**

**Máquina elétrica de indução.**

### 3.3.5. Syllabus:

**Electrical Quantities. Voltage-current equations of capacitors, inductors and resistors.**

**DC electrical networks. Kirchhoff's laws.**

**AC circuit analysis. Sinusoidal functions. Complex representation. Phasors and complex Amplitudes.**

**Complex impedance. Active, reactive, apparent and complex powers. Complex Poyting's Theorem.**

**Resonance. Power factor correction.**

**Three-phase systems. Fundamentals of power production and transportation.**

**Magnetostatics. Magnetic circuit**

**Magnetic linkage in mono and three-phase transformers. Transformer theory. Steinmetz equivalent circuit.**

**Induction machine.**

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

**Pretende-se dotar alunos sem conhecimentos prévios de engenharia eletrotécnica das bases que necessitam para a análise de sistemas de energia.**

**Por outro lado, é fundamental dominarem diversas grandezas relativas a energia e potência, quer em DC, quer em AC, para lidarem por ex. com a compensação de energia reativa em instalações industriais.**

**Primeiro são desenvolvidas técnicas de análise de circuitos elétricos em DC, por maior simplicidade matemática, introduzindo-se posteriormente análise de Steinmetz, em que as técnicas se mantêm, mas as grandezas intervenientes passam para o domínio dos números complexos.**

**O circuito magnético e o transformador são introduzidos para a compreensão do sistema de energia eléctrica.**

**A máquina de indução é descrita, visto que constitui o sistema de conversão electromecânica mais disseminado na indústria.**

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

**This course aims to provide students without previous knowledge of electrical engineering from the basic concepts they need to analyse energy systems.**

**On the other hand, it is fundamental that concepts as energy and power are well understood, either in DC, either in AC, allowing them to deal with issues as reactive power compensation in wind farms.**

**DC electrical circuit techniques are first introduced, due to its highest simplicity. Steinmetz analysis is later described, where previous techniques are reproduced, but the variables belong to complex numbers.**

**Magnetic circuit and transformer are introduced in order to provide students with knowledge concerning the electric energy system.**

**Induction machine is described, since it builds the most widespread electromechanical energy converter in industry.**

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

**Os diferentes conceitos, técnicas e teorias são explicadas pelo professor com o auxílio de diapositivos e com demonstrações práticas com diferentes equipamentos.**

**Os alunos resolvem problemas disponibilizados nos diapositivos, de forma semiautónoma.**

**A avaliação é feita mediante quatro mini-testes. A nota final é calculada como a média aritmética destes elementos. Quem não obtiver aprovação desta forma, deverá fazer um exame final. Esta metodologia de avaliação está de acordo com o regulamento da faculdade.**

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

**The distinct concepts, techniques and theories are explained by the lecturer with the support of slides and practical demonstrations with different equipments.**

***Students assess their skills through semiautonomous resolution of sets of problems, available in the slides.***

***Evaluation is made by means of four tests. Final grade consists on the arithmetic average of these elements. Students who fail must undertake a final exam. This assessment methodology is in accordance with the internal regulation of the faculty.***

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

***A parte expositiva da unidade curricular visa dotar os alunos das bases teóricas e conceptuais que lhes permitam analisar distintos problemas, por exemplo relacionados com circuitos eléctricos em regime DC ou AC.***

***A percepção do entendimento dos alunos é aferida frequentemente com recurso ao método interrogativo. A realização de testes permite o desenvolvimento de competências em problemas não só no âmbito exclusivo do que foi ensinado, mas também novos, contribuindo para o desenvolvimento de espírito crítico e capacidade de generalização.***

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

***The expositive part of the course aims to provide students with theoretical bases that allow analyse distinct problems, as in what concerns to electrical circuits either in DC, either in AC.***

***Students' understanding is often assessed, by means of interrogative method.***

***Tests additionally allows developing competences in problems that go beyond the exclusive scope of subjects taught, but comprise also new situations, concurring to the development of critical thinking and generalisation skills.***

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***Vítor Meireles, Circuitos Eléctricos 6ª Edição, LIDEL, 2010.***

***John Bird, Electrical Circuit Theory and Technology 2nd Ed, Newnes, 2003.***

***Folhas teóricas disponibilizadas ao longo do semestre.***

**Mapa IV - Termodinâmica / Thermodynamics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Termodinâmica / Thermodynamics***

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

***Ana Cristina Gomes da Silva - T: 42h; PL: 42h***

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***n/a***

**3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
***No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências em***

***- processos físicos que ocorrem em sistemas termodinâmicos e respectivas Leis, como, a) condução, convecção e radiação e sistemas dissipadores ou isoladores do calor elementares;; b) transições de fase;; c) ciclos termodinâmicos e estudo de máquinas térmicas, frigoríficas e bombas de calor, calcular rendimentos ou eficiências em ciclos operando com gás ideal em processos reversíveis; d) verificação experimental de alguns destes processos físicos, e análise dos resultados experimentais.***

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

***At the end of this subject the student should have obtained knowledge, ability and competences in***

*-the physical processes and the Laws of Thermodynamics, in particular a) heat transfer by conduction, convection and radiation b) phase transitions c) thermodynamic cycles for the study of heat engines, heat pumps and refrigerators and the calculation of the respective efficiency when operating with ideal gases in reversible processes d) experimental study of some of these processes*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Conceitos fundamentais da Termodinâmica*
2. *Temperatura e equação de estado*
3. *Teoria cinética dos gases*
4. *Primeira Lei da Termodinâmica - conservação da energia*
5. *Transferência de calor*
6. *Máquinas térmicas, frigoríficas e bombas de calor.*
7. *Segunda Lei: Entropia*
8. *Consequências da Primeira e da Segunda Leis da Termodinâmica. Terceira Lei*

### 3.3.5. Syllabus:

1. *Fundamental concepts of Thermodynamics*
2. *Temperature and the equation of state*
3. *Kinetic theory*
4. *First law of thermodynamics - energy conservation*
5. *Heat transfer*
6. *Heat engines, refrigerators and heat pumps*
7. *Second law: Entropy*
8. *Combined First and Second law of thermodynamics Third Law.*

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

*Nos primeiros capítulos de Termodinâmicas são dados os conceitos fundamentais, as definições e as convenções a serem usadas durante esta parte maioritária da disciplina. Depois da Primeira Lei desenvolve-se o estudo dos ciclos termodinâmicos, antes dos quais se definiram os principais processos que neles podem intervir. Como aplicação estudam-se os ciclos correspondentes a máquinas térmicas, incluindo motores, frigoríficas e bombas de calor. A transferência de calor é estudada em processos macroscópicos (condução, convecção e radiação) e do ponto de vista da absorção ou cedência de calor, em particular para o estudo de transições de fase. Segue-se o estudo da Segunda Lei que permite estabelecer o sentido dos processos espontâneos na natureza. A combinação da Primeira e da Segunda Lei permite depois desenvolver a teoria da Termodinâmica clássica, e conclui-se com a Terceira Lei*

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

*In the first chapters of Thermoynamics the fundamental concepts, the definitions and the conventions to be used in this major part of the subject are given. After the First Law and the discussion of the processes that may occur, the study of thermodynamic cycles follows. As applications the study of heat engines, heat pumps and refrigerators is presented. Heat transfer is studied both in macroscopic processes, as conduction, convection and radiation, and in such other processes as phase transitions. The Second Law follows, allowing to establish the direction of natural processes. Next, the combination of the First Law and of the Second Law allows to develop the theory of classical Thermodynamics and as a conclusion the Third Law is given and discussed.*

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

*A disciplina está dividida numa componente teórica e numa componente de laboratório. Os estudantes têm de ter sucesso escolar nas duas componentes.*

*As aulas teóricas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h e incluem resolução de problemas tipo.*

*Nas aulas práticas são realizados trabalhos experimentais com o objectivo de acompanhar e verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas e a desenvolver competências na montagem de laboratório e na experimentação*

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

*This subject is divided in a theoretic component and a laboratory component. Both components require successful assessment results.*

*The theory, including problems, is taught twice a week in lectures. The inscription in a given lecture class is required for the students at first inscription in the subject.*

*The laboratory is taught every two weeks. The inscription in a given class is mandatory for the students at first inscription in the subject.*

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

*As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que compreendem a resolução de problemas tipo. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é testado por meio de questionários aleatórios sobre a matéria dada na própria aula e nas horas de atendimento. As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são dadas nas aulas de laboratório, através da montagem experimental, realização, observação e análise dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática por relatórios de grupo e por uma discussão final individual. A frequência obrigatória pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.*

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

*The theoretical components needed for the learning goals are given in the lectures, that include the resolution and discussion of some typical problems. The acquisition of knowledge is assessed in the tests/exams. The students following and understanding of the subject is monitored with random questionnaires during the lectures. The practical components are given in the laboratory sessions, with the mounting, realization and analysis of experiments. This component is assessed with group reports and an individual final discussion. The mandatory frequency means to ensure that the students follow the subject.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*M. L. Costa, A. dias, M.C. Lança – Termodinâmica, FCT-UNL 2012.*

*J.P. Casquilho, P.I.C. Teixeira, Introdução à Física Estatística, IST Press 2011*

*M. W. Zemansky, R. H. Dittman, Heat and Thermodynamics, 6th Ed.*

*Y. A. Çengel, M. A. Boles, Termodinâmica, 3ª Ed.*

**Mapa IV - Ótica / Optics****3.3.1. Unidade curricular:**

*Ótica / Optics*

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

*Yuri Fonseca da Silva Nunes - T: 28h; PL: 28h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*n/a*

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

*Descrever com rigor, conceitos, leis e fenómenos fundamentais relevantes para a óptica.*

*Executar processos de pesquisa documental e estudo orientado para o planeamento e execução de*

**procedimentos.**

**Planear, elaborar e executar procedimentos conducentes a objetivos experimentais.**

**Aplicar os conhecimentos de Óptica e na modelação de fenómenos, processos e mecanismos relacionados.**

**Resolver questões nos domínios da Óptica aplicada, determinando ou medindo grandezas, realizando cálculos e estimativas usando expressões.**

**Elaborar e apresentar, textos descritivos e relatórios, com rigor, clareza e concisão, do ponto de vista da Óptica quando aplicada aos processos e fenómenos relacionados.**

**3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
**Accurately describe, concepts, laws and fundamental phenomena relevant to optics.**

**Run processes of documentary research and oriented study; planning and implement procedures.**

**Plan, develop and implement procedures leading to experimental goals.**

**Apply knowledge of Optics to modeling of phenomena, processes and mechanisms related.**

**Solve issues in the fields of applied optics, determining or measuring quantities, performing calculations and evaluate using expressions.**

**Prepare and submit reports and descriptive texts with accuracy, clarity and brevity, from the point of view of optics when applied to processes and related phenomena.**

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**Luz e equações de Maxwell. Vectors E e B. Poynting Polarização. Dispersão. Espectro electromagnético. Propagação. Princípio de Huygens e de Fermat. Reflexão e refração. Equações de Fresnel. Fotometria e radiometria. Curvas fotópica e escotópica. Grandezas, unidades e processos de medida. Óptica Geométrica. Formação de imagem. Prisma, lâmina de faces paralelas e fibras ópticas. Espelhos plano, parabólico e esférico. Oval de Descartes e dióptro esférico e lentes. O olho humano. Óptica Geométrica Lentes espessas. Aberrações. Interferências Princípio da sobreposição. Coerência. A experiência de Young. Interferência em lâminas e filmes finos. Difração de Fresnel e Fraunhofer. Rede de difração. Difração por abertura circular. Difração por fenda simples e por N fendas. Instrumentos e aplicações. Fotomultiplicador. Laser. Espectrofotómetro. Interferómetro de Fabry-Perrot. Projector de dispositivos e o retroprojector.**

**3.3.5. Syllabus:**

**Light and Maxwell's equations . Vectors E and B. Poynting vector. Polarization. Dispersion. Electromagnetic spectrum. Propagation. Huygens Principle. Fermat's Principle. Reflection and e refraction. Fresnel Equations. Fotometry and radiometry. Geometrical Optics Image formation. Prisms, Lamellae and optical fibers. Mirrors. dioptr e lenses. The human eye Supplements of Geometrical Optics. Thick lenses. Aberrations. Interference. Superposition. Coherence. Young's experiment. Interference in lamellae and thin films. Diffraction. Fresnel and Fraunhofer Diffractions . Diffraction grating. Diffraction by, circular aperture, single slit and set of slits. Instruments and applications. The hotomultiplier. The Laser. The spectrofotometer. The Fabry-Perrot interferometer. The microscope, the slide projector.**

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

**Nas aulas teóricas introduz-se com rigor, descrição de conceitos, leis e fenómenos do domínio da óptica. Relacionando-os com conhecimentos de óptica na resolução de situações concretas ligadas à actuação nas áreas da Física, das Ciências Biomédicas e da Engenharia. Para o aluno poder executar processos de pesquisa documental e estudos teórico orientados. Do ponto de vista laboratorial são determinadas e medidas grandezas físicas, realizando cálculos e estimativas, usando expressões, grandezas e tabelas. Este procedimento permitirá ao aluno, planear e executar procedimentos experimentais para aplicações concretas. Habilitando o estudante a manusear de forma equipamentos, dispositivos e componentes**

*ópticos, assegurando a sua correcta utilização. Bem como elaborar relatórios de trabalhos experimentais e textos descritivos de óptica com rigor, clareza e concisão, usando com eficiência esquemas gráficos, tabelas e resultados com apreciação de incertezas.*

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

*Theoretical courses introduce and describe concepts, laws and phenomena in optics and relate them to optics knowledge to solve real problems related with physics, biomedics and engineering. This allows the student to perform searching processes on documentation and oriented theoretical readings. From the point of view of laboratorial classes, physical quantities are measured, evaluated, in order to do calculations and estimations using expressions and tables. This procedure develops skills to manage equipment, devices and optical components. Certifying the correct material utilization and competence to make reports, using schemes, expressions, graphics, tables, etc.. and show results with uncertainty evaluation.*

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

*A disciplina de Ótica Aplicada contempla aulas presenciais de apresentação e exposição de matéria e aulas de atividades experimentais em laboratório. É adotada uma metodologia de ensino centrada na atividade contínua do aluno, nomeadamente através da realização de lições online e atividades experimentais e participação na apresentação dos temas programáticos e resolução de questões. As apresentações são apoiadas por vídeo projeção e demonstrações e simulações sendo sempre enfatizada a componente tecnológica e aplicações. O processo de ensino-aprendizagem apoia-se em plataforma de E-Learning onde são colocadas todas as informações da disciplina, as unidades de aprendizagem, enunciados de atividades experimentais lições no âmbito das unidades de aprendizagem e questionários, vídeos, informações sobre conferências relevantes na área da Ótica, catálogos de fabricantes de componentes e dispositivos para ótica e artigos científicos.*

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

*The Course of Applied Optics includes classroom presentation and exhibition of matter and of experimental activities classes in optics laboratory. A teaching methodology centered on the ongoing activity of the student is adopted, which includes the completion of online lessons and experimental activities and participation in the presentation of the program topics and problem solving. The classroom presentations are supported by video projection and demonstrations and simulations technological and applications are always emphasized. The teaching-learning process relies on E-Learning platform that posts all the course information, the learning units, lessons, set of experimental activities proposals within the learning units, quizzes, videos, information about relevant conferences in optics, catalogs of optics components and devices manufacturers and scientific articles.*

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

*A metodologia seguida conforma globalmente uma filosofia de Blended Learning e procura quantificar o trabalho dos alunos, permitindo a aplicação do "paradigma de Bolonha". Os alunos têm obrigatoriamente de se inscrever na plataforma de E.Learning, onde se disponibilizam as regras da disciplina, o programa, as Unidades de Aprendizagem (UA) com os conteúdos programáticos das aulas teóricas presenciais e os documentos guia dos Trabalhos Experimentais (AE) e lições-teste. O processo de ensino-aprendizagem compreende aulas teóricas, apresentação de seminários; aulas práticas de laboratório; conceção, preparação e execução de atividades experimentais execução de lições-teste online. As lições-teste fazem parte das atividades online de execução obrigatória, contribuindo com uma percentagem para a classificação final. As aulas teóricas de 2 horas, são suportadas por apresentações em vídeo-projetor e incluem a realização simulações, demonstrações experimentais, resolução de questões. Procura-se adotar uma perspetiva pedagógica construtivista. Os conteúdos das aulas teóricas UA, estão agrupados em documentos, também disponibilizados na plataforma em forma de lição. Cada uma destas lições tem associada uma autoavaliação, de execução obrigatória. As sessões experimentais de 2 horas, decorrem em laboratório. Dos trabalhos executados, os alunos apresentam relatórios. Estes trabalhos são classificados e a sua média ponderada corresponderá à classificação do aluno neste item. Os alunos podem ser interrogados individualmente sobre as atividades previstas em cada sessão. As sessões experimentais presenciais, requerem preparação prévia de toda a execução experimental. Para tal são disponibilizados na plataforma documentos, AEs, onde se definem objetivos para as atividades propostas e ajudam a explorar os conteúdos. Ao percorrer esses documentos, o aluno deve consultar todos os tópicos relacionados, tomando notas de enunciados ou expressões, de forma a construir o seu*



**memorando auxiliar para a atividade a executar em laboratório. Assim o aluno terá de desenvolver os procedimentos experimentais, executar montagens fazer medições, otimizar a execução e elaborar relatório científico. A aferição de conhecimentos e competências teórico-práticos adquiridos será aferida através de um teste final a ser realizado na última aula do semestre, que contribui para 50% da classificação final.**

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

***The methodology conforms generally a philosophy of Blended Learning and seeks to quantify students' work, allowing the application of the "Bologna paradigm". Students are compelled to register on the E.Learning platform, where rules, program, Learning Units (UA) with the contents of lectures and documents for preparation of Experimental Activities (AE), online lessons and quizzes are available. The teaching-learning process includes classroom lectures, online lessons with self-assessment quizzes. Classroom lectures of 2 hours are supported by video projector presentations and include simulations, demonstrations, experiments and problem solving. A constructivist educational perspective is adopted. The contents of lectures, organized in the form of UA, are grouped into documents, also available in the platform in the form of lesson-test. Each of these lesson-test has associated a compulsory self-assessment quiz which will contribute partially for the final mark. Experimental sessions of 2 hours are taking place in laboratory. Of work performed, each student presents reports to be evaluated. The weighted average mark of experimental component will correspond to the grade of the student for this item. Students can be asked individually about planned activities in each session. The experimental sessions require previous full preparation. Documents are available on the platform, AEs, with objectives for the proposed experimental activities and assist then to explore the contents. By going through these documents, the student should consult all related topics, taking notes of statements or expressions, in order to build its memorandum to assist the experimental execution in the laboratory. Thus the student will have to develop the experimental procedures, perform experimental assembly, make measurements, optimize performance and develop scientific report. The assessment of knowledge and skills acquired in theoretical-practical classes will be assessed through a final test to be held in the last class of the semester, which contributes to 50% for the final grade.***

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

***Óptica, Eugene Hecht, F.C.Gulbenkian, 2002***

***Modern Optics, Robert Guenther, Wiley.***

***Optics- 4th Edition - Francis A. Jenkins and Harvey E. White, McGraw-Hill***

***Principles of Optics, Max Born and Emil Wolf, Cambridge,1999***

***Óptica e Fotónica, Mário Ferreira, LIDEL***

***Optics, Eugene Hecht, Schaum's outlines***

***Physics for Scientists and Engineers, Fishbane, Gasiorowicz and Thornton, 2nd Edition, Extended, Prentice Hall***

***Fundamentals of Physics, Halliday / Resnick / Walker , John Willey & Sons, 7th edition***

## **Mapa IV - Ciência, Tecnologia e Sociedade / Science, Technology and Society**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

***Ciência, Tecnologia e Sociedade / Science, Technology and Society***

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

***Maria Paula Pires dos Santos Diogo - TP: 32h; S: 8h***

### **3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

n/a

**3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
**Objectivos da disciplina: (i) levar os alunos a interrogarem-se sobre a natureza e a extensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade no mundo actual;(ii) catalisar a reflexão crítica dos alunos sobre a sua futura experiência profissional e de cidadania. (iii) aumentar a capacidade de decisão e adaptação dos alunos num mundo em mudança.**

**Pretende-se: (i) aquisição de conhecimentos:compreender a estrutura da tecnociência e sua relação com os contextos económico, político, social e cultural;dominar conceitos fundamentais para a análise das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade.**

**3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
**This course aims at:(i) leading students to ask themselves crucial questions on the nature of the relationship between science, technology and society; (ii) leading students to think about their future work as engineers and about their rights and duties as citizens; (iii) increasing the students' capacity of decision and adjustment in a changing world. Specific capabilities to be developed:to understand the structure of technoscientific knowledge and its relations with social, economic, and cultural contexts;to master the fundamental concepts for the analysis of the interrelationship between science, technology and society.**

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**0. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relação ciência, tecnologia e sociedade. Ética, responsabilidade social e cidadania.**  
**1.Risco, Segurança e Responsabilidade: sociedade de risco e ética moderna. Ética, responsabilidade social e cidadania.**  
**2.Ciência, Tecnologia e Género: as mulheres no trabalho em ciência e tecnologia; o género na construção do discurso científico. 3.Redes de Sustentabilidade, ambiente e sociedade: intersecções entre decisão política/económica, competências científicas e técnicas e questões ambientais. 4.Modelos de investigação tecnocientífica contemporâneos e responsabilidade social. Os casos de Einstein, Bohr e Oppenheimer. 5.O Futuro Bio e Nano: landmarks e debates políticos e éticos. 6. E o Homem Criou o Ciborgue: ciência, tecnologia e cultura popular; medos e desconfianças; fronteiras entre humano e não-humano.7.Visualizando a modernidade - Ciência, tecnologia e cinema: narrativas cinematográfica e tecnociência.8.A Sociedade da Informação e a contemporaneidade.**

**3.3.5. Syllabus:**

**0.The relationship between science, technology and society. Ethics, social responsibility and citizenship.**  
**1.Risk, Safety, Responsibility and Accountability: risk society and modern ethics. Ethics, social responsibility and citizenship. 2.Science, Technology and Gender: women in science and technology; gender issues in the construction of scientific discourse.3.Sustainability Networks, Environment and Society: intersections between political/economic decisions, scientific and technical expertise and environmental issues.4.Models of contemporary techno-scientific research and social responsibility: Einstein, Bohr and Oppenheimer.5.The Bio and Nano Future: landmarks and ethical debates.6.And Man Created the Cyborg: science, technology and pop culture; fears and distrust; the thin line between human**

*and*

*nonhuman.7.Making Modernity Visible. Science, Technology and Cinema: film narrative and technoscience.8.The Information Society.and the experience of contemporaneity.*

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

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

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

*Given that this course aims at unveiling the nature and extent of the relationship between science, technology and society, thus stimulating students to engage in a critical reflection aboutf their future professional practice and citizenship, we chose a set of topics we deem critical to this discussion. These topics are approached from a contemporary perspective but include a historical perspective that allows students a diachronic and dynamic perspective of the relations between science, technology and society. The topics are chosen taking into account their relevance, the need for covering a diversified range of areas, and the possibility to establish bridges and dialogues between the various themes. The individual experience of the students is valued and the debate is encouraged.*

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

*Cada sessão da disciplina tem 3 horas teórico-práticas, onde a exposição dos conteúdos do programa são assegurados pelo docente, apoiado em materiais didácticos complementares relevantes, nomeadamente iconografia diversa, extractos de obras científicas, técnicas e de literatura, em ambos os casos coevas da matéria leccionada na sessão, e filmes. A quarta hora da disciplina é de trabalho autónomo do aluno, baseado nos materiais que serão disponibilizados na página de CTS. Procura-se sempre estimular nos alunos uma leitura crítica e integrada destes materiais didácticos nos conteúdos do programa através dos quais serão directamente avaliados*  
**AVALIAÇÃO PARA PROGRAMAS DOUTORAIS:** *resumo de cada um dos oito tópicos (máx. 2 páginas cada) e 4 comentários críticos sobre 4 dos módulos (5 a 10 pps).*

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

*Each session lasts three-hours (theory and practice).The contents of the program are presented by the teacher and supported by slides, technical texts, literature, and films covering the topics outlined in the syllabus. The fouth hour of each session is for independent work to be developed by the student based on the CTS course site.*

*Students are encouraged to have a critical posture concerning the topics of the program.*

**EVALUATION FOR PhD Programs: one summary of each topic (except for topic 1) (maximum 2 pages) and four short essays chosen out of the eight topics (except for topic 1), based on the sessions and on selected articles (5 to 6 pages).**

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

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

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

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

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Allhoff, F. et al (eds.), Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology, Willey, Hoboken, , 2007.*  
*Brodwin, P.E. (ed.), Biotechnology and Culture: Bodies, Anxieties, Ethics, Indiana University Press, Bloomington, 2000.*  
*Carson, R., Silent Spring, Boston, Houghton Mifflin Company, 1962.*  
*Castells, M., Rise of The Network Society, Londres, Blackwell Editors, 1996.*  
*Collins, H., Pinch, T., The Golem at Large, Cambridge, Cambridge University Press, 1998.*  
*Irwin, A., Sociology and the Environment, Polity Press, Cambridge, 2001.*  
*Jonas, H., The Imperative of Responsibility: In Search of Ethics for the Technological Age, University of Chicago Press, Chicago, 1984.*  
*Evetts, J., Gender and Career in Science and Engineering, Londres, Taylor and Francis, 1996.*  
*Malartre, E., Benford, G., Beyond Human: Living with Robots and Cyborgs, Nova Iorque, Forge Books/Macmillan, 2007.*

**Mapa IV - Eletrónica / Electronics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Eletrónica / Electronics*

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

*Arnaldo Manuel Guimarães Batista - T: 28h; PL: 84h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:***n/a***3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**

*Nesta disciplina inicia-se o estudo de circuitos eletrónicos construídos com dispositivos semicondutores. É introduzido o funcionamento dos componentes semicondutores básicos (díodos, transístores de junção bipolar (TJBs) e de efeito de campo (MOSFETs). Com base nas características elétricas destes componentes, pretende-se que o aluno aprenda a analisar e/ou dimensionar circuitos eletrónicos simples, tais como retificadores de sinal ou amplificadores de baixa frequência. O aluno aprende igualmente a dimensionar amplificadores com arquiteturas multiandar. Por fim, o aluno é confrontado com a análise de circuitos com amplificadores operacionais. O aluno desenvolve a capacidade de analisar e resolver problemas, executar projetos simples, trabalhar em equipa e autonomamente, elaborar relatórios e apresentar os trabalhos.*

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

*The goal of this course is to explain the basic electronic components, such as diodes and transistors (BJTs and MOSFETs). It is required that students learn the electrical characteristics of these components, as well as knowing to implement simple electronic circuits, based on several types of transistors and diodes. The student learns to design multistage amplifiers as well as to analyze and design basic circuits employing operational amplifiers. The student will develop the ability to solve problems, work in a team and autonomously. Students will also learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention is given to the ability of written and oral presentation of the work.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução aos Circuitos Eléctricos.*

*Díodos. Circuitos com díodos: retificadores, estabilizadores e limitadores. O Díodo Zener. O Díodo Zener como estabilizador de tensão.*

*Transístores de Junção Bipolar: métodos de polarização e modelo de pequenos sinais. Configuração em Emissor Comum, Base Comum e Colector Comum. Fontes de corrente. Amplificadores multi-andar. Adaptação de Impedância. Fontes de Corrente.*

*Transístores de Efeito de Campo. MOSFET (Enhancement e Depletion) de canal n e p. Polarização e modelo de pequenos sinais. Amplificadores.*

*Par Diferencial: polarização e modelo de pequenos sinais.*

*Introdução ao Amplificador Operacional: Montagem Inversora e não Inversora, Somador, Amplificador de Diferença, Amplificador de Instrumentação, Modo Comum, Slew-Rate.*

*Circuitos Lógicos CMOS*

*Segurança Eléctrica de Pacientes*

**3.3.5. Syllabus:**

*Introduction to Electric Circuits.*

*Diodes. Circuits with diodes. Rectifiers, Stabilizers, Limiting and Clamping Circuits. The Zener diode and applications.*

*Bipolar Junction Transistor : polarization and small signals model. Common Emitter, Common Base and Common Collector. Current Sources. Multi-Stage Amplifier. Impedance matching.*

*Field Effect Transistor: MOSFET (Enhancement and Depletion) channel n and p. Polarization and small signal models. Amplifiers.*

*Differential Pair: polarization and small signal model.*

***Introduction to Operational Amplifiers. The inverting and non-inverting configuration. The adder. Difference Amplifier. Instrumentation Amplifier. Common Mode. Slew-Rate.***

**CMOS Logic Circuits**

**Patient Electric Safety**

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

***Nas aulas teórico-práticas: depois da exposição teórica da matéria, o docente apresenta um conjunto de exemplos/exercícios que permitem aos alunos compreenderem melhor a matéria e desenvolverem capacidade de raciocínio.***

***Nas aulas práticas os exercícios executados e proposto abrangem exaustivamente toda a matéria dada exigindo dos estudantes uma maior compreensão dos conceitos e técnicas de projeto de circuito. O contínuo apoio do docente permite ajudá-los a concluírem com sucesso os diferentes problemas propostos. Os alunos desenvolvem a capacidade resolver problemas e com autonomia.***

***Nas aulas de laboratório os alunos têm contacto com as experiências que ilustram os pontos principais da matéria e que lhe permitem consolidar os conceitos principais e desenvolver a capacidade de trabalhar em equipa. Os alunos aprendem também a melhorar a sua capacidade de gestão do tempo disponível. Deu-se atenção à capacidade de apresentação escrita dos trabalhos realizados.***

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

***In theoretical-practical classes the lecturer explains the theoretical concepts and then shows some examples/exercises in order for the students to better understand better the concepts and techniques of this course and develop reasoning skills.***

***In the practical classes, the exercises allow the students a greater understanding of the concepts and techniques of circuit design. The continued support of the lecturer helps them successfully complete the different problems proposed. The students develop the ability to solve problems and autonomously.***

***In the laboratory classes the students have contact with experiments that illustrate the course key points and allow them to consolidate the key concepts and develop the ability of team work. Students also learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention was given for the written presentation of the work.***

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

***Os conceitos teóricos da matéria da cadeira são explicados pelos professores nas aulas teórico-práticas, sendo depois explicitada a aplicação destes conceitos através de exercícios e exemplos práticos de circuitos.***

***Resolução de problemas pelos alunos nas aulas práticas, disponibilizados na página da disciplina, antes das aulas. Aulas laboratoriais com pré-preparação e elaboração de relatório pelos alunos. Elaboração de projeto final.***

***Avaliação contínua nas aulas práticas, realização de trabalhos laboratoriais com elaboração de relatório experimental, realização de trabalho final com discussão, dois testes ou exame final.***

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

***The theoretical concepts of the course syllabus are explained in the theoretical-practical classes and then the application of these concepts is clarified through exercises and practical examples of circuits.***

***Resolution of sets of problems, available in the web page of the course, before the classes. Laboratorial classes with preparation in advance and report done by the students. Final project. Continuous assessment in practical classes, laboratory work with writing report, three tests or final exam.***

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

***Nas aulas teórico-práticas: depois da exposição teórica da matéria, o docente apresenta um conjunto de exemplos/exercícios que permitem aos alunos compreenderem melhor a matéria e desenvolverem***

**capacidade  
de raciocínio.**

***Nas aulas práticas os exercícios executados e proposto abrangem exaustivamente toda a matéria dada exigindo dos estudantes uma maior compreensão dos conceitos e técnicas de projeto de circuito. O contínuo apoio do docente permite ajudá-los a concluírem com sucesso os diferentes problemas propostos. Os alunos desenvolvem a capacidade resolver problemas e com autonomia.***

***Nas aulas de laboratório os alunos têm contacto com as experiências que ilustram os pontos principais da matéria e que lhe permitem consolidar os conceitos principais e desenvolver a capacidade de trabalhar em equipa. Os alunos aprendem também a melhorar a sua capacidade de gestão do tempo disponível. Deu-se atenção à capacidade de apresentação escrita dos trabalhos realizados.***

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

***In theoretical-practical classes the lecturer explains the theoretical concepts and then shows some examples/exercises in order for the students to better understand better the concepts and techniques of this course and develop reasoning skills.***

***In the practical classes, the exercises allow the students a greater understanding of the concepts and techniques of circuit design. The continued support of the lecturer helps them successfully complete the different problems proposed. The students develop the ability to solve problems and autonomously.***

***In the laboratory classes the students have contact with experiments that illustrate the course key points and allow them to consolidate the key concepts and develop the ability of team work. Students also learn how to improve their ability to manage the available time. Special attention was given for the written presentation of the work.***

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***Sedra & Smith: Microelectronic Circuits. Oxford University Press***

***Razavi, Fundamentals of Microelectronics, Wiley***

***M. Medeiros Silva, Introdução aos Circuitos Eléctricos e Electrónicos, Fundação C. Gulbenkian***

**Mapa IV - Física Estatística / Statistical Physics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Física Estatística / Statistical Physics***

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

***Gregoire Marie Jean Bonfait - TP: 56h***

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***n/a***

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

***Compreensão mais profunda da natureza estatística das leis da termodinâmica.***

***Visão microscópicas da natureza e dos fenómenos***

***Aplicação dos métodos da física estatística para uma ampla gama de problemas interessantes:***

***Paramagnetismo (e Ferromagnetismo)***

***Leis do gás ideal***

***Electrões nos sólidos (estatística de Fermi-Dirac)***

***Radiação do corpo negro (estatística de Bose-Einstein)***

***Supercondutividade e Superfluides***

***Bases para a compreensão dos fenómenos em Física da matéria condensada***

**3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
*Deeper understanding of the statistical nature of the laws of thermodynamics.*

*Microscopic vision of the nature and of its phenomena*

*Application of statistical physics techniques for a wide range of interesting problems:*

*Paramagnetism (and Ferromagnetism)*

*Ideal gas laws*

*Electrons in solids (Fermi-Dirac statistics)*

*Blackbody radiation (Bose-Einstein statistics)*

*Superconductivity and Superfluidity*

*Basis for Condensed Matter understanding*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Capítulo I - Passeio aleatório: Variáveis aleatórias e funções de distribuição . Passeio aleatório simples e geral*

*Capítulo II – Termodinâmica Revisão*

*Capítulo III- Sistema microcanónico– Sistem isolado, micros estados e macros estados, entropia.*

*Postulados fundamentais. Entropia, Temperatura, Pressão e potencial químico.*

*Capítulo IV- Sistema canónico. Função de partição. Cálculo das grandezas da termodinâmica clássica.*

*Aplicações*

*Capítulo V- Gás ideal clássico– Estados a uma partícula. Função de partição de uma partícula. Contagem dos estados . Estatística de Maxwell-Boltzman. Termodinâmica do gás ideal clássico. Validade do regime clássico.*

*Capítulo VI- Sistema macro-canónico– Grande função de partição. Partículas independentes. Estatística de Fermi-Dirac e de Bose. Condensação de Bose Einstein.*

*Capítulo VII – Gás de Fermiões. Electrões nos metais. Modelo de Sommerfeld. Calor específico.*

*Magnetização*

**3.3.5. Syllabus:**

*Chapter I - Random walk: Random variables and distribution functions. Simple and general random walk*

*Chapter II - Thermodynamics (Summary!)*

*Chapter III-Microcanonical system - Micros and macros states, entropy. Fundamental postulates. Entropy, temperature, pressure and chemical potential.*

*Chapter IV-Canonical system. Partition function. Classical thermodynamics.*

*Chapter V-Classical ideal gas. One particule states. Partition function of one particle. Counting the states. Maxwell-Boltzmann statistics. Thermodynamics of the classical ideal gas. Validity of the classical regime.*

*Chapter VI-Macro-canonical system. Grand function of partition. Independent particles. Fermi-Dirac and Bose Einstein statistics. Bose Einstein condensation.*

*Chapter VII - Fermionic gas. Electrons in metals. Sommerfeld model. Specific heat. Magnetization*

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

*Os estudantes conhecem (muito) bem as partículas envolvidas no mundo microscópico (electrons, átomos, spin, moléculas) assim como os parâmetros utilizados para descrever os estados macroscópicos (Temperatura, pressão, energia, ...). Esta disciplina junta estas duas visões e estes conhecimentos para construir pouco a pouco uma imagem unificadora destes dois extremos.*

*Estuda-se primeiro o sistema isolado, que depois é posto em contacto com um sistema muito maior (termostato). Por fim, o sistema é aberto para permitir a variação do número de partículas.*

*Esta último sistema permite introduzir facilmente a física de base de sistemas fundamentais como os electrões nos metais ou os semicondutores.*

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

*Students know (well) the particles involved in the microscopic world (electrons, atoms, spin, molecules) as well as the parameters used to describe the macroscopic states (temperature, pressure, energy, ...). This*



*course joins these two views and these knowledge to build stone by stone a picture unifying these two extremes.*

*We start first by studying the isolated system, which is then brought into contact with a much larger system (thermostat). Finally, the system is open to allow variation in the number of particles.*

*This latter system allows to easily introduce the physical basis of key systems such as electrons in metals or semiconductors.*

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

*Exposição da matéria "teórica" durante 45 min. Tudo (ou quase) no quadro sem pwp*

*Exercícios de aplicação durante o resto da aula. Os primeiros exercícios são muito "básicos" de maneira a esclarecer e estabilizar os conceitos denidos durante a exposição teórica.*

*Durante estas duas partes, perguntas são feitas para sondar e corrigir a compreensão que os alunos têm de alguns fenómenos.*

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

*Exposition of the "theory" for 45 min. On blackborad only (almost)*

*Application exercises during the rest of the class. The first exercises are very "basic" in order to clarify and stabilize the concepts introduced during the first part of the lesson.*

*During these two parts, questions are made to probe and correct (mis-) understanding that students have about some phenomena.*

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

*O facto de fazer exercícios logo a seguir às aulas teóricas permitem uma melhor assimilação dos conceitos e uma desmitificação mais rápida da matemática utilizada.*

*O número relativamente elevado de minitestes (5) ajuda também a forçar os alunos a acompanhar a matéria.*

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

*Doing the exercises immediately after the lectures allows better assimilation of the concepts and a faster demystification of the mathematics used.*

*The relatively high number of mini-tests (5) also helps to force students to work regularly.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Casquilho, J.P e Cortez Teixeira P.I., Introdução à Física Estatística, IST Press, Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia (2011)*

*Apontamentos manuscritos do Prof. Bonfait*

*Mandl, Statistical Physics, 2nd edition (Wiley, 1988)*

*Higher level: Reif, F., Statistical and Thermal Physics (McGraw-Hill, 1985).*

## Mapa IV - Mecânica Quântica / Quantum Mechanics

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Mecânica Quântica / Quantum Mechanics*

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

*José Paulo Moreira dos Santos - T: 42h; TP: 28h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Mauro António Moreira Guerra - TP: 56h*

*Pedro Manuel Duarte Gonçalves Amaro - TP: 28h*

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

*No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências na: descrição de sistemas físicos com dimensões da ordem de grandeza dos átomos e moléculas; interpretação de resultados experimentais que envolvam a interação de partículas e radiação electromagnética com*

*sistemas físicos com dimensões da ordem de grandeza dos átomos e moléculas;*

*resolução de equações diferenciais de segunda ordem do tipo da equação de Schrödinger, quer do ponto de vista analítico,*

*que do ponto de vista numérico.*

**3.3.4. 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 in the:*

*description of physical systems with dimensions of the order of magnitude of atoms and molecules;*

*interpretation of experimental results involving the interaction of electromagnetic radiation with particles and physical*

*systems with dimensions of the order of magnitude of atoms and molecules;*

*analytical and numeric resolution of differential equations of second kind similar to the Schrödinger equation.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução Histórica*

*Introdução à Mecânica Quântica*

*A equação de onda*

*A matemática da Mecânica Quântica*

*Os postulados da Mecânica Quântica*

*Estudo de sistemas simples unidimensionais*

*Dispersão de partículas e penetração de barreiras*

*Sistemas de partículas*

*A equação de Schrödinger para sistemas tridimensionais*

*O momento angular*

*Estados quânticos de sistemas tridimensionais*

*Métodos de aproximação – teoria das perturbações*

*Correcção aos valores da energia do átomo de hidrogénio*

**3.3.5. Syllabus:**

*Historical introduction*

*Introduction to Quantum Mechanics*

*The wave equation*

*The mathematics of Quantum Mechanics*

*The postulates of Quantum Mechanics*

*Study of unidimensional simple systems*

*Particle scattering and barrier penetration*

*Systems of particles*

*The Schrödinger equation in three dimensions*

*Angular momentum*

*Quantum states in three dimensions*

*Methods of approximation - perturbation theory*

*Corrections to the energy values of the hydrogen atom*

**3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da**

**unidade curricular:**

*Na primeira parte do semestre é apresentado o contexto histórico que conduziu ao surgimento da Mecânica Quântica, nomeadamente as experiências que produziram resultados não explicados pela teoria dita clássica, assim como as primeiras tentativas de descrição dos referidos fenómenos, de onde se destaca a teoria de Bohr. Seguidamente são introduzidos os conceitos matemáticos que alicerçam a Mecânica Quântica, nomeadamente o espaço de Hilbert. Na segunda parte do semestre são discutidos os postulados da Mecânica Quântica, ao que se segue a respectiva aplicação no estudo de sistemas unidimensionais representativos, tais como o poço de potencial e a barreira de potencial. Como preparação para a discussão de sistemas tridimensionais, é dada especial atenção ao momento angular. Posteriormente é estudado o átomo de hidrogénio e sistemas com mais do que uma partícula. No final, são introduzidos os métodos não analíticos utilizados na resolução da equação de Schrödinger.*

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

*In the first part of the semester is presented the historical context that led to the emergence of quantum mechanics, namely the experiences that have produced results that were not explained by the classical theory, as well as the first attempts of description of these phenomena, where stands the Bohr theory. Afterwards, they are introduced the mathematical concepts underpinning quantum mechanics, namely the Hilbert space. In the second part of the semester is discussed the postulates of quantum mechanics, to which follows its application in the study of representative one-dimensional systems, such as the potential well and potential barrier. In preparation for the discussion of three-dimensional systems, special attention is given to the angular momentum. Thereafter it is studied the hydrogen atom and systems with more than one particle. At the end of the course are introduced the non-analytical methods used in solving the Schrödinger equation.*

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

*A disciplina está dividida numa componente teórica e numa componente prática de problemas. As aulas teóricas decorrem em 2 sessões semanais de 1,5h e incluem discussão e resolução no âmbito de uma avaliação contínua. Nas aulas práticas de laboratório são discutidos e resolvidos problemas com o objectivo de acompanhar os assuntos leccionados nas aulas teóricas e de desenvolver competências na formulação de problemas.*

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

*The course is divided into lectures and a practical component of problems. The theoretical lectures take place in two weekly sessions of 1.5 hours each, which include discussion of problems. In the practical classes are discussed and resolved problems with the objective of monitoring the subjects taught in the lectures and to develop skills in problem formulation.*

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

*As componentes teóricas necessárias para atingir os objectivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que incluem a discussão de problemas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas*

*(testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é testado por meio de questionários sobre a matéria dada na própria aula e nas horas de atendimento. As componentes práticas necessárias para atingir e sedimentar os objectivos de aprendizagem são leccionadas nas aulas de problemas, através da resolução e discussão de problemas representativos. A frequência obrigatória das aulas laboratoriais pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.*

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

*The theoretical components needed to achieve the learning objectives are taught in lectures, which include discussion of problems. The acquisition of knowledge is assessed in written tests (tests / exams). The monitoring of students in lectures is tested through questionnaires given on the matter in the classes. The practical components necessary to achieve and consolidate the learning objectives are taught in classes of problems by solving problems and discussing representative. The mandatory frequency of these classes aims to ensure that students follow the subjects.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Apontamentos da disciplina fornecidos pelo docente.  
F. Duarte Santos, A. Amorim, J. Batista, Mecânica Quântica, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2008.  
W. Greiner, Quantum mechanics: an introduction, Springer-Verlag, Berlin, 1994.  
S. Gasiorowicz, Quantum Physics, 2nd Ed., John Wiley and Sons, New York, 1996.  
C. Cohen Tannoudji, B. Diu et F. Laloë, Quantum mechanics, John Wiley & Sons, 1991.  
J. P. Santos e M. F. Laranjeira, Métodos Matemáticos para Físicos e Engenheiros, Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 2004.*

**Mapa IV - Métodos Matemáticos da Física / Mathematical Methods of Physics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Métodos Matemáticos da Física / Mathematical Methods of Physics*

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

*António Carlos Simões Paiva - TP: 21h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Pedro Manuel Duarte Gonçalves Amaro - TP: 21h*

**3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
Pretende-se**

*Ligar a física e a matemática, de modo a que o aluno saiba o significado físico de uma formulação matemática solução de um problema.*

*Testar as soluções alcançadas para problemas físicos.*

*Desenvolver técnicas de resolução de problemas, onde os estudantes adquiram a destreza em escolher os métodos adequados para cada problema.*

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

***The learning goals encompasses:***

***Connecting physics and math, students should be able to explain the physical meaning of the formal and/or mathematical formulation of a solution to a physics problem.***

***Checking solutions, students should be able to justify the reasonableness of a solution they have reached.***

***Problem-solving techniques, students should develop their skills in choosing and applying the problem-solving technique that is appropriate to a particular problem.***

### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***Séries e Transformadas de Fourier***

***Análise Complexa***

***Introdução ao programa de álgebra computacional "Mathematica" e aplicações a fenómenos físicos***

### **3.3.5. Syllabus:**

***Fourier Series and Transforms***

***Complex Analysis***

***Introduction to the computational software program "Mathematica" with applications to physics phenomena***

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

***As sessões são um misto de aulas teóricas com aulas práticas, onde os alunos são convidados a participar. Os tópicos têm a motivação dada por problemas físicos e será dada ênfase às diferentes técnicas de resolução aplicadas a contextos diferentes.***

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

***Lectures are a mixing between traditional lectures and recitation sessions, where active participation is encouraged. Topics are motivated by physics problems and students are asked to articulate their expectations for the solution to a problem. Different problem-solving techniques will apply to different contexts.***

### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

***A disciplina está organizada em aulas teórico-práticas, em que será apresentada a matéria do curso, incluindo exemplos de aplicação.***

***De acordo com o Regulamento de Avaliação da FCT a avaliação em "Métodos Matemáticos da Física" enquadra-se no tipo Avaliação distribuída com dispensa de exame final:***

***1) A avaliação consiste em dois mini-testes (durante o horário de aulas) e num pequeno projecto a ser implementado com o software "Mathematica".***

***2) Cada mini-teste tem uma valorização de 35% para a classificação final e o projecto os restantes 30%. A classificação de cada componente de avaliação é arredondada à décima.***

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

***The course is organized in lectures where the theory is presented and problems are discussed with the instructor.***

***Evaluation will consist of two midterm evaluation tests and a project.***

***Grading : Midterms 35% each and 30% for the project***

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

*Os estudantes são encorajados a colocarem dúvidas.*

*Os primeiros dois meses serão usados na consolidação e desenvolvimentos de técnicas a que já foram parcialmente expostos.*

*A parte final será uma introdução a cálculo simbólico e métodos numéricos com o software "Mathematica". Um pequeno projecto final permite aos alunos a aplicação da preparação atingida.*

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

*Students are required to attend the lectures and questions are welcome at any time.*

*During the first two months emphasis is set on acquiring new or improved mathematical tools and apply them to construct a valid answer.*

*Later in the course, students are introduced to symbolic and numerical methods using Mathematica. The project serves as a bench-mark of the preparation attained by the students.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*1- Métodos Matemáticos para Físicos e Engenheiros, José Paulo Santos e Manuel Fernandes Laranjeira, Fundação da FCT*

*2- Mathematical Methods in the Physical Sciences, Mary L. Boas, Wiley*

**Mapa IV - Eletromagnetismo Avançado / Advanced Electromagnetism**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Eletromagnetismo Avançado / Advanced Electromagnetism*

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

*Gregoire Marie Jean Bonfait – TP: 42 h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*n.a.*

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

*O objetivo desta unidade curricular é providenciar um tratamento avançado da teoria da eletromagnetismo clássico. No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências em:*

- Processos físicos que ocorrem em sistemas eletromagnéticos dinâmicos;*
- Processos físicos relacionados com a propagação de ondas eletromagnéticas no espaço;*
- Processos físicos relacionados com a propagação de ondas eletromagnéticas na matéria.*

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

*The aim of this course is to provide an advanced knowledge of the theory of classical electromagnetism. At the end of this course the student will have acquired knowledge, skills and competencies in:*

- Physical processes related to dynamic electromagnetic systems;*
- Physical processes related to the propagation of electromagnetic waves in space;*
- Physical processes related to the propagation of electromagnetic waves in matter.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Equações de Maxwell*

2. *Ondas electromagnéticas planas*
3. *Propagação e emissão de ondas electromagnéticas*
4. *Guias de ondas e cavidades ressonante*
5. *Propagação de ondas electromagnéticas na matéria*

### 3.3.5. Syllabus:

- 1 *Maxwell's equations*
- 2 *Electromagnetic plane waves*
- 3 *Propagation and emission of electromagnetic waves*
- 4 *Wave guides and resonant cavities*
- 5 *Propagation of electromagnetic waves in matter*

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

*A unidade curricular inicia-se com uma revisão das equações de Maxwell, dando-se ênfase à formulação diferencial. Seguidamente são discutidas as ondas eletromagnéticas planas, como solução das equações de Maxwell, e a propagação e emissão das ondas eletromagnéticas. Serão ainda estudados os guias de ondas e cavidades ressonantes. Na última parte do semestre será discutida a propagação da radiação eletromagnética na matéria.*

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

*The course begins with a review of Maxwell's equations, giving emphasis to the differential formulation. Afterwards, it will be discussed the electromagnetic plane waves as a solution of Maxwell's equations, and the propagation and emission of electromagnetic waves. The resonant cavities and wave guides will be also studied. The last part of the semester will be dedicated to the study of the propagation of electromagnetic radiation in the matter.*

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

*A unidade curricular está dividida numa componente teórica e numa componente prática de problemas. As aulas teóricas serão ministradas em duas sessões com a duração de uma hora, e incluem momentos de avaliação no âmbito de uma avaliação contínua.*

*Nas aulas práticas, ministradas em sessões semanais de uma hora de duração, serão discutidos problemas com o objetivo de verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas.*

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

*The course is divided in lectures and problem solving sessions. The lectures will be held in two sessions each week, lasting one hour and include four assessment tests.*

*The problem solving sessions will be delivered once a week, lasting 1 hour each. These sessions aim the discussions of the physical phenomena introduced in the lectures.*

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

*As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que incluem a discussão de problemas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é verificado por meio de questionários orais, e escritos se necessário, sobre a matéria lecionada na aula anterior e na própria aula, assim como no horário de atendimento.*

*As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teóricas através da análise e discussão de problemas-tipo e nas aulas práticas. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática das provas escritas.*

### 3.3.8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning

**outcomes:**

*The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lectures, which include discussion of problems. The acquisition of such knowledge is assessed in written tests (tests / exams). The monitoring of students in lectures is verified through oral quizzes, written and if necessary, on the material taught in lectures.*

*The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: in lectures through analysis and discussion of problems. The assessment of these skills is ensured by written tests and reports of laboratory work.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Alonso & Finn(Part II, Fields and waves)  
Electromagnetism (Grant and Phillips)  
Campo Electromagnético (Brito, Fiolhais, Providência)*

**Mapa IV - Eletrónica Aplicada / Applied Electronics****3.3.1. Unidade curricular:**

*Eletrónica Aplicada / Applied Electronics*

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

*Orlando Manuel Neves Duarte Teodoro - T: 28h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Dawei Liang - PL: 84h  
José Luís Constantino Ferreira - PL: 42h  
André João Maurício Leitão do Valle Wemans - PL: 42h*

**3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
Os objectivos principais desta disciplina são:**

*Desenvolver os conhecimentos de electrónica considerando aplicações típicas.  
Conhecer os componentes electrónicos, as suas características principais e o seu dimensionamento.  
Adquirir capacidades para implementar e avaliar circuitos electrónicos.  
Aprender a projectar alguns circuitos típicos como fontes de alimentação, ou circuitos com amplificadores operacionais.  
Conhecer as ferramentas e instrumentos de teste e ensaio de circuitos electrónicos*

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

*The main objectives of this course are:*

- Develop knowledge on electronics around typical applications.*
- Became acquainted with electronics components, its main features and its selection.*
- Acquire skills to implement and evaluate electronic circuits.*
- Learn how to design some typical circuits such as power supplies, or circuits with operational amplifiers.*
- Know the tools and testing instruments for testing of electronic circuits*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*O programa será desenvolvido em torno de trabalhos práticos selecionados e representativos de aplicações de electrónica analógica.*

*Os trabalhos serão antecipadamente expostos em sala de aula com o devido enquadramento teórico bem como aspectos práticos de dimensionamento.*

*Em laboratório, os alunos procederão ao dimensionamento, simulação e ensaio embreadboard.*



**Alguns trabalhos típicos serão em torno dos seguintes tópicos:**

- 1. Do transistor ao amplificador operacional.**
- 2. O amplificador operacional como ferramenta.**
- 3. Fontes de alimentação caracterização e projeto.**
- 4. Fontes de alimentação comutadas.**

**Cada trabalho poderá ser reajustado ou mesmo substituído em função das necessidades expectáveis do mercado de trabalho, ou da experiência do docente em áreas específicas.**

### **3.3.5. Syllabus:**

**The course program will be developed around selected projects that provide a good representation of analog electronics applications.**

**The projects will be initially presented in the class (problem-solving) sessions, providing the full theoretical framework, where the dimensioning of the projects will be performed.**

**In the labs, the students will do theirs specific project specification, simulation and testing in breadboard.**

**The typical projects will be under the topics:**

**From the transistor to the operational amplifier (OPAMP)**

**The OPAMP as a toolbox.**

**Power supply design,**

**Switched mode power supply**

**Each project will be adjusted or changed aligned to the perceived market needs and the professors' experience.**

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

**Os temas escolhidos para serem abordados como projectos nas aulas teóricas cobrem os conteúdos definidos na disciplina e preparam os alunos para a autonomia no desenho e implementação de electrónica analógica.**

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

**The selected topics to be covered as projects in the lectures cover the listed content of the course, preparing the students for autonomy in the design and implementation of analog electronics.**

### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

**Aulas teóricas e aulas laboratoriais.**

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

**Lectures and lab sessions.**

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

**A divisão da carga horária entre aulas teóricas e laboratoriais, fornece a formação prática desenhada nos objectivos da disciplina. Os formato de avaliação contínua, onde os docentes acompanham as diversas etapas de evolução do desenvolvimento dos trabalhos laboratoriais de electrónica, garante a correcta evolução da aprendizagem e real demonstração de conhecimentos aplicados.**

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

**The division between lecturing sessions and laboratory sessions provides the practical training goals**

*expressed in this course. The continuum evaluation format, where the lab assistants follow the student's evolution in the lab projects, ensures the correct student learning evolution and the real demonstration of applied knowledge.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*The Art of Electronics, 2ª edição, Paul Horowitz e Winfield Hill, Cambridge Press, 1989.*

*Princípios de Electrónica 1, A.P. Malvino, 6ª edição, McGraw Hill 1999*

*Princípios de Electrónica 2, A.P. Malvino, 6ª edição, McGraw Hill 2000*

*Textos dos trabalhos práticos, disponíveis no CLIP*

## Mapa IV - Física Atómica / Atomic Physics

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Física Atómica / Atomic Physics*

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

*José Paulo Moreira dos Santos – T: 42 h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*António Alberto Dias – PL: 28 h*

*Mauro António Moreira Guerra – PL: 28 h*

*Pedro Manuel Duarte Gonçalves Amaro – TP: 28 h*

### 3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes): *O objetivo deste curso é proporcionar aos alunos fundamentos sólidos de Física Atómica. No final desta UC o estudante estará apto:*

- A compreender os fenómenos físicos que se desenrolam a nível atómico, tais como as excitações eletrónicas que originam a emissão luz e de outros eletrões;*
- A tratar a informação constante em bibliografia (monografias, livros e artigos científicos) da área da Física Atómica.*
- A aprofundar a tecnologia que está na base da instrumentação utilizada correntemente em vários campos da Física, da Química, da Biologia e da Medicina.*

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

*The purpose of this course is to provide students with solid fundamentals of atomic physics. At the end of this course the student will be able:*

- To understand the physical phenomena that take place at atomic level, such as electronic excitations that generate light and the emission of other electrons;*
- To understand the information contained in literature (monographs, books and scientific articles) about Atomic Physics.*
- To develop technology that underlies the instrumentation currently used in various fields of physics, chemistry, biology and medicine.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1. Revisão dos fundamentos da Mecânica Quântica*
- 2. Sistemas atómicos com um eletrão*
- 3. Ação de campos magnéticos externos*
- 4. Sistemas atómicos com dois eletrões*
- 5. Átomos multieletrónicos*
- 6. Correções à aproximação do campo central*
- 7. Transições radiativas*
- 8. Fluorescência de raios X*

**9. Lasers****10. Átomos Exóticos****3.3.5. Syllabus:**

- 1 Review of the foundations of Quantum Mechanics**
- 2 Atomic systems with one electron**
- 3 Influence of external magnetic fields in atomic systems**
- 4 Atomic systems with two electrons**
- 5 Atomic systems with several electrons**
- 6 Corrections to the central field approximation**
- 7 Radiative Transitions**
- 8 X-Ray fluorescence**
- 9 Lasers**
- 10 Exotic atoms**

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

*A unidade curricular inicia-se com uma revisão dos conceitos basilares da mecânica quântica. Seguidamente é discutido o átomo de hidrogénio e iões hidrogenóides, dando-se ênfase à importância momento angular na descrição do sistema atómico sob a ação de campos externos. Posteriormente serão estudados os sistemas atómicos com dois eletrões, numa perspetiva de preparação do estudo dos sistemas atómicos com mais do que 2 eletrões. Estes sistemas serão abordados focando a importância das consequências decorrentes da aproximação do campo central.*

*Na segunda parte do semestre serão aplicados os conhecimentos e valências adquiridos anteriormente no estudo de transições atómicas radiativas, nomeadamente na fluorescência de raios-X. Posteriormente serão discutidos os lasers e os átomos exóticos na perspetiva casos concretos de aplicação.*

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

*The course begins with a review of basic concepts of quantum mechanics. Afterwards, it is discussed hydrogen atom and hydrogenic ions, giving emphasis to the importance of the angular momentum in the description of atomic system under the action of external fields. Later, are studied atomic systems with two electrons will be with a view to preparing the study of atomic systems with more than two electrons. These systems are discussed within the framework of the central field approximation.*

*In the second part of the semester it will be applied the knowledge previously acquired in the study of atomic radiative transitions, namely the fluorescence X-rays will be applied. Later we will be discuss the lasers and exotic atoms in perspective case studies.*

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

*A unidade curricular está dividida numa componente teórica e numa componente prática de problemas e laboratórios. As aulas teóricas serão ministradas em duas sessões com a duração de uma hora e trinta minutos, e incluem quatro momentos de avaliação no âmbito de uma avaliação contínua.*

*Nas aulas práticas serão discutidos problemas e realizados trabalhos experimentais com o objetivo de verificar fenómenos e processos físicos descritos nas aulas teóricas e de desenvolver competências na montagem de laboratório e na experimentação.*

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

*The course is divided in lectures, problem solving and laboratory demonstrations. The lectures will be held in two sessions each week, lasting one hour and thirty minutes and include four assessment tests.*

*The problem solving and laboratory demonstrations will be delivered once a week, lasting 1 hour and 1 hour and half, respectively. These sessions aim the discussions and verification of the physical phenomena introduced in the lectures, and the development of experimental and laboratory skills. The students will produce reports about each laboratory work.*

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

**As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, que incluem a discussão de problemas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é verificado por meio de questionários orais, e escritos se necessário, sobre a matéria lecionada na aula anterior e na própria aula, assim como no horário de atendimento.**

**As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teóricas através da análise e discussão de problemas-tipo e nas aulas práticas através da observação e análise de alguns dos problemas. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática das provas escritas e nos relatórios dos trabalhos de laboratório.**

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

***The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lectures, which include discussion of problems. The acquisition of such knowledge is assessed in written tests (tests / exams). The monitoring of students in lectures is verified through oral quizzes, written and if necessary, on the material taught in lectures.***

***The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: in lectures through analysis and discussion of problems and laboratory sessions through observation and analysis of some of the problems. The assessment of these skills is ensured by written tests and reports of laboratory work.***

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***Capítulos dos livros de: / Book chapters from:***

***B. H. Brandsen and C. C. Joachain , Physics of Atoms and Molecules, Prentice Hall (2002).***

***H. Haken e H. C. Wolf, The physics of atoms and quanta: introduction to experiments and theory, Springer Verlag, Berlin (2005).***

***José Teixeira Dias, Química Quântica, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (1982).***

**Mapa IV - Física Molecular / Molecular Physics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Física Molecular / Molecular Physics***

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

***Paulo Manuel Assis Loureiro Limão-Vieira – T:42h***

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***Paulo António Martins Ferreira Ribeiro – PL:28h***

***Susana Sérgio Venceslau – PL:28h***

***Filipe Ribeiro Ferreira da Silva –TP: 28h***

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

- Aprofundar conhecimentos em áreas de investigação aplicada, inovação, desenvolvimento experimental, novas tecnologias, não descurando a investigação fundamental;***
- Contribuir para a formação de técnicos de excelência em diversas atividades profissionais que requeiram aplicação da Física;***
- Ministar uma formação com ênfase experimental em técnicas modernas de Física Molecular Aplicada;***
- Valorizar os fenómenos físicos em temas que vão desde os processos de decomposição e reação com moléculas de interesse biológico, processos de captura eletrónica dissociativa e de transferência de carga, com particular relevo para moléculas de interesse biológico;***

- *Esforçar a autonomia na pesquisa documental orientada para a seleção e tratamento de informação sobre procedimentos em questões da Física Molecular;*
- *Reconhecer a vantagem de articulação de diversas áreas do saber em Física Molecular com Química, Biofísica, Física Médica, Instrumentação, Tecnologia, entre outras.*

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

- *To get insight into applied research areas, innovation, experimental development, new technologies, with the main goal of recognizing fundamental research as relevant;*
- *Contribute to technical background of top qualified experts to participate in several professional activities requiring underlying physical support;*
- *Teaching solid experimental up-to-date achievements on themes related to applied molecular physics;*
- *Stressing particular physical phenomena which are relevant within the context of radiation biology, radiotherapy with the particular attention to biomolecular damage, dissociative electron attachment and charge transfer to biological molecules, among many others;*
- *To promote capabilities allowing for independent scientific research on Molecular Physics context;*
- *To recognize the advantage of interlinking several research areas within Molecular Physics, e.g. with Chemistry, Biophysics, Medical Physics, Instrumentation, Technology, among many others.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Os conteúdos incluem:*

1. *Revisão de conhecimentos adquiridos em Mecânica Quântica e Física Atómica*
2. *Introdução à simetria molecular*
3. *Estrutura de moléculas diatómicas (homonucleares)*
4. *Estrutura de moléculas poliatómicas (e.g. biológicas)*
5. *Espectro molecular (eletrónico e ro-vibrónico)*
6. *Interações para colisões atómicas – interpretações clássica e quântica*
7. *Colisões eletrão - átomo e eletrão - molécula*

### 3.3.5. Syllabus:

*Course contents include:*

1. *Review of topics on Quantum Mechanics and Atomic Physics*
2. *Introduction to molecular symmetry*
3. *Structure of diatomic molecules (homonuclear)*
4. *Structure of polyatomic molecules (e.g. biological)*
5. *Molecular spectrum (electronic and ro-vibrational)*
6. *Atomic collision interactions– classical and quantum interpretation*
7. *Electron - atom and electron – molecule collisions*

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

*A unidade curricular inicia-se com o Cap. 1 onde se fará uma breve aferição dos conhecimentos adquiridos em Mecânica Quântica e Física Atómica, e.g. questões relacionadas com simetria e princípio de exclusão de Pauli, campo central e potencial resultante; acoplamentos L, S e j, j, O Cap. 2 dá uma abordagem introdutória à simetria molecular e teoria de grupos, enquanto que o Cap. 3 aborda questões relacionadas com a estrutura de moléculas diatómicas e o Cap. 4 de moléculas poliatómicas. O Cap. 5 é dedicado aos espectros moleculares (eletrónico e ro-vibrónico). O Cap. 6 aborda questões fundamentais das interações entre partículas do ponto de vista da abordagem clássica e da mecânica quântica para colisões atómicas. No Cap. 7 estendem-se os conhecimentos do capítulo anterior para interações eletrão - átomo e eletrão – molécula. Os conteúdos programáticos são lecionados no sentido dos casos mais elementares até aos mais complexos.*

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

*The curricular unit begins with Chapter 1 where a brief overview of previous topics on Quantum Mechanics and Atomic Physics, e.g. symmetry, Pauli exclusion principle, central field and potential; L, S and j, j couplings. Chapter 2 is devoted to an introduction to Molecular Symmetry and group theory whilst Chapter 3 deals with the structure of diatomic molecules (homonuclear) and Chapter 4 to the structure of polyatomic molecules (e.g. biological). Chapter 5 is devoted to the molecular spectrum (electronic and ro-vibrational) and Chapter 6 and 7 to atomic collision interactions– classical and quantum interpretation*

*and Electron - atom and electron – molecule collisions, respectively.*

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

*A matéria do curso será apresentada em aulas teóricas e práticas de problemas e laboratórios. As aulas teóricas decorrerão em duas sessões semanais de uma hora e trinta minutos cada, as aulas teórico-práticas e práticas permitirão discutir problemas e realizar trabalhos experimentais, respetivamente. Estas têm a duração de uma hora e uma hora trinta minutos, respetivamente, e ocorrem apenas uma vez por semana. Será fornecida bibliografia recomendada que incluirá alguns capítulos de livros, dispositivos em formato “power point” e alguns artigos científicos (onde aplicável).*

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

*The present lecture course will be delivered in full lectures, problem solving and lab demonstrations. Lectures will happen twice a week running for 1.5 h each, problem solving and lab demonstration once a week, 1.0 h and 1.5 h, respectively. Bibliography to be recommended from chapter books, presentation on power point format and a few scientific papers where applicable.*

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

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

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

*The teaching methodologies are consistent with the curricular unit objectives through the constant delivering and full support from the teaching board. Such will then be probed through a written evaluation. Problem solving and lab demonstrations will be delivered through all available channels, including lectures and discussion. The evaluation of such competences will be probed through lab demonstrations and examination. Complying with this methodology guarantees a continuous, interlinked and updated knowledge transfer through the lecture course.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Capítulos dos livros de: / Book chapters from:*

*Physics of Atoms and Molecules  
B. H. Bransden and C. C. Joachain  
Prentice Hall, 2002  
ISBN: 978-0582356924*

*Molecular Quantum Mechanics – 5th Edition  
Peter Atkins & Ronald Friedman  
Oxford Univ. Press, 2010  
ISBN: 978-0-19-954142-3*

*Introduction to the Structure of Matter  
John J. Brehm and William J. Mullin  
John Wiley & Sons, 1989  
ISBN: 0-471-60531-X*

*Gaseous Molecular Ions  
E. Illenberger and J. Momigny  
Springer-Verlag New York, 1992*

**ISBN: 3-7985-0870-4**

**Atomic and Molecular Clusters**

**Roy L. Johnston**

**Taylor & Francis, 2002**

**ISBN: 0-7484-0931-9**

#### **Mapa IV - Física do Estado Sólido / Solid State Physics**

##### **3.3.1. Unidade curricular:**

***Física do Estado Sólido / Solid State Physics***

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

***João Paulo Lança Pinto Casquilho - T: 28h; TP: 14h***

##### **3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***Ana Cristina Gomes da Silva - PL: 28h***

##### **3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes): *No final desta unidade curricular o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências em***

***- processos físicos que ocorrem em sistemas cristalinos e respectivas leis, como a) identificação de planos cristalográficos, difracção de raios X b) vibrações térmicas da rede cristalina, a respectiva contribuição para a capacidade calorífica dos sólidos cristalinos e condutividade térmica c) propriedades eléctricas dos metais, condutividade eléctrica c) bandas de energia e diferença entre metais e semicondutores d) propriedades magnéticas dos sólidos, paramagnetismo e ferromagnetismo***

##### **3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students): *At the end of this subject the student should have obtained knowledge, ability and competences in***

***-the physical processes and respective laws in crystalline systems, as) identifying crystal planes and X-ray diffraction patterns b) thermal vibrations of the crystal lattice, its contribution to the heat capacity of crystals and thermal conductivity c) electric properties of metals and electrical conductivity ) energy bands and the difference between metals and semiconductors d) magnetic properties of crystalline solids, paramagnetism and ferromagnetism***

##### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***1. Cristais e sólidos cristalinos***

***2. Propriedades térmicas dos sólidos.***

***3. Propriedades eléctricas dos metais***

***4. Semicondutores***

***5. Propriedades magnéticas dos sólidos***

##### **3.3.5. Syllabus:**

***1. Crystals and crystalline solids***

***2. Thermal properties of solids***

***3. Electrical Properties of metals***

***4. Semiconductors***

## 5. Magnetic properties of solids

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

*No primeiro capítulos são dados os conceitos fundamentais, as definições e as convenções a serem usadas durante a disciplina. Nos capítulos seguintes estudam-se alguns aspectos da descrição dos sólidos cristalinos.*

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

*In the first chapter the fundamental concepts, definitions and conventions to be used in the subject are given. In the following chapters different aspects of the description of crystalline solids are given.*

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

*Aulas teóricas, uma vez por semana com duas horas de duração. Exposição de matéria teórica e de exemplos de aplicação.*

*Aulas práticas, com realização de trabalhos experimentais, cada duas semanas, alternadamente com aulas teórico práticas de resolução de problemas. As normas de funcionamento e avaliação da componente prática estarão disponíveis na documentação de apoio do CLIP a partir da primeira semana de aulas.*

*Obtenção de frequência à disciplina: nota mínima de dez valores na componente de avaliação prática e mínimo de 2/3 de presenças às aulas teóricas e de resolução de problemas.*

*Componente teórica: dois testes e/ou exame final, classificados até 20 valores. A nota teórica da avaliação por testes é calculada pela média aritmética dos dois testes.*

*Componente prática: as normas de funcionamento e avaliação da componente prática estarão disponíveis na documentação de apoio do CLIP a partir da primeira semana de aulas.*

*Nota final:  $NF = 0.5 \times NT + 0.5 \times NP$*

*Nota Final  $NF = NT$*

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

*Theoretical lectures, once a week.*

*Practical sessions in the laboratory every two weeks, alternating with problem resolution sessions. Theory: 2 tests and / or final exam*

*Theory grade: simple average of the grades of the tests or the exam grade*

*A successful result in the theory assessment is required - minimum grade: 10 in 20*

*Frequency*

*Frequency is mandatory. Obtained with the laboratory sessions and with minimum 2/3 assistance to the theoretical lectures and the problem resolution sessions.*

*A successful result in the laboratory assessment is required - minimum grade: 10 in 20*

*Final grade*

*The final grade is the average of 50% of the theory grade and 50% of the laboratory grade.*

*Students with a previous year(s) successful assessment in the laboratory component are only assessed relative to the theory and the final grade is given by the theory grade*

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

*As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas*



*aulas teóricas e nas aulas de resolução de problemas tipo. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são dadas nas aulas de laboratório, através da montagem experimental, realização, observação e análise dos problemas e fenómenos fundamentais. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática por relatórios de grupo e por uma discussão final individual. A frequência obrigatória pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria.*

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

*The theoretical components needed for the learning goals are given in the lectures, and the problem resolution session that include the discussion of some typical problems. The acquisition of knowledge is assessed in the tests/exams. The practical components are given in the laboratory sessions, with the mounting, realization and analysis of experiments. This component is assessed with group reports and an individual final discussion. The mandatory frequency means to ensure that the students follow the subject.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, 7th edition (Wiley)*

*Introdução à Física Estatística, J.P. Casquilho e P.I. Teixeira, IST Press (2011)*

*Física da Matéria Condensada, Maria Raposo, (2007)*

*R. Turton, The Physics of Solids, ed. Oxford University Press (2000).*

*D.L. Goodstein, States of Matter, ed. Dover(1985).*

**Mapa IV - Física Nuclear / Nuclear Physics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Física Nuclear / Nuclear Physics*

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

*Maria Adelaide de Almeida Pedro de Jesus - T:28h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*João Duarte Neves Cruz - PL:28h*

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

*Pretende-se que os alunos complementem a sua formação através da familiarização com a constituição e estrutura do núcleo atómico, as propriedades e interações mútuas entre nucleões, e o modo como a sua organização determina as propriedades dos núcleos. Pretende-se que os alunos se familiarizem com a radioactividade como fenómeno nuclear, e as suas aplicações. Pretende-se complementar e alargar a formação dos estudantes a áreas de importância técnica, tecnológica e científica, em particular nas aplicações médicas, e na caracterização e estudo de materiais. Do ponto de vista experimental laboratorial tem-se por objectivo familiarizar os alunos com os conceitos, a prática e os equipamentos de espectrometria nuclear, nomeadamente fontes e detectores de radiação, electrónica de processamento e aquisição de dados.*

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

*The students will learn about the structure of the nucleus, the properties and mutual interaction between nucleons and the way their organization determines the nuclei properties. Students will get acquainted with radioactivity as a natural process and its applications. Some aspects of applied nuclear physics will also be discussed as medical applications and material characterization. In laboratory sessions, the students will become acquainted with practical aspects of radiation detection, involving different kind of detectors, the associated electronics and data acquisition.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Partículas e interacções. A interacção fraca. A interacção entre nucleões.*

*Momentos: angular, dipolar magnético, quadrupolar eléctrico.*

*Propriedades nucleares: raio, distribuições de carga e nucleões. Massa, energia de ligação, fórmula semi-empírica de massa.*

*Modelo em camadas, previsões e falhas. Referência a modelos colectivos.*

*Radioactividade. Tipos de declínio. Conceitos e leis dos declínios radioactivos.*

*Radioactividade natural. Famílias radioactivas. Datação radioactiva.*

*Conceitos de dosimetria. Unidades de medida de radiações e dosimetria.*

*Declínio alfa, beta e gama: energética e informação experimental. Modelos teóricos. Conservação dos momentos angulares e paridades: regras de selecção. Espectrometrias alfa, beta e gama.*

*Cisão Nuclear. Energética e critérios para a cisão nuclear. Propriedades: emissão imediata de neutrões; a estabilidade dos fragmentos e emissão atrasada de neutrões.*

*Detecção de radiação e espectrometrias nucleares.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Fundamental particles and interactions. The weak interaction. The interaction between nucleons.*

*Angular, magnetic dipolar and electric quadrupolar moments.*

*Nuclear properties: radius, charge and mass distributions. Mass, binding energy, semi-empirical mass formula.*

*The shell model, predictions and failures. Reference to collective models.*

*Radioactivity. Types of decay. Concepts and laws of radioactive decay. Natural radioactivity. Radioactive chains. Radioactive dating.*

*Alpha, beta and gamma decays: energetics and experimental data. Theoretical models. Conservation of angular momenta and parity: selection rules. Alpha, beta and gamma spectrometries.*

*Nuclear Fission. Properties: prompt and delayed neutrons; instability of fragments.*

*Radiation detection; detectors; nuclear spectrometries.*

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

*Procura-se dar uma visão abrangente da estrutura e propriedades nucleares, nomeadamente as suas interrelações no que diz respeito aos efeitos das estabilidades e instabilidades nucleares (declínios radioactivos) nas transformações nucleares e emissão de radiações. Procura-se realçar as diversas implicações e aplicações nas várias áreas de conhecimento e actividade humana, em particular da Física à Biologia, passando pelas engenharias, da saúde às ciências dos materiais, passando pelas ciências do património. Relativamente aos declínios radioactivos e espectrometrias insiste-se na capacidade de fazer estimativas e efectuar cálculos simples, contribuindo para uma melhor apreensão e capacidade de aplicação dos conceitos, bem como a capacidade de utilizar fontes, instrumentação e equipamentos, compreender e interpretar os dados e resultados produzidos.*

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

*The aim is providing a broad vision of the nuclear structure and properties, namely in relation to the effects of the nuclear stability and instability (radioactive decay) in the nuclear transformations and emission of radiation, and as well its implications and applications in the diverse areas of knowledge and human activities: from the physical sciences to biology, encompassing the different engineering domains, from human health to materials sciences and engineering, from planetary science to human heritage, etc. In relation to radioactivity and spectrometries there is a focus on the capacity to perform quick (yet sufficiently accurate) first estimates and simple calculations in order to guarantee a better understanding and application of the concepts, while developing of the ability to use sources, instrumentation and equipments, and understand and being able to interpret data and results.*

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

*O método de ensino compreende duas componentes complementares, que envolvem dois tipos de aulas: teóricas e práticas de laboratório.*

*Teóricas: aulas de apresentação com discussão crítica e conclusões pelo docente, encorajando-se a intervenção dos alunos. Três a quatro testes de 30 min, regularmente intervalados ao longo do semestre, sobre as matérias em curso, permitem avaliar os alunos e acompanhar a evolução da sua aprendizagem.*

*Práticas: em subgrupos de 2-3 elementos realizam-se 4-5 trabalhos práticos em laboratório com*

**manipulação e disposição de fontes e instrumentação nuclear, com recolha e interpretação de dados, e resposta a questões colocadas sobre fundamentação e interpretação.**

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

**The teaching method comprises two complimentary components, involving two kinds of classes: theoretical (classroom) and practical (laboratory).**

**Theoretical classes are focused on the presentation and critical discussion and conclusions by the docent, who decidedly encourages active participation by the students. Three to four 30 min. long evaluation exercises are presented at regular intervals along term, to assess students learning and comprehension. Practical classes in the laboratory involve groups of 2-3 students performing work with radioactive sources and nuclear instrumentation, engaging in data collection and interpretation, being required to report and answer questions on base knowledge and interpretation of elementary nuclear physics issues.**

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

**Com base em apresentações de aulas de versões anteriores da unidade curricular e na bibliografia aconselhada, os estudantes, individualmente ou em grupo (fomenta-se este tipo de estudo), estudam a matéria de modo a conseguirem abordar e encontrar respostas a questões concretas. Esta é depois apresentada e discutida nas aulas e sintetizada nos pontos essenciais pelo docente. A aprendizagem é aprofundada através da aplicação dos conceitos a problemas propostos e na realização de sessões práticas de laboratório.**

**A aprendizagem da matéria abordada é avaliada através da capacidade dos estudantes responderem a questões ou apresentarem a resolução de algumas questões em testes individuais. A compreensão dos conceitos e a sua integração, nomeadamente ao nível da detecção de radiações e espectrometrias, são aprofundadas em aulas práticas de laboratório através de manipulação e utilização de fontes e equipamentos. Trabalhos em grupos de 2 a 3 elementos contribuem para a avaliação dos estudantes.**

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

**Based on slides developed beforehand for this course and advised bibliography, the students, individually or in group (group work is encouraged) study the course subjects, aiming at understanding and finding answers to some concrete subjects. In theoretical classes discussion, summary and conclusions are provided by the docent. The learning process is deepened by the application of the concepts to problem resolution and through practical laboratory sessions in a hands-on approach.**

**The assessment of the conceptual learning process is based on individual tests and presentations and discussions of selected reports as well. In order to strengthen the learning process, namely in relation to radiation detection and spectrometries, sessions of practical handling and use of radioactive sources, detectors and nuclear electronics are performed in practical classes in the laboratory, where group work of 2-3 elements is promoted and evaluated.**

### 3.3.9. Bibliografia principal:

**Introductory Nuclear Physics – Kenneth S. Krane, John Wiley & Sons, New York (1988), ISBN 0-471-85914-1**

**Nuclear Physics – Principles and Applications, John S. Lilley, John Wiley & Sons, New York (2005), ISBN 0-471-97936-8**

**Radiation Detection and Measurement, 3rd ed. – Glenn F. Knoll, John Wiley & Sons, New York (2000), ISBN 0-471-07338-5**

**Física Nuclear – Theo Mayer-Kuckuk, ed. Calouste Gulbenkian, Lisboa (1979), ISBN 972-31-0598-5**

**Introdução à Física Atómica e Nuclear, Vol. II – L. Salgueiro e J.G. Ferreira, ed. Univ. Lisboa (1975).**

## Mapa IV - Programa de Introdução à Prática Profissional / Undergraduate Practice Opportunities Program

### 3.3.1. Unidade curricular:

***Programa de Introdução à Prática Profissional / Undergraduate Practice Opportunities Program***

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

***José Paulo Moreira dos Santos - OT: 7h***

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***Todos os docentes da área científica principal do Mestrado Integrado em Engenharia Física - OT: 7h***

**3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
***O Programa de Introdução à Prática Profissional (PIPP) visa promover a participação de estudantes, desde cedo na sua***

***formação académica, em atividades em ambiente empresarial.***

***Através do programa, o estudante que dele participe terá contacto com trabalhos de engenharia, no dia a dia, numa***

***empresa. Tomará conhecimento do modo de funcionamento de projetos de engenharia em ambiente empresarial.***

***Desenvolverá competências transversais de trabalho em grupo, de comunicação escrita e oral, e aprendizagem em autonomia.***

***Deverá ainda adquirir conhecimentos e, eventualmente, aptidões técnicas específicas na área concreta do trabalho que o estudante desenvolve na empresa.***

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

***The Undergraduate Practice Opportunities Program (UPOP) program aims at promoting the participation of students, since***

***early in their academic career, in practical activities in non-academic environment.***

***Through UPOPs, the student will have contact with the daily activities of engineering projects in a company. By this contact,***

***the student gets to know how engineering projects develop, in practice. (S)he is expected to develop transferable skills in***

***working in teams, oral and written communication, and independent learning.***

***Depending on the specific work developed by the student in the company, (s)he will acquire specific knowledge on the***

***subject area and, possibly, also some specific technical skills relevant to the placement.***

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***Os conteúdos programáticos específicos dependem do projeto concreto escolhido pelo estudante no programa.***

**3.3.5. Syllabus:**

***The concrete syllabus depends on the specific project chosen by the student in the program.***

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

***Não aplicável***

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

***Not applicable.***

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

***A comissão científica do curso mantém uma lista de ofertas de participação em projetos em ambiente empresarial, no***

***âmbito do PIPP. Cada entrada na lista apresenta o nome da empresa, o projeto em que é enquadrado, um plano de trabalhos***

*sumário, o período em que as atividades são desenvolvidas, e os orientadores na empresa e científico. O estudante escolhe um dos projetos da lista. Havendo vários interessados numa mesma participação, cabe ao orientador na empresa escolher o estudante a participar. O estudante cumpre o plano de trabalho com orientação tutorial, no período designado, devendo esse período, em princípio, coincidir com o período entre o final dos exames e o início do semestre seguinte. As atividades de PIPP podem também ser consideradas como parte de estágios mais alargados (e.g. estágios de Verão). A avaliação é feita por relatório onde o estudante descreve as atividades desenvolvidas, podendo ser complementada com informação dos orientadores colhida no decurso do trabalho.*

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

*The scientific committee of the study cycle keeps a list of UPOP offers, for the participation of students in projects in nonacademic environment. Each entry in the list has the name of the company, the project in which the student will be integrated, the work plan, the period in which the activities take place, and the names of the supervisor in the company and the scientific supervisor. The student chooses one of the UPOP's offers. If several choose the same offer, it is up to the supervisor in the company to select the student. The student carries out the work plan with supervision, in the designated period, which in principles is the period between the end of exams and the beginning of the next semester. UPOP projects can also be considered as part of larger internships in a company (e.g. summer internships). The assessment is made by a final report, where the student describes the activities, and can be complemented with information collected by the supervisors during the period.*

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

*A formação da lista de ofertas no âmbito no Programa de Introdução à Prática Profissional, selecionadas pela comissão científica do curso permitirá de facto, aos estudantes interessados em seguir este programa, a participação em atividades em ambiente empresarial. Através dessa seleção, é garantido que as atividades do estudante, supervisionadas pelo orientador, são integradas em equipas na empresa. Do contacto com a equipa e orientador na empresa, que durante o período das atividades será praticamente diário, resulta necessariamente um contacto e conhecimento das práticas de trabalho de engenharia da empresa. Se o trabalho exigir conhecimentos e/ou aptidões específicas estas terão que ser adquiridas pelo estudante, em autonomia, embora com orientação do orientador científico. As técnicas de comunicação são exigidas, e testadas, para a avaliação final.*

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

*The UPOP offers, selected by the scientific committee, allow interested students to participate in real projects carried out in non-academic environment. Through the selection process it is guaranteed that the activities of the student will be integrated in teams in the company. From the contact with the team, and with the supervisor in the company, which will be daily or close to daily, the student will get to know the work practices of the company in engineering projects. If the work plan requires specific*

*knowledge and technical skills, these are to be acquired by the student with independent learning, with supervision from the academic supervisor. The communication skills are required, and assessed, in the final evaluation.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Depende do projeto específico escolhido por cada estudante.  
Depends on the specific project chosen by the student.*

**Mapa IV - Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunities Program**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Programa de Introdução à Investigação Científica / Undergraduate Research Opportunities Program*

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

*José Paulo Moreira dos Santos - OT: 7h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Todos os docentes da área científica principal do Mestrado Integrado em Engenharia Física - OT: 7h*

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

*O Programa de Introdução à Investigação Científica (PIIC) visa promover a participação de estudantes, desde cedo na sua formação, em projetos de investigação científica coordenados por docentes e investigadores da faculdade. Através do programa, o estudante que dele participe deverá ter contacto com práticas de investigação científica e adquirir conhecimento do modo de funcionamento de projetos de investigação. Desenvolverá aptidões de apresentação e explicação de resultados científicos, e competências transversais de trabalho em grupo, de comunicação escrita e oral, e aprendizagem em autonomia. Deverá ainda adquirir conhecimentos e, eventualmente, aptidões técnicas específicas na área concreta do projeto em que o estudante esteja envolvido.*

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

*The Undergraduate Research Opportunities Program (UROP) program aims at promoting the participation of students, since early in their academic career, in research projects developed by academic staff of the faculty. Through UROPs, the student will have contact with scientific research environment and gain knowledge of how research projects work. The student will develop skills in presenting and explaining research results, and transferable skills of working in teams, oral and written communication, and independent learning. Depending on the specific project chosen by the student, (s)he will acquire specific knowledge on the subject area and, possibly, also some specific technical skills in the project area.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Os conteúdos programáticos específicos dependem do projeto concreto escolhido pelo estudante no programa.*

**3.3.5. Syllabus:**

*The concrete syllabus depends on the specific project chosen by the student in the program.*

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

*Não aplicável.*

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

*Not applicable.*

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

*A comissão científica do curso mantém uma lista de ofertas de participação de estudantes em projetos de investigação, no âmbito do Programa de Introdução à Investigação Científica. Cada entrada nessa lista deverá apresentar o projeto em que o estudante será enquadrado, um plano de trabalhos sumário, e o orientador científico. O estudante escolhe a participação num dos projetos da lista. Havendo vários estudantes interessados numa mesma participação, cabe ao orientador científico escolher o estudante a participar. O estudante cumpre o plano de trabalho ao longo do semestre, com especial incidência no período entre o final da época de exames e o início do semestre seguinte, tendo durante esse período orientação tutorial. A avaliação é feita por relatório final das atividades desenvolvidas, podendo ser complementada com informação do orientador, de avaliação contínua que este tenha feito do trabalho ao longo do semestre.*

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

*The scientific committee of the study cycle keeps a list of UROP offers, for the participation of students in research projects. Each entry in the list must present the research project in which the student will be integrated, the work plan for the student, and the name of the scientific supervisor. The student chooses one of the UROP's offers. If several students choose the same offer, it is up to the supervisor to select one of the students. The student carries out the work plan along the semester, with special incidence in the period between the end of exams and the beginning of the next semester. The assessment is made by a final report, describing the activities and results obtained. The assessment can be complemented with further information collected by the supervisor during the activities.*

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

*A existência de uma oferta atualizada de participação em projetos de investigação científica permitirá de facto, aos estudantes interessados em seguir este programa, a participação em atividades de investigação. Sendo esta oferta sempre, necessariamente, integrada em projetos de investigação em curso na faculdade, sob a coordenação de docentes ou investigadores, projetos esses que envolvem equipas de investigação, é oferecida ao estudante a oportunidade de trabalho em equipa. Do contacto com a equipa de investigação, que durante o período intercalar (entre o final da época de exames e o início do semestre seguinte) será praticamente diário, resulta necessariamente um contacto e conhecimento das práticas de investigação da equipa. Se o trabalho exigir conhecimentos e/ou aptidões específicas essas terão que ser adquiridas pelo estudante, em autonomia, embora com orientação do docente orientador. As técnicas de comunicação são exigidas, e testadas, para a avaliação final.*

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

*The existence of an up-to-date list of UROP offers allows interested students to participate in real research activities carried out by academic staff of the Faculty.  
Given that the offer must be integrated in ongoing research projects, carried out by teams of researchers, it is guaranteed that the student will work in a team, and necessarily given the opportunity to develop skills of teamwork.  
From the contact with the research team, which during the intercalary period (between the end of exams and the beginning of the next semester) will be daily or close to daily, the student will get to know scientific research practices of the project. If the work plan requires specific knowledge and technical skills, these are to be acquired by the student in independent learning, with supervision.  
The communication skills are required, and assessed, in the final evaluation.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Depende do projeto específico escolhido por cada estudante.  
Depends on the specific project chosen by the student.*

**Mapa IV - Criogenia / Cryogenics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Criogenia / Cryogenics*

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

*Gregoire Marie Jean Bonfait - TP: 28h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*n/a*

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

*Como obter, manter e utilizar baixas temperaturas.*

*Saber:*

*As principais técnicas de arrefecimento dum objecto abaixo de 100 K*

*Ter uma ideia da complexidade absoluta e relativa destas técnicas*

*As origens das entradas de calor*

*Saber fazer:*

*Esquema simples de sistema criogénicos*

*Cálculos de entradas de calor parasitas (radiação, condução) em casos simples*

*Primeiro dimensionamento de cryostato/cryocooler*

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

*How to obtain, maintain and use low temperatures.*

*Knowledge:*

*The main technical for cooling below 100 K*

*To be able to evaluate the absolute and relative complexity of these techniques*

*The origins of the parasitical heat input*

*Know-how:*

*Scheme of a cryogenic system*

*Calculations of parasitical heat inputs in simple cases*

*First dimensioning of cryocooler/Cryostat*



**3.3.5. Conteúdos programáticos:****I- Introdução****I-1 Utilização da criogenia****I-2 Problemáticas da criogenia****II- Líquidos Criogénicos:****II-1 O meu primeiro criostato****II-2 Líquidos criogénicos****II-3 Caso do  $4\text{He}$  e do  $3\text{He}$** **II-4 Características importantes dos líquidos criogénicos****III- Transferência de calor por radiação****III-1 Lei de Stefan Boltzmann****III-2 Caso dos ecrãs a temperatura fixa****III-3 Caso dos ecrãs múltiplos and MLI****IV- Condução térmica****IV-1 Importância da condução térmica****IV-2 Mecanismo de condução térmica****IV-3 Transferência de calor por condução****IV-4 Condução nos gases****V- Máquinas térmicas****V-1 Introdução****V-2 Liquefactores****V-3 Criorrefrigeradores****Componente Laboratorial:**

**Determinação dos vários modos de troca de calor entre uma superfície sólida e o azoto líquido. Efeito Leidenfrost.**

**3.3.5. Syllabus:****I-Introduction****I-1 Cryogenics: why and when?****I-2 The main issues of Cryogenics****II-Cryogenic Liquids:****II-1 My first cryostat****II-2 Cryogenic liquids****II-The case of  $4\text{He}$  and  $3\text{He}$** **II-4 Main Features of cryogenic liquids****III Heat transfer by radiation****III-1 The Stefan Boltzmann law****III-2 Thermal shields at constant temperature****III-3 Multilayer insulation-MLI****IV-Thermal Conduction****IV-1 Importance of thermal conduction****IV-2 Mechanism of thermal conduction****IV-3 Heat transfer by conduction****IV-4 Conduction in gases****V-Thermal machines****V-1 Introduction****V-2 Liquefiers****V-3 Cryocoolers****Laboratory component:**

**Determination of the modes of heat transfer between a solid surface and the liquid nitrogen. Leidenfrost effect.**

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

**O conteúdo programático da cadeira fornece aos alunos uma visão global dos problemas a resolver para produzir/manter e**

**utilizar temperaturas na gama 2K-100K.**

**Em particular, apresenta-se os principais fluidos criogénicos e máquinas térmicas utilizadas hoje em dia. A termodinâmica**

**ensinada em primeiro ciclo é utilizada para calcular a potência frigorífica de máquinas simples. Os**

*problemas de transferências de calor e de calor parasitas são examinados com alguns pormenores. Estas três vertentes dão as ferramentas necessárias para permitir um pre-dimensionamento de um sistema criogénico.*

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

*The course syllabus provides to students an overview of the problems to be solved to produce / maintain and use*

*temperatures in the range 2K-100K.*

*In particular, it presents the main cryogenic fluids and thermal machines used nowadays. The thermodynamic taught during*

*the first cycle is used to calculate the cooling power of simple machines. The problems of heat transfer and heat parasites*

*are examined in some detail. These three elements provide the fundamental tools to allow a pre-dimensioning of a cryogenic system.*

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

*As aulas duram duas horas. Os primeiros 45-60 minutos são utilizados para a exposição da matéria.*

*Durante esta parte,*

*perguntas, simples ou mais complicadas, são feitas aos alunos para tentar perceber como é que os conhecimentos já*

*"transmitidos" foram assimilados.*

*A segunda parte é dedicada a exercícios de aplicação que são, na medida do possível, copiados de problemas concretos encontrados em criogenia.*

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

*The class has a duration of two hours. The first 45-60 minutes are used for the exposition of the subject.*

*During this part,*

*questions, simple or complicated, are made to try to understand how the knowledge already "transmitted" has been*

*assimilated.*

*The second part is devoted to practical exercises that are, where possible, based on concrete problems found cryogenics.*

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

*As metodologias de ensino têm como objetivo permitir uma boa compreensão de como produzir/manter /utilizar as*

*temperaturas inferiores a 100K. Tal será conseguido através da uma integração cuidada entre os conhecimentos*

*explicados na aula teórica e a resolução nas mesmas aulas de exercícios. Estes exercícios sendo, na medida do possível,*

*baseados na resolução de casos concretos, contribuirão para a consolidação do conhecimento e para uma visão integrada*

*dos conhecimentos teóricos e práticos da cadeira.*

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

*The teaching methods aim to establish a good understanding of how to produce / maintain / use temperatures below 100K.*

*This will be achieved through the careful integration between the knowledge explained in the first part of the class followed*

*by the resolution of exercises. These exercises being, as far as possible, based on the resolution of concrete cases, they*

*contribute to the consolidation of knowledge and an integrated view of the theoretical and practical knowledge.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*The Art of Cryogenics; Low-Temperature Experimental Techniques*

<http://fulviofrisone.com/attachments/article/403/the%20art%20of%20cryogenics.pdf>

*Internet*

*Apontamentos do prof (slides, notas manuscritas)*

**Mapa IV - Economia Industrial / Industrial Organization****3.3.1. Unidade curricular:**

*Economia Industrial / Industrial Organization*

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

*Duarte Miguel Machado Carneiro de Brito - TP: 56h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*n/a*

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

*A Economia Industrial estuda o comportamento de empresas em estruturas de mercado situadas entre os casos limite de monopólio e conc. perfeita. No final do curso, o estudante terá adquirido conhecimentos, aptidões e competências que lhe permitam: ter uma compreensão básica do funcionamento dos diferentes tipos de mercados, do modo como as empresas tomam decisões e das suas consequências no bem-estar. Em termos gerais, espera-se que os alunos:*

*Dominem conceitos básicos de microeconomia (como saber medir concentração e poder de mercado e compreender as suas causas e consequências)*

*Tenham uma noção de interdependência estratégica e saibam pensar de forma estratégica (calculando equilíbrios de mercado em múltiplos contextos, resolvendo jogos na forma normal e extensiva e incorporando nos modelos decisões de I&D, entrada, diferenciação, etc.)*

*Aprendam a analisar novas situações de uma maneira formal, com base em modelos simplificados da realidade, desenvolvendo o raciocínio lógico.*

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

*Industrial Organization is the branch of Economics devoted to the study of firm behavior in markets that can be placed between the polar cases of Perfect Competition and Monopoly. By the end of the course, the student shall have a basic understanding of the way monopolist and oligopolist markets work, of how firms make their optimal decisions and of how these affect social welfare. In general terms, it is expected that students:*

*1) Learn basic microeconomic concepts*

*2) Understand the notion of strategic interdependence and learn how to reason strategically*

*3) Learn how to analyze problems that are new to them in a formal way, based on (economic) models and developing their logic reasoning skills*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Introdução ao estudo da Economia Industrial*

*2. Revisão de conceitos microeconómicos: Procura, curvas de custos, excedente do consumidor, lucro económico, equilíbrio de mercado\**

*3. Definição do mercado relevante e medidas de concentração*

*4. Monopólio\**

*5. Concorrência perfeita\**

*6. Introdução à Teoria dos Jogos: jogos na forma normal e na forma extensiva. Equilíbrio de Nash e equilíbrio perfeito no subjogo*

7. *Modelo da empresa dominante*
  8. *Modelos de escolha de quantidades: Cournot, Stackelberg*
  9. *Modelo de escolha de preços: Bertrand*
  10. *Conluio em preços: modelos estáticos e dinâmicos*
  11. *Barreiras à entrada*
  12. *Modelos de diferenciação do produto*
- Temas opcionais (2 à escolha)*
1. *Discriminação de preços em monopólio*
  2. *Investigação e Desenvolvimento*
  3. *Fusões e aquisições*
  4. *Regulação em contexto de incerteza*

### 3.3.5. Syllabus:

1. *Introduction to Industrial Organization*
  2. *Revision of some basic economic concepts: supply, demand, market equilibrium, cost functions, consumer surplus, profits and welfare\**
  3. *Market definition and concentration indices.*
  4. *Monopoly\**
  5. *Perfect Competition\**
  6. *Introduction to Game Theory: normal form and extensive form games. Nash equilibrium and sub game perfect equilibrium.*
  7. *The dominant firm*
  8. *Quantity setting models: Cournot and Stackelberg.*
  9. *Price setting models*
  10. *Price Collusion: static and dynamic models*
  11. *Barriers to entry*
  12. *Product Differentiation models*
- Optional topics (two will be included in the syllabus, depending on student preferences)*
1. *Price Discrimination under monopoly*
  2. *Research and Development*
  3. *Mergers and Acquisitions*
  4. *Regulation under uncertainty*

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

*O programa é constituído por uma sucessão de modelos de funcionamento dos mercados que vão evoluindo em termos de complexidade e de riqueza à medida que o curso progride. Para cada contexto específico, são determinados os valores de equilíbrio das variáveis estratégicas controladas pelas empresas (preço, quantidade, capacidade, qualidade, publicidade, I&D, etc...) e analisadas as consequências em termos de performance do mercado. Pretende-se que, ao encontrar o equilíbrio dos modelos propostos no programa, os alunos exercitem o raciocínio lógico (observando como os resultados dependem das hipóteses específicas de cada modelo), recorram ao pensamento estratégico (aplicando frequentemente Teoria dos Jogos) e se habituem a resolver novos problemas, fora da sua área de especialização. Naturalmente, a compreensão da resolução de tais modelos, bem como a interpretação dos seus resultados, facilitarão o domínio dos conceitos subjacentes.*

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

*The syllabus is made up of a series of models of market interaction that become more complex and rich as the course progresses. For each specific context, the equilibrium values of strategic variables such as prices, outputs, capacity, R&D, quality or publicity are derived and the consequences in terms of market performance are analyzed. The focus on solving these models has the following purpose: to exercise logical reasoning (observing how specific assumptions shape the results of different models of firm behavior), to exercise strategic thinking (by applying Game Theory concepts) and to make students practice solving problems outside their areas of comfort. Naturally, understanding how to solve these models, hand in hand with the interpretation of their equilibria, helps mastering the underlying concepts.*

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

*As aulas da UC são de natureza teórico-prática. A matéria teórica é exposta pelo docente, estimulando-se a participação dos alunos. Recorre-se em seguida à resolução de exercícios de apoio à compreensão dos*

**temas abordados.**

*A avaliação contínua é composta por 3 testes individuais com igual peso na nota, havendo a possibilidade de aprovar à disciplina por exame. Os alunos podem, opcionalmente, participar no Competitive Strategy Game, jogo de simulação de concorrência entre empresas desenvolvido em Berkeley.*

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

*The content of the course is taught in theoretical classes, during which interaction with students is stimulated. Problem sets with practical exercises to support understanding of the material covered in the theoretical classes are solved to illustrate the theory.*

*The evaluation is made up of 3 mid-term tests, each with the same weight on the final grade. Students may also choose to take the final exam. Students may optionally participate in the Competitive Strategy Game, a game that simulates competition between few firms, developed in Berkeley.*

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

*A metodologia de ensino corresponde a exposição da matéria teórica pelo docente, seguida da resolução de exercícios ilustrativos, sendo de salientar o ênfase que se faz na interpretação dos resultados obtidos. A participação no Competitive Strategy Game constitui uma forma lúdica de motivar os alunos para os temas do curso.*

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

*The teaching methodology corresponds to the presentation of the theoretical aspects of the syllabus by the lecturer, followed by problem solving sessions. An emphasis is placed on the interpretation of the results. The participation in the Competitive Strategy Game is a way to motivate students for the topics studied in this course.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*José Mata, Economia da Empresa, 2000, Fundação Calouste Gulbenkian*

*Luís Cabral, Economia Industrial, 1994, McGraw-Hill Portugal*

*Pedro Pita Barros, Exercícios de Economia Industrial, 1998, McGraw-Hill Portugal*

*Luís Cabral, Industrial Organization, 2000, The MIT press*

*Jeffrey Church and Roger Ware, Industrial Organization: a Strategic Approach, 2000, McGraw-Hill*

*Para uma introdução a Teoria dos Jogos:*

*Robert Gibbons, A Primer in Game Theory, January 1992, Prentice Hall / Harvester Wheatsheaf*

*Bibliografia alternativa:*

*Carlton e Perloff, Modern Industrial Organization, 3ª Edição*

*Oz Shy, Industrial Organization: Theory and applications, 1995, MIT press*

*Para conhecer alguns temas com (muito) maior detalhe:*

*Jean Tirole, The theory of Industrial Organization, 1991, MIT press*

*Stephen Martin, Advanced Industrial Economics, Blackwell Publisher*

**Mapa IV - Instrumentação Analógica / Analog Instrumentation****3.3.1. Unidade curricular:**

*Instrumentação Analógica / Analog Instrumentation*

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

*Orlando Manuel Neves Duarte Teodoro - T: 28h; PL: 42h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

**Dawei Liang - PL: 42h**

**Hugo Filipe Silveira Gamboa - PL: 126h**

**3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):  
Pretende-se que o estudante**

**Consolide os conhecimentos de electrónica já adquiridos sendo capaz de ensaiar e aperfeiçoar circuitos electrónicos em geral.**

**Adquiram competências que lhes permitam realizar projectos de equipamentos e dispositivos electrónicos.**

**A ênfase será em aspectos práticos diretamente relacionados com o projeto e dimensionamento de circuitos electrónicos.**

**Por este motivo, esta disciplina será primariamente uma disciplina de "mãos na massa" (hands-on) onde os alunos irão adquirir competências que lhes permitam projectar e ensaiar circuitos electrónicos que funcionem em conformidade com o seu objectivo.**

**3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):  
It is intended that the student should:**

**Consolidate the knowledge already acquired in electronics being able to test and develop electronic circuits in general.**

**Acquire new skills to design analog electronic equipment and devices.**

**The emphasis will be on practical aspects directly related to the project and design of electronic circuits.**

**For this reason, this course is primarily "hands-on" course where students will acquire skills to design and test electronic circuits operating in accordance with its purpose.**

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**O programa será desenvolvido em torno de trabalhos práticos seleccionados.**

**Os trabalhos serão antecipadamente expostos em sala de aula recapitulando o devido enquadramento teórico bem como aspectos práticos de dimensionamento.**

**Em laboratório, os alunos procederão ao dimensionamento, simulação e ensaio em breadboard.**

**1. Geração de sinais, osciladores, circuitos integradores diferenciadores e modulação.**

**(3 aulas)**

**2. Amplificadores de instrumentação; o Lock-in.**

**(4 aulas)**

**O projeto será escolhido pelos estudantes entre os seguintes temas**

**1- Aquisição de sinais cardíacos**

**2- Suspensão magnética**

**Durante o semestre serão fornecidos mais detalhes sobre os projetos.**

**Na última semana do semestre será realizada uma visita ao Laboratório de Metrologia Instituto Português de Qualidade.**

**3.3.5. Syllabus:**

**The program is developed around selected and representative labs in analog electronics and a practical project work.**

**Labs will be thoroughly discussed in classroom reviewing the theoretical framework as well as practical aspects of design.**

**In the laboratory, students will undertake the design, simulation and breadboard testing.**

**In 2014 the following work will be done:**

**1. Visualization and generation of signals, oscillators, differentiators and integrators circuits amplitude modulation and frequency.**

**(3 classes)**

**2. Instrumentation amplifiers, the Lock-in: building a simple Lock-in**

**(4 classes)**

**Project "Magnetic Suspension" or "Acquisition of cardiac signals". Students will design and build an electronic device following the indications to be provided.**

**(all other classes)**

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

**A realização de projecto em electrónica para além dos fundamentos teóricos requiere que o estudante seja capaz de ensaiar circuitos reais típicos, realizando medidas que avaliem o funcionamento respectivo circuito. Os estudantes deverão desenvolver uma atitude crítica para com os circuitos, sabendo identificar que parte do circuito está funcional e como poderia ser melhorado. Os trabalhos práticos neste curso pretendem atingir estes objectivos em torno de temas fundamentais em Instrumentação: visualização de sinais periódicos (incluindo geração e manipulação) e amplificadores de pequeno sinal como o amplificador Lock-in.**

**Na segunda parte do curso, pretende-se que os estudantes exercitem as suas capacidades de projecto, realizando um projecto em torno de um tema proposto.**

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

**Designing electronics circuits requires, beyond the theoretical foundations skills to test real typical circuits, performing measurements to determine its proper operation. Therefore, students should develop a critical attitude towards electronic diagrams, learning how to identify which part of the circuit is OK and how it could be further improved. The practical work in this course is intended to achieve these goals around key topics in Instrumentation: measuring periodic signals (including generation and manipulation) and small signal amplifiers as the Lock-in amplifier.**

**The second part of the course is intended for students to exercise their abilities to electronic design, conducting a project around a proposed topic.**

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

**As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas aulas teóricas, com o apoio adicional dos docentes nas aulas práticas e horários de atendimento, caso seja necessário.**

**A aquisição destes conhecimentos é avaliada por provas escritas (testes/exames).**

**As componentes práticas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são desenvolvidas em todas as formas de horas de contacto: nas aulas teóricas através da análise e discussão de problemas-tipo; nas aulas práticas no laboratório através dos trabalhos práticos.**

**Os laboratórios serão acompanhados pelos docentes que avaliarão em que medida os estudantes alcançam os objectivos propostos em cada trabalho prático e no projecto final. A frequência pretende assegurar que os alunos acompanham a matéria e atingem os objectivos mínimos propostos.**

*O projecto final será também avaliado através de um relatório.*

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

*The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in lectures, with additional support teachers in practical classes and office hours, if necessary.*

*The acquisition of knowledge is assessed by written tests (tests / exams).*

*The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in all forms of contact hours: in lectures through the analysis and discussion of problems, in practical classes in the laboratory through practical work.*

*The laboratory shall be accompanied by teachers who will assess the extent to which students achieve the stated objectives in each lab work and the final project. There is a minimum grade to ensure that students follow the matter and reach the proposed minimum targets.*

*The final project will also be assessed through a report.*

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

*A componente teórica permitirá aos estudantes fundamentar as observações e medidas realizadas em laboratório em torno dos trabalhos práticos. Também permitirá relembrar matérias anteriores e integrar o conhecimento em torno de aplicações em electrónica.*

*As aulas práticas de laboratório serão fundamentais para os estudantes praticarem e aplicarem esses conhecimentos.*

*O projecto será um exercício de integração, onde se espera que os estudantes desenvolvam a sua autonomia como projectistas.*

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

*The theoretical component will allow students to support their observations and measurements made in the labs Will also recall earlier topics and leading to knowledge integration about applications in electronics.*

*The practical lab classes will be essential for students to practice and apply the knowledge.*

*The project will be an integration exercise where students are expected to develop their autonomy as designers.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*The Art of Electronics, 2ª edição, Paul Horowitz e Winfield Hill, Cambridge Press, 1989.*

*Princípios de Electrónica 1, A.P. Malvino, 6ª edição, McGraw Hill 1999*

*Princípios de Electrónica 2, A.P. Malvino, 6ª edição, McGraw Hill 2000*

*Textos dos trabalhos práticos, disponíveis no CLIP*

**Mapa IV - Nanofísica / Nanophysics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Nanofísica / Nanophysics*

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



**Ana Cristina Gomes da Silva - T: 28h; TP: 14h; PL: 7h**

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*n/a*

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

*O cerne da nanociência é a física mesoscópica. A palavra "meso" reflecte o facto de que o tamanho dos sistemas em questão está situado entre a escala atómica e a escala sub-microscópica. Em particular, inclui os sistemas dominados pelos processos quânticos elementares (a física mesoscópica é baseada na teoria quântica).*

*O curso visa uma introdução aos princípios básicos da nanofísica permitindo trabalhar em pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia. Os alunos irão aprender princípios básicos da física de sistemas nanométricos. Além de elucidar os conceitos teóricos básicos, será muito explorada a aplicação a tecnologias inovadoras.*

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

*The heart of nanoscience is mesoscopic physics. The word "meso" reflects the fact that the size of the systems under consideration is located between microscopic (atoms) and macroscopic scales. In particular, it includes the systems dominated by elemental quantum processes (mesoscopic physics is based upon quantum theory).*

*The course aims at an introduction to basic principles of nanophysics allowing working in research and development in nanotechnology. Students will learn basic principle of physics of nanometer-size systems with a focus on basic physical phenomena. In addition to elucidating the basic theoretical concepts, main application to innovative technologies, will be discussed.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Técnicas fundamentais de Nanotecnologia.*

*Leis de escala. Dos Micro- aos*

*Nanodispositivos. Comportamento Quântico do Nano-Mundo.*

*Constante de Hamaker e forças de van der Waals. Densidade de estados electrónicos em nano-estruturas.*

*Monocamadas auto-organizadas e micelas.*

*Agregados moleculares. Números mágicos.*

*Confinamento e Transporte Electrónico em Nano-Estruturas.*

*Poços quânticos, fios quânticos e pontos quânticos. Microscopias de Varrimento Próximo.*

*Microscopia de Efeito Túnel. Modos de operação STM.*

*Microscopia AFM. Modos estáticos de operação AFM.*

*Microscopia FFM e atrito local. Modos dinâmicos de operação AFM.*

*Modelos físicos da operação estática e dinâmica.*

*Sondas AFM e sua caracterização.*

*Espectroscopia Óptica à Nano-Escala Nanomanipulação por SPM.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Evolution of Nanotechnology. From Micro- to Nano-devices*

*The Quantum Nanoworld. Nano-Oscillators*

*Confinement and Electronic Density of States.*

*Artificial Atoms, Excitons, Quantum Corrals, Plasmons*

*From Quantum Wells to Quantum Dots*

*Cohesion, Van der Waals Forces and Hamaker Constant*

*Self-Organization in Nanofilms and Micelles*

***Atomic and Molecular Clusters***

***Positional Uncertainty in Nano-Oscillators***

***Electronic Transport in Nanostructures***

***Quantum Conductance***

***Scanning Probe Microscopies***

***Operation Modes in Scanning Tunneling Microscopy***

***Operation Modes in Atomic Force Microscopy***

***Physical Models of Static and Dynamic Operation***

***SFM Variants: EFM, MFM e CFM.AFM Probes.***

***Optical Spectroscopy at the Nano-Scale***

***Nano-indentations and contact junctions.***

***Nanowires***

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

***Os alunos são incentivados a identificar as grandezas, leis e conceitos envolvidos em fenômenos naturais e em aplicações de engenharia, a nível nanométrico, resolver problemas, trabalhar em grupo e familiarizarem-se no laboratório com técnicas de microscopia de sonda próxima, em particular, STM e AFM.***

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

***Students are encouraged to identify the quantities, laws and concepts involved in natural phenomena and in engineering applications, at the nanometer level, solve problems, work in group and get familiar in the lab with Scanning Probe Microscopic techniques, in particular STM and AFM.***

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

***Aulas Teóricas com utilização de Datashow. Aulas Teórico-Práticas com participação dos alunos na resolução dos problemas. Aulas práticas com realização trabalhos experimentais e registo de resultados.***

***Disponibilização de um curso em Power Point no Clip***

***Avaliação Contínua:***

***- Dois Testes : Efectuados no horário normal de aulas, sendo um a meio do semestre e outro no final.***

***Classificados de 0 a 20 valores com arredondamento às décimas.***

***-2- ou Quatro trabalhos laboratoriais /Seminário:***

***Executados em grupo. Entrega de folha de registo em cada aula de laboratório, por trabalho e por grupo.***

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

***Theoretical classes with data-show. Problem solving classes with student participation. Each experimental class includes experimental procedure and production of a small data registration report.***

***Availability of the study material in the internet (Power Point) .***

***2 tests or final exam (consult of documentation is allowed in a part of them) graded from 0 to 20 (NT or NE)***

**- 2 -4 lab demonstrations with measurements registration form and short report filled in the laboratory. (NL)**

**Frequency: minimum laboratory grade 100 points (0-200 scale).**

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

***No final do curso os alunos devem ser capazes de descrever os fenómenos da vida quotidiana a nível nanométrico e fornecer algumas aplicações concretas.***

***Os componentes teóricos necessários para alcançar esses objetivos de aprendizagem são ensinados nas aulas, com o apoio adicional dos professores nas aulas e horários de atendimento. A aquisição do conhecimento é avaliada em testes e exames.***

***Os componentes práticos necessários para atingir os objectivos de aprendizagem são desenvolvidos em aulas teórico-práticas através da resolução de problemas-tipo, e em sessões de laboratório, através da observação, registo registo de amostras relevantes. A avaliação destes aspectos é assegurada na parte prática das provas escritas e também através da classificação dos relatórios das aulas experimentais. A frequência visa garantir que os estudantes acompanham a matéria e realizam os trabalho de laboratório, incluindo registo e interpretação dos resultados.***

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

***At the end of the course students should be able to describe nanometer level phenomena of everyday life and provide some concrete manifestations and applications.***

***The theoretical components required to achieve these learning objectives are taught in lectures, with additional support from teachers in classes and opening hours. The acquisition of knowledge is assessed in tests and examinations.***

***The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in theoretical-practical classes through analysis and discussion-type problems, and in laboratory sessions through observation and analysis of some of the fundamental problems and phenomena. The assessment of these skills is ensured in the practical part of the written tests and also in reports of experimental classes. The frequency plan to ensure that students follow the matter contents and carry out laboratory work including registration and interpretation of results.***

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***Nanotechnology, Course in Power Point available, Ana G. Silva and Rui Lobo***

***- Nanotecnologia e Nanofísica: Conceitos de Nanociência Moderna***

***autor: Rui Lobo, Escolar Editora (Lisboa, 2009)***

***Nanotechnology, Understanding Small Systems, CRC Press, 2007***

***Nanophysics and Nanotechnology, An introduction to Modern Concepts in Nanoscience, Wiley-VCH (2004)***

***-Nanotechnology (journal from IOP)***

***-Handbook of Nanotechnology, B. Bhushan, Springer***

**Mapa IV - Técnicas de Espectroscopia / Spectroscopic Techniques**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Técnicas de Espectroscopia / Spectroscopic Techniques***

**3.3.2. Docente responsável (preencher o nome completo) e respectivas horas de contacto na unidade**

**curricular:**

*José Paulo Moreira dos Santos - TP: 7h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*António Alberto Dias - TP: 10,5h*

*Maria Luísa Dias de Carvalho de Sousa Leonardo - TP: 10,5h*

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

*No final desta unidade curricular os alunos devem:*

*Ter uma visão global das técnicas de espectroscopia ótica;*

*Conhecer as ferramentas disponíveis e ser capaz de avaliar as limitações e benefícios de cada uma das técnicas;*

*Ser capaz, perante um problema prático, selecionar a técnica espectroscópica ótica adequada.*

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

*At the end of this course students should:*

*Have an overview of optical spectroscopy techniques;*

*Knowing the tools available and be able to assess the limitations and benefits of each technique;*

*Being able, for a given practical problem, select the appropriate optical spectroscopic technique*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Introdução: Interação da luz com a matéria*

*2. Espectroscopia de fotoelectrões e Raman*

*3. Espectroscopia de Fluorescência de raios-X*

**3.3.5. Syllabus:**

*1. Introduction: Light interaction with matter*

*2. Photoelectron and Raman spectroscopy*

*3. X-ray fluorescence spectroscopy*

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

*Na primeira parte do programa, tópicos 1 a 4, são abrangidos um conjunto de assuntos importantes transversais a todos os instrumentos usados em espectroscopia ótica. Estes incluem dispositivos óticos, optoelectrónicos, física de lasers e tópicos relacionados.*

*A segunda parte e principal deste programa, tópicos de 5 a 10, é subdividida em tópicos de acordo com os tipos de espectroscopia óticas descritas. Em cada um deste, far-se-á uma descrição geral dos princípios em que se estrutura o método, seguida da descrição das características do instrumento, nomeadamente espectro e resolução no tempo. Segue uma discussão sobre as possibilidades de aplicação, indicando exemplos de instrumentos e de medidas. Nesta segunda parte, a ordem dos tópicos segue a ordem cronológica em que as várias técnicas espectroscópicas foram desenvolvidas.*

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

*In the first part of the program, topics 1-4, covered a number of important issues that cross all instruments used in optical spectroscopy. These include optical devices, optoelectronic, physics of lasers and related topics.*

*The second and main part of this program, topics 5-10, is divided into topics according to the types of*

*optical spectroscopies described. In each thereof, it will be far a general description of the principles on which the method is structured, followed by description of the features of the instrument, and in particular time resolution spectrum. A discussion about the possibilities of application, indicating examples of instruments and measures. In this second part, the order of topics follows the chronological order in which the various spectroscopic techniques were developed.*

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

*Esta unidade curricular está organizada em aulas teórico práticas, em que será apresentada a matéria do Curso, incluindo exemplos de aplicação, em que são discutidos problemas concretos com os alunos.*

*A avaliação de conhecimento é efetuada pela entrega de 4 trabalhos em grupos (TG); o último destes TG é de apresentação oral. Cada um destes elementos é classificado até vinte valores e arredondado à unidade e, tem um peso de 25% na classificação final. Obterão aprovação nesta unidade curricular os alunos com frequência de pelo menos 2/3 das aulas e classificação final superior a 10 valores.*

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

*This course is organized into theoretical practices, in which will be presented in the matter of the course, including application examples, where specific problems are discussed with the students.*

*The knowledge assessment is performed by the delivery of four group works, the last of these is oral presentation. Each of these elements is rated up to twenty values and rounded to the unit and has a weight of 25% in the final standings. Obtain approval this course students with frequency of at least 2/3 of classes and final, higher than 10.*

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

*Para que os alunos consigam atingir os objetivos destes cursos pretende-se por um lado assegurar a sua participação ativa durante as aulas e por outros incentivar a capacidade de completar o conhecimento transmitido em aulas com o seu trabalho complementar fora de aula. No trabalho fora de aulas são considerados momentos de avaliação em grupo e individuais. Nos momentos de avaliação são adicionalmente testadas as capacidades de escrita e de exposição oral de um assunto.*

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

*For students to be able to achieve the objectives of these courses aims to firstly ensure their active participation in class and encourage others the ability to complete the knowledge imparted in classes with their complementary work outside of class. In moments of evaluation are additionally tested writing skills and oral presentation of a subject.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Atoms and Molecules, M. Weissbluth, Academic Press, 1978.*

*Optical Spectroscopy: Methods and Instrumentations, Nikolai V. Tkachenko, Elsevier Science, 2006.*

*Atomic and molecular spectroscopy: basic aspects and practical applications, S. Svanberg, Springer, 2004.*

*Artigos científicos a especificar durante as aulas.*

## Mapa IV - Ensaios Destrutivos e não Destrutivos / Destructive and Nondestructive Testing

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Ensaios Destrutivos e não Destrutivos / Destructive and Nondestructive Testing*

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

*Nuno Miguel Carvalho Pedrosa - T:14h; PL:28h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

n/a

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

*Pretende-se com esta disciplina, dotar os alunos de conhecimentos sobre:*

- *propriedades mecânicas das principais categorias de materiais de engenharia, ensaios mecânicos, fundamentos científicos, parâmetros operacionais, e os seus domínios de aplicação.*
- *principais técnicas de Ensaios Não Destrutivos (END), os seus fundamentos científicos, parâmetros operacionais, e os seus domínios de aplicação.*

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

*Provide knowledge on:*

- *mechanical properties of main categories of engineering materials, mechanical testing, scientific background, operational parameters and industrial application fields.*
- *non destructive tests (NDT) including the scientific background, operational parameters and industrial application fields.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução aos ensaios destrutivos*

- *tipos de ensaios, normas aplicáveis, classificação*

*Ensaio mecânicos*

- *Tracção, Dobragem, Dureza*

*Generalidades sobre os END*

- *Definição, normas aplicáveis, tipos de defeitos e suas origens, Classificação e princípios básicos das várias técnicas de END*

*Inspecção Visual e Magnetoscopia*

- *Líquidos penetrantes, Endoscopia, Partículas magnéticas*

*Métodos Radiológicos (RX)*

- *Conceitos básicos radiação electromagnética*
- *Fontes de radiação*
- *Radiografia digital*

*Ultra-sons (US)*

- *Propagação e tipos de ondas US*
- *Incidência numa superfície*
- *US convencionais de eco pulsado*
- *Creeping*
- *Phased Array*
- *TOFD*

*Correntes induzidas (CI)*

- *Conceitos básicos de electricidade*

**- CI convencionais e pulsadas**

**- CI Array**

**- ACFM**

### **3.3.5. Syllabus:**

***Introduction to destructive tests***

***-types of tests, standards, classification***

***Mechanical tests***

***-Tensile, Bending, Hardness***

***General Introduction to END***

***-Definition, applicable standards, types of defects and its origin, classification and basic principles of the different techniques of END***

***Visual inspection and Magnetic Particles***

***-Dye penetrant, magnetic particle, Endoscopy***

***Radiographic Methods (RX)***

***-Electromagnetic radiation principles***

***-Radiation sources***

***-Digital radiography***

***Ultrasound (US)***

***-Propagation and types of US waves***

***-Incidence on a surface***

***-Conventional US and pulsed echo***

***-Creeping***

***-Phased Array***

***-TOFD***

***Eddy current (EC)***

***-Basic concepts of electricity***

***-Conventional and pulsed EC***

***-Eddy Current Array (ECA)***

***-ACFM***

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

***O conteúdo programático é apresentado de uma forma integrada explicando claramente a ligação dos vários fundamentos teóricos e o campo de aplicação dos mesmos.***

***O conteúdo programático aborda ensaios não destrutivos avançados que têm uma aplicação industrial relevante mas que o seu conhecimento encontra-se restrito a poucos centros de competência. Esta característica dota os alunos com um conhecimento único e que poderá alargar as suas oportunidades em mercados de referência.***

***Os fundamentos teóricos são complementados com casos práticos de carácter industrial.***

***Os alunos são obrigados a analisar determinados casos industriais e escolher o tipo de ensaio mais adequado para a aplicação em causa assim como a normalização aplicável.***

***Deste modo, o conteúdo apresentado aborda com rigor os aspectos teóricos mas também os aspectos mais operacionais de aplicação e interpretação dos resultados provenientes dos vários ensaios.***

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

***The syllabus is presented in an integrated manner by clearly explaining the connection of the theoretical basis and the field of application of the different testing methods.***

***The syllabus covers advanced nondestructive testing that have a relevant industrial application but the knowledge is restricted to a reduced number of competence centers. This feature provides students with a unique knowledge which may extend their opportunities in reference markets.***

***The theoretical fundaments are complemented with practical cases of industrial relevance.***

***Students are required to analyze certain industrial cases and choose the type of the most appropriated test for the application in question as well as the applicable standards.***

***In this way, the contents presented accurately addresses theoretical aspects but also operational aspects of application and interpretation of the results obtained from the different testing techniques.***

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

***Nas aulas teóricas faz-se a exposição da matéria, sendo incentivada a participação dos alunos.***

***Nas aulas práticas realizam-se a análise de aplicações industriais relevantes de acordo com o tipo de ensaio e normalização aplicável***

***Avaliação continua de acordo com as regras em vigor na FCT***

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

***In the lectures is done the presentation of the different theoretical contents, being encouraged the participation of the students.***

***In practical classes is the analyzed several relevant industrial applications according to the type of test and applicable standards***

***Continuous evaluation according the actual FCT rules***

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

***A disciplina pretende assegurar aos alunos a compreensão e capacidade de usar um conjunto de ferramentas essenciais à actividade de um engenheiro mecânico no que concerne a análise dos vários ensaios de caracterização de integridade estrutural.***

***Estes objectivos são realizados através de três fases de aprendizagem***

***1.Os alunos são confrontados com os conceitos numa abordagem construtiva, utilizando recursivamente conceitos já adquiridos para a elaboração de novo conhecimento.***

***2.Os alunos são confrontados com a necessidade de usarem os novos conhecimentos e capacidades para a resolução de problemas, com o apoio do docente.***

***3.Os alunos realizam, autonomamente, análise de casos industriais a consolidar a compreensão dos temas***



***e a saber resolver problemas reais.***

***Cada um dos temas tratados na disciplina é apreendido através deste processo, conduzindo o aluno através de um percurso compreensão – aplicação, essencial em engenharia.***

***A realização de actividade experimental leva o aluno a perceber a importância prática do rigor e segurança.***

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

***The course aims the students to be able to use a set of concepts that are essential to the activity of a mechanical engineer in the assessment of structural integrity of materials and components***

***These goals are achieved through a three phase apprenticeship:***

***1. Students are confronted with the main concepts in a constructive approach, where new knowledge is recursively built on top of already acquired concepts.***

***2. Students face the need to use the recently acquired knowledge and skills to solve new problems, with the support of the teachers.***

***3. The students (autonomously) perform assessment of industrial applications aimed to consolidate the apprehension of the different subjects and to apply them to real life problems.***

***This three phase process is used through all the subjects on the syllabus, leading the student through a path from compression towards application.***

***Experimental activity enhances the perception of this requirement of accuracy and safety aspects as a practical need.***

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

***Paulo Martins, Tecnologia Mecânica, ed Escolar Editora, 2º ed, 2011***

***Almeida, F. P., Barata, J., Barros, P., Ensaio Não Destrutivos, 1ª Edição, Edições Técnicas ISQ, 1992;***

***ASM Handbook, "Materials Characterization", Volume 10, ASM Handbook, 1992;***

***ASM Handbook, "Nondestructive Evaluation and Quality Control", Volume 17, ASM Handbook, 1992;***

***Apontamentos da disciplina.***

## **Mapa IV - Instrumentação Digital / Digital Instrumentation**

### **3.3.1. Unidade curricular:**

***Instrumentação Digital / Digital Instrumentation***

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

***Pedro Manuel Cardoso Vieira - T: 14h; PL: 112h***

### **3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***André João Maurício Leitão do Valle Wemans - PL: 56h***

***Hugo Filipe Silveira Gamboa - PL: 56h***

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

***O objectivo desta unidade curricular é permitir ao estudante a compreensão dos vários passos necessários para o desenvolvimento de um sistema de medida com base num transdutor e a aquisição e processamento do seu sinal através de um computador. O exemplo escolhido é um electrocardiógrafo e é pretendido o que os alunos desenhem os vários componentes deste sistema: Sistema de aquisição sobre um microcontrolador PIC, sistema de controlo e visualização sobre o Labview e sistema de processamento sobre a linguagem Python.***

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

***The aim of this course is to allow the student to understand the various skills necessary for the***

**development of an acquisition system in its different components: transducer, signal conditioning, ADC and computer control and processing. The example chosen is an electrocardiograph and it is intended that the students draw the various components of this system: the acquisition system over a PIC microcontroller, control and display system on Labview and processing system on the Python language.**

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

**1. Interfaces de hardware. Placas de aquisição de dados e microcontroladores programáveis. Programação de Microcontroladores. Comunicação de dados via protocolo RS232.**

**2. Interfaces de software. Programação em "G" (LabVIEW). Controlo e aquisição de dados via protocolo RS232.**

**3. Processamento e análise de sinal em Python.**

### 3.3.5. Syllabus:

**1. Hardware interfaces. Data acquisition boards and programmable microcontrollers. Microcontrollers programming. Data communication by serial (RS232) protocol.**

**2. Software interfaces. "G" programming language (LabVIEW). Control and data acquisition by serial (RS232) protocol.**

**3. Signal processing and analysis in Python.**

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

**Considerando que o objectivo do curso, é dar ao aluno uma visão integrada dos vários passos necessários ao desenvolvimento de um projecto que inclui: o desenvolvimento de sistemas de baixo nível (embedded) necessários ao processamento básico (microcontrolador PIC), os sistemas de alto nível para interface humana (Labview) e os subsistemas de processamento de dados (Python). Esse objectivo é atingido dando aos alunos a formação nas várias ferramentas de desenvolvimento específicas, que permitem a criação de uma solução final e integrada.**

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

**Whereas the objective of the course is to give the student an integrated view of the various components necessary to develop a project, that includes the following steps: the development of low-level systems (embedded) needed basic processing (PIC microcontroller), the high level systems for human interface (Labview) and data processing subsystems (Python). This is achieved by giving to the students the skills in the several specific development tools, that enable the creation of a final, integrated solution.**

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

**É ministrada uma aula semanal com a duração de uma hora com vista à apresentação e discussão de conceitos a serem utilizados na execução do trabalho prático.**

**As aulas práticas são semanais e têm a duração de quatro horas. No decurso de cada aula haverá um período destinado à discussão de conceitos a aplicar no trabalho laboratorial.**

**Cada turma deverá ter no máximo catorze alunos divididos em sete grupos de trabalho de dois alunos cada.**

**A avaliação de conhecimentos é feita através de testes e pela avaliação do projecto final. A nota final resultará da seguinte ponderação:**

**30% - Classificação do teste de Programação de microcontroladores;**

**30% - Classificação do teste de Programação LabVIEW;**

**15% - Classificação do teste de Análise de sinal em Python;**

**25% - Classificação da avaliação do Projecto.**

*As classificações são atribuídas numa escala de zero a vinte valores.*

*O projecto final é avaliado através duma demonstração de funcionamento e por um relatório.*

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

*There will be a weekly one-hour lecture for the presentation and discussion of concepts to be used in laboratory sessions.*

*The weekly laboratory sessions have a duration of four hours. During each session there will be a period for discussing concepts to be applied.*

*Each class will have a maximum of fourteen students divided into seven working groups of two students each.*

*The evaluation is made by written tests and an evaluation of the final project. The final grade is obtained using the following weightings:*

*30% - Programming microcontrollers test;*

*30% - LabVIEW programming test;*

*15% - Signal analysis in Python test;*

*25% - Project evaluation.*

*The scores are assigned on a scale from zero to twenty values.*

*The final project is evaluated by a demonstration of operation and by a written report.*

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

*As metodologia de ensino têm como objectivo permitir ao estudante a compreensão dos vários passos necessários para o desenvolvimento de um sistema de instrumentação. O exemplo escolhido é um electrocardiograma e é pretendido o que os alunos desenhem os vários componentes deste sistema: Sistema de aquisição sobre um microcontrolador PIC, sistema de controlo e visualização sobre o Labview e sistema de processamento sobre a linguagem Python. Para isso é dada informação, nas aulas teóricas, de como desenvolver cada um dos componentes de uma forma isolada sendo estabelecido os protocolos de comunicação entre eles. As aulas teóricas seguintes fornecem os conhecimentos necessários de como cada uma dos componentes deve ser funcionalizada. Nas aulas práticas inicialmente os alunos desenvolvem cada um dos componentes de forma isolada, sendo a integração de todos módulos realizada no final, apenas nas últimas aulas práticas. A articulação entre a componente teórica e prática permite ao alunos desenvolver autonomia na procura das suas próprias soluções. Para a aplicação final, o aluno incentivado a desenvolver a aplicação para um cenário por si imaginado, adaptando os vários componentes a essa 'realidade'. Para que o processo de integração dos vários componentes seja perfeitamente assimilado pelos alunos, a unidade curricular finaliza pela apresentação do projecto e demonstração prática do seu funcionamento.*

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

*The teaching methods aim to allow the student to understand the various steps necessary for the development of an instrumentation system. The example chosen is an electrocardiograph and it is intended that the students draw the various components of this system: the acquisition system over a PIC microcontroller, control and display system on Labview and processing system on the Python language. For it is given information in lectures, how to develop each component by itself and which protocols of communication should be established between them. The following lectures provide the necessary knowledge of how each of the components must be functionalized. In practical classes students initially develop each component by itself being the integration of all modules conducted in the last practical classes. The articulation between the theoretical and practical allows students to develop autonomy in*

*finding their own solution . For the final application, the student is encouraged to develop the application to a scenario imagined by themselves, adapting the various components of this 'reality'. For the integration of the various components be perfectly assimilated by the students, the course ends by a presentation of system design and practical demonstration of its operation.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- *Princípios de Electrónica, Albert Paul Malvino, McGraw-Hill*
- *LabVIEW programing, data acquisition and analysis, Beyton & Jeffrey, Prentice Hall*
- *The Art of Electronics, Paul Horowitz et al, Cambridge University Press*
- *The PIC microcontroller – your personal introductory course. John Morton, Elsevier, 2007*
- *PIC in practice – A project based approach. D W Smith, Elsevier, 2008*
- *Introdução à Instrumentação Médica, José Higinio Correia, João Paulo Carmo, Lidel, 2013*

## Mapa IV - Microeletrónica / Microelectronics

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Microeletrónica / Microelectronics*

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

*Elvira Maria Correia Fortunato - T: 28h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Guilherme António Rodrigues Lavareda - PL: 28h*

*Carlos Alberto Nunes de Carvalho - PL: 28h*

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

- *Saber executar o fabrico de um dispositivo.*
- *Aplicar diferentes técnicas de caracterização aos diferentes tipos de materiais utilizados em microelectrónica.*
- *Caracterizar os dispositivos produzidos.*

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

- *Practical knowledge of how to produce an electronic device.*
- *Application of different characterization techniques to different microelectronics materials.*
- *Characterization of the produced devices.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

- 1- *Perspectiva sobre os processos de microelectrónica.*
- 2- *Litografia.*
- 3- *Crescimento de monocristais.*
- 4- *Oxidação térmica.*
- 5- *Difusão térmica.*

**6- Implantação iónica.**

**7- Deposição de filmes finos.**

**8- Contactos, interligações e encapsulamento.**

**9- MEMS.**

**3.3.5. Syllabus:**

**1- Overview of the most used microelectronics fabrication processes.**

**2- Lithography.**

**3- Mono-crystal growth.**

**4- Thermal oxidation.**

**5- Thermal diffusion.**

**6- Ionic implantation.**

**7- Thin-film deposition.**

**8- Contacts, interconnections and encapsulation.**

**9- MEMS.**

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

***Todos os capítulos do programa estão relacionados com primeiro ponto dos objectivos.***

***Os capítulos 3, 4, 5, 6, 7 e 8 permitem atingir o segundo ponto dos objectivos.***

***Os capítulos 4, 5, 6, 7 satisfazem o terceiro ponto dos objectivos.***

***Todos os capítulos em conjunto com os trabalhos de laboratório estão directamente relacionados com o quarto ponto dos objectivos.***

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

***All chapters of syllabus are related to the 1st objective.***

***Chapters 3, 4, 5, 6, 7 and 8 allow attaining the 2nd objective.***

***Chapters 4, 5, 6, 7 fit the 3th objective.***

***All chapters" theory and the practical laboratory works are directly related to the 4th objective.***

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

***A disciplina é organizada em uma componente teórica de 2 horas semanais e uma componente prática de 4 horas semanais. A componente prática inclui a resolução de exercícios de aplicação e a execução de 5 trabalhos laboratoriais (TPs) consecutivos, conducentes ao fabrico de um díodo de junção pn.***

***O conjunto destes trabalhos dará origem a um relatório único ao qual, após discussão, será atribuída uma classificação.***

***As aulas práticas necessitam de uma duração de 4 horas, uma vez que os processos térmicos evoluem em função do tempo. A execução das etapas de litografia, sendo efectuadas sequencialmente, também necessitam de uma duração longa.***

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

*The course is organized in one theoretical (2 hours per week) and one practical (4 hours per week) component.*

*The practical component includes the resolution of practical exercises and the execution of 5 laboratory consecutive sessions, leading to the complete production of a pn junction diode.*

*All lab sessions will give rise to a unique report to which, after discussion, a classification will be attributed.*

*Practical classes need 4 hour duration due to thermal processes. Also, lithography steps, being done sequentially, need a long duration.*

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

*As aulas teóricas darão o conhecimento básico necessário para a resolução dos exercícios feitos nas aulas práticas. Ambas, permitirão aos alunos a execução dos trabalhos experimentais em laboratório.*

*Esta unidade curricular, sendo essencialmente tecnológica, valoriza muito a componente prática laboratorial.*

*Os 5 trabalhos experimentais, conduzem ao fabrico de um díodo de junção pn, sendo:*

*TP#1-Oxidação térmica húmida de silício;*

*TP#2-Difusão térmica de fósforo;*

*TP#3-Re-oxidação/penetração;*

*TP#4-Deposição de Al por evaporação térmica;*

*TP#5-Recozimento dos contactos e caracterização eléctrica dos díodos.*

*Essa valorização está expressa na carga horária de aulas praticas bem como no peso que a componente laboratorial tem na classificação final.*

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

*Theoretical classes will give the background knowledge necessary to perform the exercises made in the practical classes. Both, theoretical and exercise classes will permit students to perform the experimental work in the Lab.*

*This curricular unit, being essentially technological, highlights its laboratory component.*

*The 5 experimental works, permitting to fabricate a pn junction diode, are:*

*TP#1-Thermal wet oxidation of a p-type silicon wafer. Lithography.*

*TP#2-Thermal diffusion of phosphorus in a p-type silicon wafer.*

*TP#3-Re-oxidation/drive-in. Lithography.*

*TP#4-Al thin-film deposition by thermal evaporation. Lithography.*

*TP#5-Contact annealing and diode electrical characterization.*

*The importance of the practical component is expressed through the long practical class duration, as well as by the weight that this component has in the final classification.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- *Marc J. Madou "Fundamentals of Nanofabrication", 2nd Edition, CRC Press (2002).*

- *Elementos fornecidos nas aulas.*

## Mapa IV - Tecnologia de Superfícies e Interfaces / Technology of Surfaces and Interfaces

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Tecnologia de Superfícies e Interfaces / Technology of Surfaces and Interfaces*

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

*Maria de Fátima Guerreiro da Silva Campos Raposo - T: 7h; PL: 7h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*Susana Isabel Santos Silva Sério Venceslau - T: 7h; PL: 35h*

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

*O objetivo desta Unidade Curricular é proporcionar aos alunos conhecimento sobre física dos diferentes tipos de filmes finos. Esta UC irá proporcionar uma profunda compreensão dos métodos de produção e propriedades de filmes finos, permitindo que os alunos se familiarizem com as questões científicas primordiais associadas a estas tecnologias e levarem esse conhecimento, e metodologias associadas, para os próximos estagia da sua vida profissional.*

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

*The aim of this Curricular Unit is to provide students with knowledge on the physics of different types of thin films. This curricular unit will provide a deep understanding of the production methods and properties of thin films, allowing the students to get acquainted with the primordial scientific questions associated to these technologies, bringing this knowledge, and associated methodologies, to the next stages of its professional life.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Introdução: Definições e propriedades. Processamento de superfícies. Deposição de Filmes finos: métodos químicos e físicos; Plasmas e descargas magnetron; pulverização catódica; Preparação das superfícies; criação de padrões. Filmes finos: Condensação, nucleação e crescimento de filmes finos; Estruturas nos filmes finos; Espessura, composição, propriedades óticas, mecânicas e elétricas. Aplicações tecnológicas dos filmes finos em/para: componentes eletrônicos ativos; dispositivos magnéticos e supercondutores; microelectrónica; decoração; aplicações mecânicas; biocompatibilidade; Grafeno e aplicações; Superfícies hidrofóbica e hidrófilas; Manipulação atômica e formação de nanoestruturas. Métodos de Filmes Orgânicos: Monocamadas e Heteroestruturas Moleculares: Adsorção química; Langmuir, Langmuir-Blodgett, Adsorção física; Camada-por-camada; "Spray"; Encapsulamento molecular; Jacto de Tinta; Litografia dedicada.*

### 3.3.5. Syllabus:

*Introduction: Definitions and properties. Surface Processing. Deposition of thin films: chemical and physical methods; Plasmas and magnetron discharges, sputtering, preparation of surfaces, creating patterns. Thin films: Condensation, nucleation and growth of thin films; structure: thickness, composition, mechanical, electrical and optical properties. Technological applications: Active electronic components, magnetic and superconducting devices, microelectronics, decoration; mechanical applications; biocompatibility; Graphene and Applications; hydrophobic and hydrophilic surfaces, atomic manipulation and formation of nanostructures. Methods of Organic Films: Molecular monolayers and Heterostructures:*

***Chemical Adsorption; Langmuir; Langmuir-Blodgett; Physical Adsorption; layer-by-layer; "Spray"; molecular encapsulation; Inkjet; dedicated lithography.***

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

***Esta Unidade Curricular é uma disciplina de Física, que contempla conceitos físicos fundamentais e modelos sobre filmes finos metálicos, óxidos e orgânicos. Os conteúdos pedagógicos abordam questões fundamentais de produção e propriedades de filmes finos.***

***Estes temas são apresentados com exemplos de resultados experimentais e modelos adequados. Pretende-se, assim, dotar os alunos com as ferramentas básicas para uma abordagem baseada em conceitos físicos bem definidos da tecnologia atual.***

***A metodologia de ensino é consistente com os objetivos da unidade curricular. Pretende-se que os alunos apliquem, contextualizem e ampliem os conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares anteriores e levem o conhecimento adquirido para os próximos estágios de formação/ vida profissional.***

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

***This Curricular Unit is a physics course, which includes fundamental physical concepts and models about thin films based on metals, oxides and organic. The pedagogical contents address fundamental issues of thin films production and properties.***

***These topics are presented with examples of experimental results and models with appropriate assumptions. It is intended to provide students with the basic tools for an approach governed by the fundamental laws of physics to actual thin films technology.***

***The teaching methodology is consistent with the objectives of the course. It is intended that the students apply, contextualize and amplify the knowledge acquired in the previous curricular units and bring the acquired knowledge to the next stages of formation or active life.***

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

***Aulas teórico-Práticas:***

***Presenciais, com a duração de 2 horas, apoiadas por apresentações em vídeo-projetor, simulações e demonstrações. Algumas aulas serão reservadas à apresentação de temas de conteúdos programáticos por parte dos alunos.***

***Aulas Práticas***

***Presenciais e em grupo, com a duração de 3 horas.***

***Avaliação***

***1. Realização de 8 trabalhos experimentais de laboratório em grupo sobre técnicas de produção e caracterização de filmes finos.***

***2. Realização de dois testes.***

***3. Realização de uma apresentação acerca de um tópico a definir.***

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

***The teaching-learning process includes classroom and laboratorial classes moments as follows:***

***Lectures:***

***Lectures of 2 hours, supported by presentations in video projector, simulations and demonstrations.***

***Laboratorial Classes:***

***Presential classes and in groups, lasting for three hours.***

***Assessment:***

***1. Completion of 8 experimental sections on production techniques and characterization of thin films.***

***Preparation of a report and a presentation about the production of a particular thin film and characterization.***

***2. Completion of two tests.***

***3. Presentation on a topic to be determined.***

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

***A metodologia de ensino é consistente com os objetivos da unidade curricular. Pretende-se que os alunos***



*apliquem, contextualizem e ampliem os conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares anteriores e levem o conhecimento adquirido para as próximas etapas de aprendizagem.*

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

*The teaching methodology is consistent with the objectives of the course. It is intended that the students apply, contextualize and amplify the knowledge acquired in the previous curricular units and bring the acquired knowledge to the next stages of apprenticeship.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*-“Physical vapor deposition of thin films ” – John E. Mahan*

*-“Introduction to plasma physics” – Gurnett and Bhattacharjee*

*-“Physics of thin films ” – Maurice H. Francombe and John L. Vossen*

*-“Physical chemistry of surfaces” – Arthur W. Adamson, Alice P. Cast.*

*-“Physics at surfaces”- Andrew Zangwill.*

*-“An Introduction to ultrathin organic Films from Langmuir to Self-assembly”-Abraham Ulman.*

*-“Multilayer Thin Films- Sequential assembly of nanocomposite Materials”- Gero decher, Joseph B. Schlenoff, Jean-Marie Lehn.*

**Mapa IV - Física dos Novos Materiais / Physics of the New Materials**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Física dos Novos Materiais / Physics of the New Materials*

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

*João Paulo Lança Pinto Casquilho - TP:10h (Cristais Líquidos)*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Gregoire Marie Jean Bonfait -TP: 10h (Supercondutividade)*

*Ana Cristina Gomes da Silva-TP: 8h ( Sistemas físicos nano de dimensionalidade)*

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

*O objetivo desta unidade curricular é providenciar um conhecimento básico sobre os processos físicos que estão na origem das propriedades características de alguns materiais importantes e ainda em fase de desenvolvimento para novas tecnologias.*

*Este conhecimento básico de fenómenos às vezes complicados é obtido graças à utilização amadurecida de muitos dos conhecimentos obtidos nas UC leccionados anteriormente.*

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

*The aim of this course is to provide a basic understanding of the physical processes that are the origin of the characteristic properties of some important materials for new technologies under development. This basic knowledge of the complicated phenomena is achieved by using the mature knowledge obtained from the many previously taught CU.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Supercondutividade*

*a. Fenomenologia da supercondutividade.*

*b. Introdução às teorias fenomenológicas.*

**c. Aplicação às bobinas supercondutoras****2. Cristais Líquidos****a. Introdução aos Cristais Líquidos****b. Teorias de campo médio da fase nemática****c. Teoria fenomenológica da transição de fase esmética A - nemática****d. Introdução à teoria contínua da fase nemática****3. Sistemas físicos nano de dimensionalidades 0D (3D), 1D e 2D****a. Fullerenos: Números mágicos, estrutura electrónica. Propriedades eléctricas e ópticas. Quantum dots.****b. Nanotubos de carbono. Chiralidade. Propriedades eléctricas.****c. Grafeno: Estrutura electrónica. Propriedades eléctricas e ópticas. Aplicações.****3.3.5. Syllabus:****1. Superconductivity****a. Phenomenology****b. Introduction to phenomenologic theories****c. Application to superconducting magnet****2. Liquid crystals****a. Introduction to liquid crystals****b. Mean field theory for nematic phase****c. phenomenologic theory for smetic A- nematic phase transition****d. Introduction to the continuous theory of nematic phase****3. 0D, 1D, 2D Nano physical systems****a. Fullerenes (magic numbers. electronic structure, optical and electrical properties). Quantum dots****b. Carbon nanotubes (Chirality, electrical properties)****c. Graphene ( electronic structure, optical and electrical properties).****3.3.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular:**

*A unidade curricular aborda três temas principais: supercondutividade, cristais líquidos e sistemas físicos de nanodimensões. Nestes temas irá ser dada especial ênfase à descrição física dos processos físicos característicos dos novos matérias, com vista a potenciar a sua aplicação tecnológica.*

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

*The course addresses three main topics: superconductivity, liquid crystals and physical systems of nano-dimensions. These themes special emphasis to the physical description of the characteristic physical processes of new materials in order to enhance their technological application will be given.*

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

*A unidade curricular será lecionada em aulas teórico-práticas. Nestas aulas serão ministradas em alternância sessões teóricas onde serão expostos os conceitos e modelos e sessões práticas. Nas aulas práticas, serão discutidos problemas com o objectivo consolidar a compreensão dos temas descritos nas sessões teóricas.*

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

*The course will be delivered in theoretical-practical classes. In these classes the alternating theoretical sessions, where they will be exposed to theoretical concepts and models, and practical sessions. In practical classes, problems with the aim to consolidate understanding of the issues described in the theoretical sessions will be discussed.*

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

*As componentes teóricas necessárias para atingir os objetivos de aprendizagem são ministradas nas sessões teóricas. A aquisição destes conhecimentos é avaliada nas provas escritas (testes/exames). O acompanhamento dos alunos nas aulas teóricas é verificado por meio de questionários orais, e escritos se necessário, sobre a matéria lecionada na aula anterior e na própria aula, assim como no horário de atendimento.*

***As componentes práticas necessárias para atingir os objectivos de aprendizagem são desenvolvidas nas sessões práticas. A avaliação destas competências é assegurada na parte prática das provas escritas.***

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

***The theoretical components necessary to achieve the learning objectives are taught in theoretical sessions. The acquisition of such knowledge is assessed in written tests (tests / exams). The monitoring of students in lectures is verified through oral quizzes, written and if necessary, on the material taught in lectures.***

***The practical components necessary to achieve the learning objectives are developed in practical sessions. The assessment of these skills is ensured by written tests and reports of laboratory work.***

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***Introdução à Física Estatística, J.P Casquilho e P. Cortez Teixeira, IST Press, Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia (2011)***

***Applications of superconductivity, edited by Harold Weinstock, Publication: Kluwer Academic Publishers (2000)***

***Superconductivity and its applications, J. E. C. William, Poin Limited (1970)***

***Apontamentos elaborados pelos docentes. / Notes prepared by the professors.***

**Mapa IV - Aplicações Avançadas de Instrumentação / Advanced Instrumentation Applications**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Aplicações Avançadas de Instrumentação / Advanced Instrumentation Applications***

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

***Hugo Filipe Silveira Gamboa – PL:56h***

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***Pedro Manuel Cardoso Vieira - T:28h;***

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

- Possibilitar a implementação de sistemas de instrumentação complexos em modo de tempo real e de análise de dados, com o desenvolvimento de aplicações de visualização e reporte dos dados adquiridos.***
- A disciplina fará a síntese dos conteúdos adquiridos em Instrumentação Analógica e Instrumentação Digital e Micro-Controlada, juntando as partes analógicas e digital à construção de aplicações finais com processamento da informação adquirida e a criação de relatórios sobre a instrumentação efectuada.***
- Serão apresentadas linguagens de prototipagem rápida de aplicações científicas para aplicações de instrumentação.***
- Será abordada a tomada de decisão e controlo baseado na instrumentação fechando o ciclo aplicacional.***

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

- Provide the tools to implement complex instrumentation systems for real time and offline data analysis. The student will be able to develop visualization and reporting application based on the instrumentation data sources.***
- The course will combine the acquired knowledge from the analogic, digital and microcontrolled instrumentation previous courses, combining both to create final applications.***

- *The student will be introduced to programming languages for the rapid creation of scientific application for instrumentation.*
- *Decision-making and control examples will be developed to close the application cycle.*

### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

1. *Integração da medida de realidades físicas, com protocolos standard de armazenamento e comunicação.*
2. *Sistemas integrados de aquisição de sinais. Utilização de kits de prototipagem de sistemas de instrumentação.*
3. *Linguagem de cálculo científico para criação de algoritmos de extração de informação e visualização. Extração de características no domínio do tempo e no domínio da frequência.*
4. *Aprendizagem automática aplicada à tomada de decisão e controlo em instrumentação.*
5. *Criação de aplicações rápidas para visualização e apresentação de informação agregada. Descoberta de informação a partir de base de dados de medidas.*

### 3.3.5. Syllabus:

1. *Physical measurements integration, based on standard communication protocols*
2. *Integrated signal acquisition systems. Usage of instrumentation prototyping systems .*
3. *Languages for scientific computation to apply on features of extraction and visualization, both on time and frequency domains.*
4. *Machine learning applied to decision and control on instrumentation systems.*
5. *Rapid application development for aggregated information presentation. Data discovery based on the measurements databases.*

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

*Um dos principais objetivos da Unidade Curricular é o fornecer ao estudante uma visão das possíveis aplicações da instrumentação. Esse objetivo é alcançado proporcionando uma formação nas várias ferramentas de desenvolvimento específicas, que permitem a criação de uma solução final e integrada utilizando os conhecimentos adquiridos em várias UCs de instrumentação.*

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

*The main goal of the Course is to provide to the student an integrated vision of instrumentation applications. This goal is achieved by providing several incremental tools that enables the solution creation in the final projects that is the result of the several instrumentation courses during the physics degree.*

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

*Os estudantes terão semanalmente 2 horas de aulas teóricas onde o programa será apresentado e 2 horas laboratoriais onde executarão um projeto incremental que culminará na criação de uma aplicação completa de instrumentação. Existirão dois momentos de avaliação laboratorial e a avaliação final do projeto integrado.*

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

*The course will be composed of theoretical classes (2 hours) where the program will be presented, and lab time (2 hours) where the student will incrementally implement a complete instrumentation application. Two moments of evaluation in the lab will exist with the final evaluation of the complete project.*

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

*A divisão entre aulas teóricas e laboratoriais permitirá apresentar os conteúdos necessários para que os alunos possam implementar a aplicação final em ambiente laboratorial da forma mais autónoma possível.*

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

*The division between theoretical class and lab time, will enable the presentation of the necessary contents so that the students will develop a final instrumentation application in a quite autonomous mode.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Measurement and Instrumentation: Theory and Application*  
by Alan S. Morris Reza; Langari Butterworth-Heinemann Ltd (2011)

*Python for Data Analysis Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython*  
By Wes McKinney; O'Reilly Media (2012)

*Practical Arduino Engineering, by Harold Timmis, APRESS (2011)*

**Mapa IV - Empreendedorismo / Entrepreneurship****3.3.1. Unidade curricular:**

*Empreendedorismo / Entrepreneurship*

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

*Virgílio António Cruz Machado - TP: 45h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*n/a*

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

*O curso pretende motivar os alunos para o empreendedorismo e para a necessidade da inovação tecnológica. O programa cobre vários tópicos que são importantes para a adoção de uma cultura aberta aos riscos suscitados em processos de criação de novos produtos ou atividades que exigem características empreendedoras. No final desta unidade curricular, os alunos deverão ter desenvolvido um espírito empreendedor, uma atitude de trabalho em equipa e estar aptos a:*

- 1) Identificar ideias e oportunidades para empreenderem novos projetos;*
- 2) Conhecer os aspetos técnicos e organizacionais inerentes ao lançamento dos projetos empreendedores;*
- 3) Compreender os desafios de implementação dos projetos (ex: mercado, financiamento, gestão da equipa) e encontrar os meios para os ultrapassar;*
- 4) Expor a sua ideia e convencer os stakeholders.*

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

*This course is intended to motivate students for entrepreneurship and the need for technological innovation. It covers a list of topics and tools that are important for new venture creation as well as for the development of creative initiatives within existing enterprises. Students are expected to develop an entrepreneurship culture, including the following skills:*

- 1) To identify ideas and opportunities to launch new projects;*
- 2) To get knowledge on how to deal with technical and organizational issues required to launch entrepreneurial projects;*
- 3) To understand the project implementation challenges, namely venture capital and teamwork management, and find the right tools to implement it;*
- 4) To show and explain ideas and to convince stakeholders.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*O empreendedorismo como estratégia de desenvolvimento pessoal e organizacional. Processos de criação de ideias. A*

**proteção da propriedade intelectual: patentes e formalismos técnicos. A gestão de um projeto de empreendedorismo: planeamento; comunicação e motivação; liderança e gestão de equipas Marketing e inovação para o desenvolvimento de novos produtos e negócios. O plano de negócios e o estudo técnicofinanceiro. Financiamento e Sistemas de Incentivos: formalidades e formalismos. A gestão do crescimento e o intra-empendedorismo.**

### 3.3.5. Syllabus:

**Strategy for entrepreneurship. Ideation and processes for the creation of new ideas. Industrial property rights and protection: patents and technical formalities. Managing an entrepreneurial project: planning; communication and motivation; leadership and team work. Marketing and innovation for the development of new products and businesses. Business plan and entrepreneurial finance. System of Incentives for young entrepreneurs. Managing growth and intrapreneurship.**

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

**O conteúdo programático foi desenhado para incentivar o aluno ao empreendedorismo e à perceção e análise da envolvente**

**em busca de oportunidades de negócio, de forma a que consiga aplicar os conhecimentos adquiridos:**

- 1) na transformação de conhecimento científico em ideias de negócio;**
- 2) na criação, seleção e desenvolvimento de uma ideia para um novo produto ou serviço;**
- 3) na elaboração de um plano de negócio e de um plano de marketing;**
- 4) na exposição das suas ideias em curto tempo e em ambientes stressantes.**

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

**The syllabus was designed to encourage the student for entrepreneurship and for the perception and analysis of new**

**business opportunities; with this program, the student may apply the knowledge provided:**

- 1) to transform scientific knowledge in business ideas;**
- 2) to create, select and develop an idea for a new product or service;**
- 3) to draw a business plan and a marketing plan;**
- 4) to better explain and present its ideas in a short time and stressed environments.**

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

**Este curso será ministrado a alunos dos 4º ou 5º anos dos programas de Mestrado integrado e de 2º ciclo.**

**O programa é**

**dimensionado para decorrer entre o 1º e o 2º semestre, num período de 5 semanas, envolvendo um total de 45 horas**

**presenciais (TP), organizadas em 15 sessões de 3 horas e exigindo um esforço global de 3 ECTS.**

**As aulas presenciais baseiam-se na exposição dos conteúdos do programa. Os estudantes serão**

**solicitados a aplicar as**

**competências adquiridas através da criação e desenvolvimento de uma ideia (produto ou negócio). As**

**aulas integrarão**

**alunos provenientes de diversos cursos com vista a promover a integração de conhecimento derivado de várias áreas**

**científicas e envolverão professores e "mentores" com background diverso em engenharia, ciência, gestão e negócios.**

**A avaliação compreende a apresentação e defesa da ideia num elevator pitch e do respetivo relatório (realizado em grupo**

**de 4-5 elementos). A apresentação contribuirá com 60% e o relatório com 40% para a nota final.**

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

**This course is directed to students from the 4th and 5th years of the "Mestrado Integrado" (Integrated Master) and students**

*from the 2nd cycle (Master). The program was designed for a duration of 5 weeks, with a total of 45 hours in class (15 sessions of 3 hours each) - 3 ECTS. Classes are based in an exposition methodology. Students will be asked to apply their skills in the creation and development of an idea, regarding a new product or a new business. Classes integrate students from different study programs to promote the integration of knowledge derived from various scientific areas and involve academic staff and "mentors" with diverse background in engineering, science, management and business. Students evaluation is based on the development and presentation of an idea/project in an elevator pitch, and its report. The work should be developed in teams of 4-5 members. The presentation should account for 60% of the final mark and the report 40%.*

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

*Considerando o tempo disponível (5 semanas), a metodologia de ensino preconiza que em cada semana sejam discutidos e trabalhados (em grupo) os temas apresentados, os quais tinham sido definidos nos objetivos de aprendizagem. Na 1ª semana os temas a abordar estão relacionados com os aspetos estratégicos do empreendedorismo, a geração de ideias, a liderança e a gestão de equipas; como resultado os alunos deverão constituir e organizar as suas equipas para poderem definir o problema que se pretende resolver. Na 2ª semana, os temas apresentados permitirão que o aluno possa evoluir no seu projeto acrescentando opções de soluções ao problema identificado na semana anterior e proceder à seleção de uma delas. Na 3ª semana, a abordagem ao mercado e às condições de comercialização viabilizarão a concretização do plano de marketing. Na 4ª semana, abordar-se-ão os aspetos relacionados com a viabilidade financeira do projeto, possibilitando a realização do respetivo plano de negócio e do seu financiamento. Na última semana, abordar-se-á o processo de exposição da ideia aos potenciais interessados, tendo os alunos que realizar a apresentação e defesa do seu projeto num elevator pitch, perante um júri. Neste sentido, a metodologia privilegia*

- 1) a apresentação de casos práticos e de sucesso;*
- 2) a promoção de competências nos domínios comportamentais, nomeadamente, no que respeita ao desenvolvimento do sentido crítico, à defesa de ideias e argumentos baseados em dados técnico-científicos, à tolerância e capacidade de gestão de conflitos em situações adversas e stressantes.*
- 3) a participação dos alunos nos trabalhos colocados ao longo da unidade curricular e a sua apresentação.*

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

*Considering the available time (5 weeks), the teaching methodology praises that, in each week, the subjects presented and defined in the learning objectives are discussed and worked (in groups). In the first week, the subjects introduced to students are related with entrepreneurial strategic issues, generation of ideas, leadership and work team management; as a result, the students will have to organize their teams to be able to define the problem. In the 2nd week, the subjects presented will allow the student to pursue its project; they have to consider different options for the*

*problem identified in the previous week. In the 3rd week, the market related issues are approached, and the students are asked to build a marketing plan. In the 4th week, financial issues are addressed, making it possible to accomplish a business plan. In the last week, the process of how to expose the idea to potential stakeholders is addressed; the students are required to present and argue their project in an elevator pitch.*

*This methodology gives priority to:*

- 1) the presentation of practical and successful cases;*
- 2) the promotion of soft skills, namely, in what concerns to the development of critical thinking, the defense of ideas and arguments based on technical-scientific data, to the tolerance and capacity of dealing with conflicts in adverse and stressful situations.*
- 3) the participation of the students in practical works and assessments and their presentation.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

#### *Books*

*Burns, P. (2010). Entrepreneurship and Small Business: Start-up, Growth and Maturity, Palgrave Macmillan, 3rd Ed.*

*Kotler, P. (2011). Marketing Management, Prentice-Hall*

*Shriberg, A. & Shriberg (2010). Practicing Leadership: Principles and Applications, John Wiley & Sons, 4th Ed.*

*Spinelli, S. & Rob Adams (2012). New Venture Creation: Entrepreneurship for the 21st Century. McGraw-Hill, 9th Ed.*

*Byers, Thomas H., Dorf R. C., Nelson, A. (2010). Technology Ventures: From Idea to Enterprise, 3rd Ed., McGraw-Hill*

*Hisrich, R. D. (2009). International Entrepreneurship: Starting, Developing, and Managing a Global Venture, Sage*

*Publications, Inc*

*Hisrich, R.D., Peters, M. P., Shepherd, D.A. Entrepreneurship, 7th Ed., McGraw-Hill, 2007*

#### *Journals*

*Entrepreneurship Theory and Practice*

*Journal of Entrepreneurship*

*International Entrepreneurship and Management Journal*

*International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*

*Entrepreneurship & Regional Development*

*Journal of Business Venturing*

## Mapa IV - Fotónica / Photonics

### 3.3.1. Unidade curricular:

*Fotónica / Photonics*

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

*Paulo António Martins Ferreira Ribeiro - TP: 42h*

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*n/a*

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

*Descrever com rigor, conceitos, leis e fenómenos fundamentais relevantes para a Fotónica*

*Executar processos de pesquisa documental e estudo orientado para o planeamento e execução de procedimentos*

*Planear, elaborar e executar procedimentos conducentes a objetivos experimentais*



**Aplicar os conhecimentos de Óptica e na modelação de fenómenos, processos e mecanismos relacionados Fotónica**

**Resolver questões nos domínios da Óptica aplicados à Fotónica, determinando ou medindo grandezas, realizando cálculos e estimativas usando expressões**

**Elaborar e apresentar, textos descritivos e relatórios, com rigor, clareza e concisão, do ponto de vista da Óptica quando aplicada aos processos e fenómenos relacionados com a Fotónica**

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

**Accurately describe, concepts, laws and fundamental phenomena relevant to Photonics**

**Run processes of documentary research and oriented study; planning and implement procedures**

**Plan, develop and implement procedures leading to experimental goals**

**Apply knowledge of Optics to modeling of phenomena, processes and mechanisms related with Photonics**

**Solve issues in the fields of optics applied to photonics, determining or measuring quantities, performing calculations and evaluate using expressions**

**Prepare and submit reports and descriptive texts with accuracy, clarity and brevity, from the point of view of optics when applied to processes and phenomena related with photonics**

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**1. Introdução: Fotónica, optoelectrónica, biofotónica e nanofotónica; estado da arte**

**2. Produção e deteção de luz: fontes de luz, detetores, resposta espectral, ruído, sensibilidade e tempo de resposta**

**3. Óptica de Cristais: Introdução: propagação em cristais anisotrópicos; birrefringência; superfície normal; o elipsóide dos índices; atividade óptica**

**4. Fibras Ópticas: Modos, atenuação, distorção; aplicações**

**5. Refletometria, Polarimetria e Elipsometria: Reflexão de luz em interfaces; refletometria, polarimetria e elipsometria; aplicações**

**6. Interferometria Óptica: Interferência de duas e fontes múltiplas; filtros de interferência, interferência por múltipla reflexão; interferómetros; aplicações**

**7. Holografia**

**8. Modulação, comutação e amplificação de luz: Introdução; efeitos eletrópticos modulação, efeitos fotorefrativo, Faraday e acusto-óptico; conjugação de fase; aplicações**

**9. Componentes e Instrumentação Ópticos**

**3.3.5. Syllabus:**

**1. Introduction: Photonics, Optoelectronics, biophotonics and nanophotonics; state of the art**

**2. Production and detection of light: Light sources, light detectors, spectral response, and noise sensitivity and response time**

**3. Optics of Crystals: Propagation in anisotropic crystals, birefringence, normal surface; index ellipsoid; optical activity**

**4. Optical Fibers: Modes; attenuation; distortion; applications**

**5. Reflectometry, Ellipsometry and Polarimetry: Reflection of light at interfaces; reflectometry, polarimetry and ellipsometry; applications.**

**6. Optical Interferometry: interference of two and multiple sources; interference filters, interference by multiple reflections; interferometers; applications**

**7. Holography**

**8. Light modulation switching and amplification: Electrooptics; light modulation, photorefractive, Faraday and acousto-optic effects; phase conjugation; applications.**

**9. Optical components and Instrumentation**

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

**A Fotónica é uma disciplina de introdução à óptica integrada, que contempla conceitos, modelos e práticas experimentais fundamentais da óptica de relevância para a Fotónica e aplicações. Assim, os conteúdos programáticos, os temas fundamentais da Óptica Física, em particular produção e deteção de luz; óptica de cristais; reflexão em interfaces; fibras ópticas; e aplicações; interferometria óptica e filtros de interferência, memórias ópticas modulação, comutação e amplificação de luz e de fase e, componentes e instrumentação ópticos. Estes temas, são abordados com exemplos de aplicação à Óptica Integrada e fenómenos físicos neles envolvidos, nomeadamente através da modelação mediante a construção dos pressupostos adequados. Pretende-se assim que a metodologia de ensino seja coerente com os objetivos**

**da unidade curricular e que os estudantes tenham as ferramentas básicas fundamentais da óptica física utilizada em fotónica.**

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

*Photonics course consists of an introduction to integrated optics, which includes concepts, models and experimental practices of fundamental relevance to optics and photonics technological applications, namely in telecommunications. Thus, the syllabus, includes the fundamental themes of Optical Physics, in particular production and detection of light, optics of crystals; reflection at interfaces, optical fibers and applications, interferometry and optical interference filters, optical storage devices, light modulation, switching, light and phase amplification, and optical components and instrumentation. These topics are discussed with examples of application to the Integrated Optics and physical phenomena involved in them, including the modeling through the construction of appropriate assumptions. It is thus intended that the teaching methodology is consistent with the objectives of the course providing students with fundamental tools to be used in photonics*

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

*A disciplina de Fotónica contempla aulas presenciais de apresentação e exposição de matéria e aulas de atividades experimentais em laboratório. É adotada uma metodologia de ensino centrada na atividade contínua do aluno, nomeadamente através da realização de lições online e atividades experimentais e participação na apresentação dos temas programáticos e resolução de questões. As apresentações são apoiadas por vídeo projeção e demonstrações e simulações sendo sempre enfatizada a componente tecnológica e aplicações. O processo de ensino-aprendizagem apoia-se em plataforma de E-Learning onde são colocadas todas as informações da disciplina, as unidades de aprendizagem, enunciados de atividades experimentais lições no âmbito das unidades de aprendizagem e questionários, vídeos, informações sobre conferências relevantes na área Fotónica, catálogos de fabricantes de componentes e dispositivos para Fotónica e artigos científicos.*

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

*The Course of Photonics includes classroom presentation and exhibition of matter and of experimental activities classes in optics laboratory. A teaching methodology centered on the ongoing activity of the student is adopted, which includes the completion of online lessons and experimental activities and participation in the presentation of the program topics and problem solving. The classroom presentations are supported by video projection and demonstrations and simulations technological and applications are always emphasized. The teaching-learning process relies on E-Learning platform that posts all the course information, the learning units, lessons, set of experimental activities proposals within the learning units, quizzes, videos, information about relevant conferences in Photonics, catalogs of photonics components and devices manufacturers and scientific articles.*

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

*A metodologia seguida conforma globalmente uma filosofia de Blended Learning e procura quantificar o trabalho dos alunos, permitindo a aplicação do "paradigma de Bolonha". Os alunos têm obrigatoriamente de se inscrever na plataforma de E.Learning, onde se disponibilizam as regras da disciplina, o programa, as Unidades de Aprendizagem (UA) com os conteúdos programáticos das aulas teóricas presenciais e os documentos guia dos Trabalhos Experimentais (AE) e lições-teste. O processo de ensino-aprendizagem compreende aulas teóricas, apresentação de seminários; aulas práticas de laboratório; conceção, preparação e execução de atividades experimentais execução de lições-teste online. As lições-teste fazem parte das atividades online de execução obrigatória, contribuindo em 10 % para a classificação final. As aulas teóricas de 1,5 horas, são suportadas por apresentações em vídeo-projetor e incluem a realização simulações, demonstrações experimentais, resolução de questões. Procura-se adotar uma perspetiva pedagógica construtivista. Os conteúdos das aulas teóricas UA, estão agrupados em documentos, também disponibilizados na plataforma em forma de lição. Cada uma destas lições tem associada uma autoavaliação, de execução obrigatória. As sessões experimentais de 1,5 horas, decorrem em laboratório. Dos trabalhos executados, os alunos apresentam relatórios. Estes trabalhos são classificados e a sua média corresponderá à classificação do aluno neste item. Os alunos podem ser interrogados individualmente sobre as atividades previstas em cada sessão. As sessões experimentais presenciais, requerem preparação prévia de toda a execução experimental. Para tal são disponibilizados na plataforma documentos, AEs, onde se definem objetivos para as atividades propostas e ajudam a explorar os conteúdos. Ao percorrer esses documentos, o aluno deve consultar todos os tópicos relacionados,*

**tomando notas de enunciados ou expressões, de forma a construir o seu memorando auxiliar para a atividade a executar em laboratório. Assim o aluno terá de desenvolver os procedimentos experimentais, executar montagens fazer medições, otimizar a execução e elaborar relatório científico. A aferição de conhecimentos e competências teórico-práticos adquiridos será aferida através de um teste final a ser realizado na última aula do semestre, que contribui para 50% da classificação final.**

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

**The methodology conforms generally a philosophy of Blended Learning and seeks to quantify students' work, allowing the application of the "Bologna paradigm". Students are compelled to register on the E.Learning platform, where rules, program, Learning Units (UA) with the contents of lectures and documents for preparation of Experimental Activities (AE), online lessons and quizzes are available. The teaching-learning process includes classroom lectures, online lessons with self-assessment quizzes. Classroom lectures of 1,5 hours are supported by video projector presentations and include simulations, demonstrations, experiments and problem solving. A constructivist educational perspective is adopted. The contents of lectures, organized in the form of UA, are grouped into documents, also available in the platform in the form of lesson-test. Each of these lesson-test has associated a compulsory self-assessment quiz which will contribute for 10 % of the final mark . Experimental sessions of 1,5 hours are taking place in laboratory. Of work performed, each student presents reports to be evaluated. The average mark of experimental component will correspond to the grade of the student for this item. Students can be asked individually about planned activities in each session. The experimental sessions require previous full preparation. Documents are available on the platform, AEs, with objectives for the proposed experimental activities and assist then to explore the contents. By going through these documents, the student should consult all related topics, taking notes of statements or expressions, in order to build its memorandum to assist the experimental execution in the laboratory. Thus the student will have to develop the experimental procedures, perform experimental assembly, make measurements, optimize performance and develop scientific report. The assessment of knowledge and skills acquired in theoretical-practical classes will be assessed through a final test to be held in the last class of the semester, which contributes to 50% for the final grade.**

### 3.3.9. Bibliografia principal:

- Photonics: Optical Electronics in Modern Communications; Amnon Yariv, Pochi Yeh; six edition; Oxford University press; 2007**
- Optics and Photonics An Introduction; F. Graham Smith and Terry A. King, John Wiley & Sons, Ltd;2000**
- Fundamental of Photonics; BEA Saleh, M.C. Teich; John Wiley & Sons, Inc.;1991**
- Principles of Optics: Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light; Max Born and Emil Wolf, Cambridge;7ª Ed,1999**
- Notas de Aulas, Paulo Ribeiro 2012**
- Enunciados de Atividades Experimentais, paulo Ribeiro, 2012**

## Mapa IV - Óptica não-linear / Nonlinear Optics

### 3.3.1. Unidade curricular:

**Óptica não-linear / Nonlinear Optics**

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

**Ana Cristina Gomes da Silva - TP: 42h**

### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

**n/a**

**3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
*Proporcionar aos estudantes conhecimentos no domínio das propriedades ópticas não-lineares dos materiais e superfícies, no estado sólido, líquido e gasoso. Proporcionar conhecimentos em lasers ultra-rápidos (nano, pico and femtosegundo). No final da UC devem ter adquirido as competências:*

*Domínio no cálculo das características de lasers.*

*Domínio das propriedades ópticas lineares e NL.*

*Domínio do modelo de Lorentz linear e de segunda ordem (SHG and THG)*

*Domínio do cálculo de susceptibilidades ópticas lineares e não lineares.*

*Domínio dos conceitos de polarizabilidade atômica e molecular linear e de segunda-ordem (SHG).*

*Domínio dos conceitos de geração de luz nos processos não-lineares (SHG, THG).*

**3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
*To give the students' knowledge in the area of non-linear optical properties of materials and surfaces in solid and liquid state as well. To give the students' knowledge on ultrafast lasers (nano, pico and femtosecond) time scale. At the end of the curricular unit the students should have the following abilities.*

*Expertise in the computation of the lasers properties.*

*Expertise of non-linear optical properties in general.*

*Expertise of the linear and nonlinear Lorentz model (SHG and THG)*

*Expertise in the computation of the electro-optical nonlinear susceptibilities*

*Expertise in the basic concepts of atomic and molecular polarizability of second and third-order (SHG and THG)*

*Expertise in the concepts of light generation in second and third-order (SHG and THG) processes.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução clássica da fenomenologia da óptica não-linear; Resposta não-linear dos materiais; Introdução à teoria quântica dos fenómenos ópticos não-lineares; Interação de ondas não-lineares; Aplicações da geração de segunda-harmónica (SHG) e da geração da soma de frequências (SFG) na análise de superfícies, interfaces, bulk e cristais; Aplicações da SHG e de SFG em espectroscopia . Aplicações em diversas áreas além da física, tais como em biologia, fabrico de lasers, telecomunicações e em nanotecnologia e em nanomedicina.*

**3.3.5. Syllabus:**

*Nonlinear optical susceptibility. Descriptions of nonlinear optical interactions. Formal definitions of the nonlinear susceptibility. Nonlinear susceptibility of a classical anharmonic oscillator. Second-harmonic generation, third-harmonic generation and sum-frequency generation. Applications on physics and biology. Nonlinear optical spectroscopy. Resonant and non-resonant conditions. Geometry of the interaction and energy-level description.*

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

*O conteúdo programático do cap. 1 será usado nos restantes capítulos no que se referir a características das fontes de luz de excitação de um determinado meio óptico. O capítulo 2 tem como objectivo e resultado o domínio da classificação das propriedades ópticas lineares e como ponto de partida para o estudo das propriedades ópticas não-lineares. O capítulo 2 servirá também como ponto de partida para estudo dos processos ópticos bastante mais complexos, de 2ª e terceira ordens SHG, THG e SFG tratados nos capítulos 3-8. Os conteúdos dos capítulos 3-8 permitem o domínio dos modelos de Lorentz não-linear, o domínio dos cálculos das susceptibilidades lineares e não lineares bem como o domínio dos conceitos de produção de luz usando fenómenos ópticos não-lineares. Os capítulos 9-10 permitem compreender as condições de aplicabilidade das técnicas ópticas não-lineares e ultra-rápidas em diversas áreas e meios.*

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

*The syllabus of Ch.1 is used in the following chapters concerning the light sources. The main purpose and result of Ch.2 is the expertise in the classification of the linear optical properties and starting point for the study of the nonlinear properties. Ch. 2 is also the starting point for the study of the far more complex nonlinear optical processes, in particularly of 2nd and 3rd orders such as second- (SHG) and third-harmonic (THG) and sum-frequency generations (SFG) which are the subject of chapter 3-8. The syllabus of*

**Ch. 3-8 allows the expertise of the nonlinear Lorentz model, expertise in the computation of the nonlinear susceptibilities and in the concepts of light generation using SHG, THG and SFG. The chapters 9-10 allow the expertise in the choice of the conditions of the techniques based on nonlinear and ultra-fast phenomena in different scientific areas.**

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

**Aulas (em português ou inglês) de carácter misto de teóricas e teórico-práticas. Quadro para resolução de exercícios e demonstrações teóricas. Acetatos e DataShow como complemento. Estudantes solicitados(as) a participar particularmente no que se refere a resolução de problemas e discussão de problemas científicos e tecnológicos. Horário de esclarecimento de dúvidas. Avaliação segundo regulamento de avaliação contínua. Participação activa e construtiva nas aulas teórico-práticas TP 20%. Realização de 3 testes escritos. A classificação média dos 3 testes escritos pesam 80% para a classificação final a somar aos 20% da participação nas aulas. Se classificação final igual ou > a 10 valores (0-20) é dispensado de exame escrito. Caso contrário fica admitido a exame final escrito. A aprovação obriga a uma classificação final mínima de 10 valores. Classificações finais iguais ou superiores a 17 valor (0-20) sujeitas a uma defesa de nota com prova oral.**

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

**Lectures and problem-solving sessions in Portuguese or English. Blackboard, slides, and power points (datashow) will be used to demonstrate principles, to present and discuss theoretical concepts. Students will be asked to classroom participation, especially regarding problem-resolution and discussion of scientific and technological problems. Office-hours will be established. The continuous evaluation will be done according to the rules of FCT/UNL Council. Exemption from final exam is possible if minimum final grade of the continuous evaluation 100 points (0-200). Final grade is determined considering 20% of participation and 80% mid-term written tests or final written exam. To succeed the minimum final grade should be 100 points. If final grade equal or higher than 170 points the grade should be defend by an oral examination.**

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

**A exposição da matéria nas aulas de carácter teórico, recorrendo a conceitos de física e matemática avançadas permitem aos estudantes a aquisição e compreensão dos conceitos fundamentais relacionados com lasers, propriedades ópticas não-lineares e com os fenómenos de geração de luz usando a geração da segunda (SHG), terceira (THG) harmónicas e soma-de frequência (SFG). Permitirá ainda relacionar estes conhecimentos com os diferentes meios e estados da matéria. Nas aulas teórico-práticas, a resolução de exercícios académicos, onde é necessária a utilização e desenvolvimento daqueles conhecimentos e conceitos, permite aos estudantes desenvolverem capacidades de conceptualização e resolução de problemas mais complexos, culminando no domínio da matéria em estudo preparando-os assim para a resolução de problemas práticos na sua actividade profissional. A análise e discussão de artigos científicos permite uma aproximação já aos problemas próximos da actividade profissional quer de investigação científica fundamental teórica quer de desenvolvimento tecnológico em várias áreas, telecomunicações, biologia, nanotecnologia entre outras.**

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

**The presentation of the subjects in theoretical classes, making use of advanced physical and mathematical concepts and formalism, allows students to understand the fundamental concepts of ultrafast lasers, linear and nonlinear optical properties and with the phenomena of second- (SHG), third- (THG) harmonic generation and sum-frequency generation (SFG) of light. In addition, it allows students to establish the connection between these phenomena with different medium and states of matter. In problem-solving sessions, the resolution of academic problems, where the application and development of those concepts is necessary, allows students to develop abilities to conceptualize and solve complex problems, resulting in expertise on the studied subjects and abilities to solve practical problems in future professional live. Moreover, the discussion of scientific papers, within problem-solving sessions allows already an approximation to the problems of professional live, both in theoretical fundamental scientific research and in the field of technological development in several areas, such as telecommunications, biology and nanotechnology among others.**

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Robert W. Boyd, "Nonlinear Optics" Academic, 2003.*

*Bloembergen, "Nonlinear Optics", Advanced Book Classics, Addison Wesley, 1992,*

*H. Wherrett, "Nonlinear Optics", Academic Press,*

*Y. R. Shen, The Principles of nonlinear optics, Wiley, New York, 1973.*

#### Mapa IV - Tecnologia de Vácuo e de Partículas Carregadas / Vacuum Technology and Charged Particles

##### 3.3.1. Unidade curricular:

*Tecnologia de Vácuo e de Partículas Carregadas / Vacuum Technology and Charged Particles*

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

*Orlando Manuel Neves Duarte Teodoro - T: 14h; PL: 42h*

##### 3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:

*n/a*

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

*Pretende-se ue os estudantes adquiram competências para;*

- 1. Operar sistemas de alto e ultra-alto vácuo.*
- 2. Dimensionar e projectar sistemas de bombeamento, conexões, válvulas, câmaras.*
- 3. Estabelecer as especificações para a construção mecânica dos sistemas referidos.*
- 4. Perceber o funcionamento de fontes de iões e de electrões, em qualquer aplicação.*
- 5. Desenhar lentes electrostáticas e analisadores de electrões ou iões.*
- 6. Prestar assistência técnica perita aos equipamentos referidos.*

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

*Students should acquire skills to:*

- 1. Run high vacuum and ultra-high vacuum systems*
- 2. Design and calculate pumping systems, conexions, valves and chambers.*
- 3. Write specifications for mechanical construction of the above systems.*
- 4. Understant the operation principle of ion and electron sources for a variety of applications.*
- 5. Design electrostatic lenses and analysers for ions and electrons.*
- 6. Provide technical expertise to the above equipments.*

##### 3.3.5. Conteúdos programáticos:

*Tecnologia de Vácuo*

- 1. Porquê vácuo, graus de vácuo e aplicações.*
- 2. Fundamentos, débitos, condutâncias e velocidades de bombeamento.*
- 3. Geração de vácuo, tipos de bombas.*
- 4. Medição de vácuo, tipos de medidores*
- 5. Topologias típicas de sistemas de vácuo*
- 6. Materiais e componentes de vácuo*
- 7. Detecção de fugas e ensaios de estanquidade*

*Tecnologia de partículas carregadas*

- 1. Fontes de electrões de iões.*
- 2. Transporte de partículas carregadas.*
- 3. Separação de partículas carregadas.*
- 4. Detecção de partículas carregadas.*

5. *Simulação de partículas carregadas em campos eléctricos. O SIMION.*
6. *Introdução aos aceleradores.*

### 3.3.5. Syllabus:

#### *Vacuum technology*

1. *Why vacuum, vacuum ranges and applications.*
2. *Fundamentals, throughput, conductances, flow regimen and pumping speeds*
3. *Vacuum generation*
4. *Vacuum measuring*
5. *Typical vacuum systems*
6. *Materials and fittings, joining techniques.*
7. *Leak testing*

#### *Charged particles optics*

1. *Electron and ion sources*
2. *Transport of charged particles*
3. *Separation of charged particles, filters and analysers*
4. *Detection*
5. *Simulation of charged particles systems*
6. *Introduction to accelerators*

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

*Os conteúdos programáticos começam por enquadrar esta unidade nas suas aplicações industriais e científicas. Depois de rever alguns conceitos fundamentais passa-se a descrever a maior parte das tecnologias modernas para geração e medida de vácuo, bem como o projecto e o ensaio de sistemas de vácuo. Uma abordagem semelhante é usada para as fontes de iões e de electrões.*

*O desenvolvimento da matéria é acompanhada cada semana com trabalhos práticos onde os estudantes têm de operar equipamento de vácuo e realizar medições. Em óptica de partículas carregadas os estudantes são introduzidos a uma aplicação (SIMION) que é a referência mundial para a simulação neste campo.*

*Existem também 2 sessões de resolução de problemas que envolvem o cálculo e o dimensionamento de sistemas.*

*O conteúdo desta unidade serve de base para várias outras unidades deste curso por exemplo relacionadas com tecnologias de deposição, ou de técnicas analíticas que usam feixes de partículas carregadas.*

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

*Programme starts discussing the industrial and scientific applications of this course. After reviewing some fundamental concepts, technologies for vacuum generation and measuring are described as well as how to design and test vacuum systems. A similar approach is used for ion and electron sources.*

*Classes are supported by laboratory sessions every week. In this labs students have to run vacuum equipment and to make some measurements. In charged particle optics students are introduced to simulation application (SIMION) which is a international reference in the field.*

*There are also 2 sessions for exercises solving applied to the design and calculation of vacuum systems.*

*The content of this unit provides the basis for other course units, for instance related with coatings techniques or analytical techniques which are supported by charged particles beams.*

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

*O programa será apresentada em aulas teórico-práticas, com ajudas visuais e em constante discussão com os estudantes. Cada semana haverá também aulas práticas de laboratório de resolução de problemas.*

***Também haverá pelo menos uma aula prática de simulação em computador.***

***Os estudantes são também convidados a expor um de vários temas propostos para a turma.***

***Esta unidade será avaliada através de 3 testes (2 de vácuo e 1 de partículas carregadas) e de 2 relatórios dos trabalhos práticos. Será solicitado também um relatório sobre um trabalho de simulação em óptica de partículas carregadas.***

***A frequência é obtida através de uma classificação superior a 9.5 nas actividades práticas.***

### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

***The programme will be presented in classes supported visual aids and continuous discussion with students. Each week there will also be practical laboratory and exercises sessions. Also there will be at least one practical class on computer simulation.***

***Students will also be invited to orally present for the class one of several proposed topics.***

***The evaluation of this unit is achieved by 3 written test (2 from vacuum technology and 1 from charged particles) and by 2 reports from the laboratory sessions. One additional report related with simulation of charged particle systems will be required.***

***Students must reach more than 9.5 in practical activities.***

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

***Dada a enorme diversidade de soluções para a geração e medida de vácuo e de partículas carregadas, é necessário expor em sala o princípio de funcionamento de muitos equipamentos e processos. Muitos equipamentos reais serão mostrados aos estudantes durante a exposição da matéria bem como durante as aulas de laboratório.***

***O projecto e dimensionamento de sistemas será exposto em torno de situações e sistemas típicos que ajudarão os estudantes a perceber as suas aplicações concretas.***

***As aulas laboratoriais permitirão consolidar os conhecimentos expostos em sala e desenvolver as competências técnicas de operação dos respectivos equipamentos.***

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

***Since there are huge variety of solutions for vacuum generation and measurement as well as for charged particles transport, it is necessary to expose the working principle of many equipments and processes. Many real equipments will be shown in classes during oral discussion of the related topics. Also in laboratory sessions students will be asked to recognize the instruments being used.***

***The design of systems will be taught around typical applications.***

***Laboratory sessions will support students to consolidate knowledge acquired in classes and help students to further acquire technical skills to run such equipments.***

### **3.3.9. Bibliografia principal:**

***- Tecnologia de Vácuo, A.M.C. Moutinho, M.E.F. Silva, M. Áurea Cunha, UNL, 1980***

***- Modern Vacuum Physics, Austin Chambers, CRC, 2004***

***- Vacuum Technology, A. Roth, Elsevier, 1990***

***- A User's Guide to Vacuum Technology, John O'Hanlon, Wiley, 2003***

***- Building Scientific Apparatus, John H. Moore, Christopher C. Davis, Michael A. Coplan, Addison-Wesley, 2009***



**- Handbook of Vacuum Technology – by Karl Jousten (Editor), Wiley 2008**

**Mapa IV - Simulação e Modelação Computacional em Engenharia Física / Models and Computational Simulation**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Simulação e Modelação Computacional em Engenharia Física / Models and Computational Simulation***

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

***André João Maurício Leitão do Valle Wemans - TP: 42h***

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***n/a***

**3.3.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes):**  
***No final da unidade curricular os alunos deverão conhecer vários métodos computacionais para simulação e modelação de sistemas físicos.***

***Deverão ser capazes de aplicar os métodos aprendidos a novos problemas sabendo implementar um sistema de simulação ou métodos computacionais, análise dos seus dados e comparação com dados experimentais ou teóricos.***

**3.3.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):**  
***At the end of the course students are expected to know various computational methods for simulation and modeling of physical systems.***

***The students should be able to apply the methods learned to new problems and to know to implement a simulation system or computational methods, result analysis and comparison with experimental or theoretical data.***

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***1 - Introdução ao programa Mathematica como base do trabalho a realizar na disciplina: cálculo numérico, cálculo simbólico, funções e gráficos.***

***2. Percolação; autómatos celulares; aplicação a simulação de fogos florestais.***

***3. Simulações de Monte Carlo de passeios aleatórios simples, não reversíveis, crescentes e crescentes que se auto-evitam .***

***4. Ferromagnetismo: Introdução, Modelo de Heisenberg, Modelo de Weiss, Teoria de Landau, Simulações de Monte Carlo com o modelo de Ising;***

***5. Algoritmos e programação genética: Ajustes a dados experimentais***

**3.3.5. Syllabus:**

***1. Introducton to the Mathematica software: Numeric calculus, symbolic calculus, functions and graphics.***

***2. Percolation, Cellular automats; application to forest fires simulation***

***3. Monte Carlo simulations of random walk: Simple Random Walk, non-reversible and self-avoiding.***

***4. Ferromagnetism: Weiss model, Landau theory, Monte Carlo simulations with the Ising model.***

### **5. Genetic Algorithms and programation: Experimental data fitting.**

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

*O programa da unidade curricular está estruturado por forma a que os alunos vão experimentando as várias abordagens e efectuem uma análise crítica dos seus resultados.*

*Em 1 é fornecida uma formação inicial no programa Mathematica.*

*Em 2 os alunos aplicam os conhecimentos de 1 assim como novas técnicas de programação em Mathematica aplicados aos autómatos celulares e a uma simulação de propagação de fogos florestais.*

*Em 3 é introduzido o método de Monte Carlo recorrendo ao passeio aleatório simples e depois passeios aleatórios mais complexos. Os resultados são comparados com previsões teóricas para o caso do passeio simples.*

*Em 4 os métodos aprendidos em 2 e 3 são utilizados para a simulação de materiais ferromagnéticos e sua temperatura crítica.*

*Em 5 é introduzido o conceito de algoritmo e programação genética aplicada ao ajuste de funções a dados experimentais.*

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

*The program of the course is structured so that students are experiencing the various approaches and undertake a critical analysis of their results.*

*In 1 initial training is provided in the Mathematica program.*

*In 2 the students apply the knowledge of 1 as well as new Mathematica programming techniques applied to cellular automata and a simulation of spread of forest fires.*

*In 3 is introduced the Monte Carlo method using the simple random walk and more complex random walks. The results are compared with theoretical predictions for the case of simple random walk.*

*4 in the methods learned in 2 and 3 are used for the simulation of ferromagnetic materials and their critical temperature.*

*In 5 is introduced the concept of algorithm and genetic programming applied to the adjustment of duties to experimental data.*

#### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Em cada bloco do programa da unidade curricular é apresentado uma introdução ao tema e ou métodos, de seguida os alunos implementam o programa base fornecido pelo docente, obtêm resultados e analisam os mesmos. Depois o programa é alterado pelos alunos com acompanhamento do docente para irem explorando outros pressupostos e ou métodos de simulação assim como análise dos novos resultados. No fim de cada bloco os alunos entregam o programa final.*

*A avaliação é continua e têm a componente em aula e um trabalho feito em grupo:*

*1) Avaliação do desempenho nas aulas. A frequência à cadeira é obtida com presença obrigatória a 2/3 das aulas e nota mínima de 10 valores na avaliação dos trabalhos computacionais (5) desenvolvidos nas aulas e entregues pelos alunos durante o período de aulas.*

*2) Avaliação por 1 trabalho computacional entre os propostos pelo docente e efectuado em grupo.*

#### **3.3.7. Teaching methodologies (including assessment):**

*In each block of the program syllabus is presented an introduction to the topic and or methods, then the students implement the base program provided by the teacher, gets results and analyze them. After the program is changed by students with teacher supervision to go exploring and other assumptions or*

*methods of simulation and analysis of new results. At the end of each block students deliver the final program.*

#### **CONTINUOUS ASSESSMENT**

*The student evaluation is continuous assessment and have a component in the classroom and a work group:*

*1) evaluation of performance in the classroom. The frequency to the Chair is obtained with the 2/3 mandatory attendance of classes and note 10 minimum values in the evaluation of computational work (5) developed in the classroom and delivered by students during the classes.*

*2) evaluation by 1 computational work among those proposed by the teacher and carried out in a group.*

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

*Para cada bloco de material é dada uma introdução sobre a temática e métodos a utilizar. O programa computacional base é fornecido e explicado em detalhe e são obtidos e analisados os primeiros resultados. De seguida os alunos com acompanhamento do docente alteram o programa base para acrescentar ou alterar pressupostos e obtém-se novos resultados que são comparados com dados teóricos e ou experimentais. Desta forma os alunos podem experimentar por eles próprios as consequências das alterações efectuadas assim como novos princípios de simulação para a mesma temática.*

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

*For each teaching block is given an introduction on the subject and methods to be used. The computer program is provided and explained in detail and are obtained and analyzed the first results. Then the students with teaching tracking changes the initial program to add or change assumptions and obtained new results are compared with theoretical or experimental data. In this way students can experience for themselves the consequences of the implemented changes as well as new principles of simulation to the same problem.*

#### **3.3.9. Bibliografia principal:**

- 1 - Mathematical Methods in Physics and Engineering with Mathematica, Ferdinand F. Cap, A CRC Press.*
- 2 - Numerical and Analytical Methods for Scientists and Engineers Using Mathematica, Daniel Dubin, Wiley.*
- 3 – A Physicist's guide to Mathematica, Patrick T. Tam, AP.*
- 4 - Introdução à Física Estatística - J. P. Casquilho, P. I. C. Teixeira, IST Press*
- 5 - Genetic Programming – An Introduction, Banzhaf et al, QA 76.623 GEN*
- 6 - Genetic Algorithms, Man et al, QA 76.9 MAN*
- 7 - Genetic Programming Theory and Practice, Riolo et al, QA 76.623 GEN*

#### **Mapa IV - Técnicas de Caraterização de Materiais e de Superfícies /Techniques C. Materials and Surfaces**

##### **3.3.1. Unidade curricular:**

*Técnicas de Caraterização de Materiais e de Superfícies /Techniques C. Materials and Surfaces*

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

*Orlando Manuel Neves Duarte Teodoro - T: 14h; PL: 21h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*João Duarte Neves Cruz - T: 14h; PL: 21h*

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

*O objectivo desta unidade curricular é familiarizar os estudantes com as técnicas baseadas em feixes de partículas carregadas usadas para caracterização de materiais e de superfícies e disponíveis no Departamento de Física ou instituições parceiras.*

*Desta forma, espera-se que os estudantes fiquem preparados para realizar tarefas relacionadas com equipamento analítico que use partículas carregadas.*

*Conhecimento: apreensão das noções básicas de métodos analíticos relacionados com a interacção de feixes de partículas com materiais; aprofundamento de conhecimentos de Física Atómica e Nuclear; familiarização com instrumentação e programas de simulação.*

*Competências Transversais: desenvolvimento do raciocínio científico; desenvolvimento da capacidade de ler, sintetizar e apresentar artigos científicos; treino com programas de simulação.*

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

*The goal for this unit is familiarize the students with those techniques based in charged particle beams used for materials and surface characterization and available the Physics department or at partner institutions.*

*Students should become prepared for jobs related with analytical techniques based in charged particles.*

*Knowledge: students should acquire the basics of analytical methods related with the interaction of particle beams with matter. They should acquire a deeper knowledge in Atomic, Molecular and Nuclear Physics and familiarization with related instrumentation and simulation techniques.*

*Skills: development of scientific reasoning; developing the ability to read, summarize and present scientific papers; training with simulation programs; link the concepts and tools of other disciplines such as Atomic and Nuclear Physics and group work.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Análise de superfícies vs análise de materiais.*

*2. O microscópio electrónico (SEM e TEM). Microanálise e o SEM de alta pressão.*

*3. Espectrometria de massa de iões secundários (SIMS).*

*4. Microscopia Auger de varrimento (SAM e AES).*

*5. Espectroscopia de fotoelectrões (XPS e UPS).*

*6. Outras técnicas de superfícies: Espectroscopia de dispersão de iões (LEIS). Difracção de electrões de caixa energia (LEED) etc.*

*7. Técnicas analíticas com feixes de iões acelerados (0.5 - 4MeV): PIXE, PIGE/NRA, ERD, AMS.*

*8. Técnicas analíticas com neutrões lentos.*

**3.3.5. Syllabus:**

*1- Surface analysis versus materials analysis.*

*2- The electron microscope (SEM and TEM). Microanalysis and high pressure SEM.*

*3- Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS).*

*4- Scanning Auger Microscopy (SAM and AES).*

**5- Photoelectron spectroscopies (XPS and UPS).**

**6- Other surface analysis techniques (LEIS, LEED, etc).**

**7. Analytical techniques based in accelerated beams (0.5 - 4 MeV).**

**8. Analytical techniques based in slow neutrons.**

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

*Procurando dar uma visão abrangente dos métodos analíticos associados à interacção de feixes de partículas com materiais, o programa cobre técnicas com electrões, iões de baixa energia (dezena de KeV), iões de média energia (~MeV) e neutrões que permitem desde análises superficiais (primeiras camadas atómicas) até análises em volume.*

*A ênfase nos princípios físicos e parâmetros essenciais para análise qualitativa e quantitativa bem como a respectiva instrumentação, permitem a compreensão da aplicabilidade e sensibilidade das várias técnicas. Esta base é complementada pela exemplificação da resolução de problemas tecno-científicos com estes métodos analíticos.*

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

*Looking to give a comprehensive overview of the analytical methods associated with the interaction of particle beams with materials, the program covers techniques with electrons, low-energy ions (dozen keV), medium energy ions (~ MeV) and neutrons allowing from surface analyzes (first atomic layers) until analysis in volume.*

*The emphasis on the physical principles and parameters for qualitative and quantitative analysis as well as the associated instrumentation, allow the understanding of the applicability and sensitivity of the various techniques. This is complemented by examples of the resolution of techno-scientific analytical methods with these problems.*

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

*Dada a especificidade do programa, esta unidade curricular está dividida em dois módulos com docentes diferentes em cada módulo.*

*No primeiro módulo o programa será desenvolvido em torno de cada técnica, descrevendo os princípios físicos envolvidos e a instrumentação necessária. O programa será exposto através de aulas teóricas e de sessões em laboratório (SIMS e XPS).*

*No segundo módulo, de técnicas nucleares, faz-se a exposição das noções básicas da matéria nas aulas teóricas, procurando nas aulas práticas a integração dos conceitos através de exercitação e simulação. Para o aprofundamento dos conhecimentos e contacto com as aplicações das técnicas, os estudantes, individualmente, fazem a leitura e posterior apresentação de um artigo tecno-científico.*

*A avaliação será realizada através de um teste em cada módulo, de relatórios e de apresentações orais em cada um dos módulos.*

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

*Given the specificity of the program, this course is divided into two modules with different teachers in each module.*

*In the first module the program will be presented around each technique, describing the physical underline principles and the required instrumentation. This will be supported by theoretical classes and laboratory sessions (SIMS and XPS).*

*In the second module, nuclear techniques, theory will be exposed in lectures, supported by practical classes looking for the integration of concepts through exercises and simulation. To increase knowledge and contact with related applications, students will be asked to study and perform a subsequent*

***presentation of a techno-scientific paper.***

***Evaluation will be done by written tests in each module, reports from laboratory activities and by the performance of the oral presentation.***

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

***Embora as capacidades de atenção e concentração de muitos estudantes não aconselhem a exposição oral de matéria teórica como o método mais eficiente de assegurar uma boa aprendizagem, dada a complexidade dos meios de estudo (artigos e livros de carácter tecno-científico) esta forma de exposição é inevitável.***

***Os slides das aulas acompanhados pelos textos fornecidos constituem a primeira base de estudo. A diversidade de assuntos, noções teóricas, instrumentação, aplicações, contribui para amenizar os problemas do método de exposição.***

***A compreensão dos conceitos e a sua integração é assegurada pelas aulas práticas através de exercitação e de simulação e pela leitura e apresentação de um artigo tecno-científico. Esta apresentação serve também para treinar técnicas de apresentação e comunicação.***

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

***Although the abilities of attention and concentration of many students do not advise oral presentation of theoretical material as the most efficient method of ensuring good learning, given the complexity of the means of study (articles and books techno-scientific) such method is unavoidable.***

***Slides are accompanied by some texts provided for first study base. The diversity of subjects, theoretical notions, instrumentation, applications, contributes to reduce the impact of oral exposure.***

***Understanding of concepts and their integration is ensured by practical and simulation sessions as well as by reading and oral presentation of a techno-scientific paper. This presentation also serves to train presentation skills and communication.***

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***Surface and Thin Film Analysis***

***Gernot Friedbacher (Editor), Henning Bubert (Editor)***

***ISBN: 978-3-527-32047-9***

***April 2011***

***Handbook of Modern Ion Beam Materials Analysis***

***Michael A Nastasi, Joseph R Tesmer***

***ISBN:1558992545***

**Mapa IV - Técnicas Experimentais de Física Molecular / Experimental Techniques on Molecular Physics**

**3.3.1. Unidade curricular:**

***Técnicas Experimentais de Física Molecular / Experimental Techniques on Molecular Physics***

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

***Paulo Manuel Assis Loureiro Limão Vieira - TP:14h***

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Filipe Ribeiro Ferreira da Silva - TP:14h*

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

*No final da unidade é esperado que os estudantes consigam:*

- Relacionar os conhecimentos aprendidos com o tipo de instrumentação que os rodeia.*
- Identificar as características físicas de um problema a estudar.*
- Formular , conceber e executar os procedimentos necessários ao desenvolvimento da instrumentação necessária*
- Perante um problema ter capacidade crítica para o avaliar e capacidade de resolução.*
- Ter adquirido capacidade e autonomia na implementação, mesmo que elementar de um sistema de medida.*

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

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

- Relate the knowledge obtained with the sort of instrumentation available.*
- Identify the main physical parameters.*
- Being able to tackle an experimental procedure in order to implement it.*
- Evaluate and solve a particular technical problem.*
- Have acquired capability to implement, even the simplest system.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

- 1. Espectrometria de massa de tempo de voo (TOF);*
- 2. Processos de transferencia de electrao em colisoes de atomos neutros com moleculas (interesse atmosferico, industrial e biologico);*
- 3. Processos de Captura Electronica Dissociativa em moleculas (interesse atmosferico, industrial, alimentar e biologico);*
- 4. Formação e caracterização de agregados moleculares ;*
- 5. Processos de transferencia de electrao em colisoes de anioes de H-, O-, OH- com moleculas (interesse atmosferico e biologico);*

**3.3.5. Syllabus:**

- 1. TOF - Time-of-flight mass spectrometry;*
- 2. Charge transfer in atom-molecule collision experiments (relvant to atmospheric, industrial and biological molecules);*
- 3. Dissociative Electron Attachment Processes in molecules (relvant to atmospheric, industrial and biological molecules);*
- 4. Molecular clusters: formation and detection ;*
- 5. Electron transfer processes in anion H-, O-, OH- collisions with molecules (relvant to atmospheric, industrial and biological molecules);*

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

*Do conjunto de matérias leccionadas, espera-se que os estudantes tenham adquirido formação suficiente para lidar com sistemas de aplicação industrial e ou tecnológica envolvendo processos com electrões e/ou outras fontes de partículas em diferentes ambientes. A interligação dos assuntos apresentados permite evoluir desde os sistemas de detecção e medida até à compreensão do fenómeno físico a estudar.*

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

*From within the topics covered in this lecture course, students are expected to have gained particular training in order to deal with industrial and technological setups that currently involve electrons and/or any other particle source as triggering processes in several applications. The close interlink with the subjects discussed in each lecture will allow them to evolve and get acquainted with detection systems with the main goal to address a particular physical problem.*

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

**Aulas Teóricas-Práticas (2 horas):**

*abordagem de conceitos e conteúdos;*

*apresentação de seminários;*

*visita de estudo;*

**Aulas Teóricas-Práticas (2 horas):**

*trabalho de laboratório*

**Critérios de avaliação:**

**Apresentação de seminários (NS);**

**NS ≥ 10;**

**Trabalho de laboratório (NL);**

**NL ≥ 10;**

**Exame escrito (NE);**

**NE ≥ 10.**

**Nota final, NF = (0,5 × NS) + (0,2 × NL) + (0,3 × NE)**

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

**Lecturers (2 h):**

*topics according to the programme established;*

*oral presentations as seminars;*

*visits to other laboratories;*

**Labs (2 h):**

**Lab work**

**Evaluation process:**

**Seminar presentation (NS);**



**NS ≥ 10;**

**Lab (NL);**

**NL ≥ 10;**

**Final exam (NE);**

**NE ≥ 10.**

**Final mark, NF = (0.5 × NS) + (0.2 × NL) + (0.3 × NE)**

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

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

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

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

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Gaseous Molecular Ions, E Illenberger, J Momigny, Springer Verlag NY, 1992.  
Atomic and Molecular Collisions, Sir Harrie Massey, Taylor and Francis, Ltd., 1979.  
Molecular Reaction Dynamics and Chemical Reactivity, R D Levine and R Bernstein, Oxford University Press, 1987.*

**Mapa IV - Lasers / Lasers**

**3.3.1. Unidade curricular:**

*Lasers / Lasers*

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

*Dawei Liang - T: 14h; PL: 56h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*n/a*

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

*A disciplina de laser tem por objectivo fazer uma cobertura global sobre os lasers(principalmente os lasers*

*de estado sólido), abordando os conceitos mais importantes destas áreas de modo a que os alunos entendam os seus conceitos fundamentais e seguidamente apliquem esses conhecimentos nos trabalhos práticos de montagem e ensaios de laser de estado sólido, o que proporciona aos alunos outra dimensão desta disciplina. Através do trabalho de simulação computacional com os software's ZEMAX e AUTOCAD, e através da apresentação e discussão de tópicos sobre uma área específica de lasers, os alunos devem adquirir os conhecimentos mais actualizados sobre essa área da laser. A disciplina pretende assim despertar o interesse dos alunos pelo mundo fantástico do laser e fazê-los entender a importância desta disciplina para a renovação da indústria e para a formação completa de um(a) licenciado(a) em engenharia física etc.*

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

*Aiming at the global aspects of lasers (principally solid state lasers), the discipline of optoelectronics will focus on the most important concepts in this area so that the students can understand and apply the fundamental concepts to the practical experiments related to solid state lasers. Through the computational simulations by software's like ZEMAX and AUTOCAD, and also through the discussions of the topics on one specific area of lasers, the students are expected to gain the most recent knowledge of lasers. This discipline will enhance the interests of the students about the fantastic world of optoelectronics and will stress the importance of this discipline for renovating the industry and for the complete training of students of physical engineering etc.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

**1. Laser de Estado Sólido**

*Introdução à História e Aplicações de Lasers*

*Bases Físicas dos Lasers*

*Absorção e Ganho Óptico, Criação da Inversão Populacional*

*Oscilador Laser*

*Configurações e Estabilidade (Ressonadores Ópticos)*

*Propriedades de Materiais Activos para Laser de Estado Sólido*

*Cavidades de Bombeamento, Características Principais dos Componentes do Laser*

*Amplificador de Laser*

*Lasers Bombeados por Laser Díodo*

*Lasers de Fibras Ópticas, Laser de Disco-fino*

*Lasers Solares*

*Explicações dos Software's ZEMAX, LASCAD e AUTOCAD*

*Explicações dos Trabalhos das Monografias, Discussão e Avaliações das Monografias*

*Aulas Práticas*

*Componentes de Laser de Estado Sólido*

*Laser Bombeado por Sol 1-2*

*Qualidade do feixe de laser*

*Simulação Computacional de Laser de estado sólido usando ZEMAX, LASCAD e AUTOCAD*

**3.3.5. Syllabus:**

**1. Solid-state laser**

*Introduction to the history and applications of lasers.*

*The basic physics for lasers.*

*Absorption and optical gain, the creation of population inversion.*

*Laser oscillators.*

*Configurations and stability (Optical Resonators).*

*The properties of active materials for solid state lasers.*

*The laser pump cavities. The principal characteristics of laser components.*

*Laser amplifiers.*

**Laser pumped by Diode Laser.**  
**Optical fiber lasers. Thin-disk lasers**  
**Solar lasers.**  
**Explanation of ZEMAX, LASCAD and AUTOCAD software's.**  
**Explanation of the monograph home works.**  
**The discussion and evaluation of the monographs.**

#### **Laboratory sessions**

**Solid state laser componentes**

**Solar-pumped lasers 1-2.**

**Laser beam quality**

**Computational simulation of solid-state lasers by using ZEMAX, LASCAD and AUTOCAD.**

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

**Introdução à História e Aplicações de Lasers, Bases Físicas dos Lasers, Absorção e Ganho Óptico, Criação da Inversão Populacional, Oscilador Laser, Configurações e Estabilidade Propriedades de Materiais Activos, Cavidades de Bombeamento, Características Principais dos Componentes do Laser, são tópicos de apresentação e discussões pelos alunos, ajudado pela explicações do professor nos pontos mais difíceis.**

**As explicações dos lasers bombeados por laser Díodo, Lasers de fibras ópticas, Laser de disco-fino, Lasers solares permitem a actualização dos conhecimentos sobre os lasers modernos.**

**Explicações dos software's ZEMAX, LASCAD e um pouco de AUTOCAD durante as aulas práticas abriam um caminho muito útil para empregos futuros.**

**As aulas prática com os ensaios de laser solar de Nd:YAG e os diagnósticos dos feixes de laser solar a aprofundem largamente os conhecimentos já adquiridos.**

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

**Introduction to the history and applications of lasers, The basic physics for lasers, Absorption and optical gain, The creation of population inversion. Laser oscillators, Configurations and stability, The properties of active materials, The laser pump cavities. The principal characteristics of laser components are topics for the presentation and discussion by the students, being timely helped at difficult points by teacher's explanations.**

**The lessons about Laser pumped by diode Laser, Optical fiber lasers, Thin-disk lasers and Solar lasers will permit an enhanced knowledge about modern lasers.**

**Explanation of ZEMAX, LASCAD and a little bit AUTOCAD during lessons will pave a useful way for future jobs.**

**The experimental section with Nd:YAG solar-pumped laser testing and laser beam profile diagnostics will deepen largely the student's already acquired knowledge**

#### **3.3.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

**Os estudantes são levados para o mundo fantástico de lasers através de apresentações e discussões dos conceitos básico de lasers (10%). Os seus conhecimentos serão consolidados pela participação dos ensaios práticos de laser solares no campus de FCT/UNL(15%). Os treinos em projectos de laser usando de ZEMAX e LASCAD ao longo de semestre permite tanto a assimilação efectiva dos conteúdos de lasers e como estimular as capacidades de inovação por parte dos alunos (60%). Há um teste final de conhecimento sobre os lasers(15%).**

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

*The students are guided to the fatastic world of lasers through both presentation and discussion about the basic concepts of lasers (10%). Their knowledge will be consolidated by the participation of solar-pumped laser testings in FCT/UNL campus (15%). The trainings of the laser projects by using ZEMAX and LASCAD softwares during the semester will permit not only an effective assimulation of the containts about lasers, but will certainly stimulate the students capacity in innovation as well (60%). There exists finally a knowledge test about lasers(15%).*

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

*Introdução à História e Aplicações de Lasers, Bases Físicas dos Lasers, Absorção e Ganho Óptico, Criação da Inversão Populacional, Oscilador Laser, Configurações e EstabilidadePropriedades de Materiais Activos, Cavidades de Bombeamento, Características Principais dos Componentes do Laser, são tópicos de apresentação e discussões pelos alunos, ajudado pela explicações do professor nos pontos mais difíceis.*

*As explicações dos lasers bombeados por laser Díodo, Lasers de fibras ópticas, Laser de disco-fino, Lasers solares permitem a actualização dos conhecimentos sobre os lasers modernos.*

*Explicações dos software´s ZEMAX, LASCAD e um pouco de AUTOCAD durante as aulas práticos abriem um caminho muito útil para empregos futuros.*

*As aulas prático com os ensaios de laser solar de Nd:YAG e os diagnosticos dos feixes de laser solar a profudem largamente os conhecimentos já adquiridos*

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

*Introduction to the history and applications of lasers, The basic physics for lasers, Absorption and optical gain, The creation of population inversion. Laser oscillators, Configurations and stability, The properties of active materials, The laser pump cavities. The principal characteristics of laser components are topics for the presentation and dicsussion by the students, being timely helped at difficult points by teacher´s explanations.*

*The lessons about Laser pumped by diode Laser, Optical fiber lasers, Thin-disk lasers and Solar lasers will permit an enhanced knowledge about modern lasers.*

*Explanation of ZEMAX, LASCAD and a litle bit AUTOCAD during lessons will pave a useful way for future jobs.*

*The experimental section with Nd:YAG solar-pumped laser testing and laser beam profile diagnostics will deepen largely the student´s already aquaired knowledge*

**3.3.9. Bibliografia principal:****1. Solid-State Laser Engineering**

*Sixth Revised and Updated Edition*

*Walter Koechner*

*<http://icole.mut.ac.ir/downloads/SC/W06/Solid%20State%20Laser%20Engineering.pdf>*

**2. Related Publications in Solar-Pumped Lasers by Dawei Liang**

*<http://www.cefitec.fct.unl.pt/node/195>*

**3. Nonimaging Optics**

*Por Roland Winston, Juan C. Minano, Pablo G. Benitez, With contributions by Narkis Shatz and John C. Bortz*

**Mapa IV - Preparação da Dissertação / Master Thesis Preparation****3.3.1. Unidade curricular:**

*Preparação da Dissertação / Master Thesis Preparation*

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

*Maria Isabel Simões Catarino - S:28h; OT:14*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva – S:28h; OT:14*

*Todos os docentes dos departamentos envolvidos no curso, que sejam orientadores de temas de Dissertação neste MI.*

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

*A Preparação de Dissertação possibilita ao aluno aplicar de forma integrada as competências adquiridas, complementando-as através da realização de um trabalho de índole científica ou tecnológica. Esta unidade destina-se à preparação da realização do trabalho de I&D original e elaboração da Dissertação, pelo que o principal objetivo é a realização com sucesso da Dissertação de Mestrado. Isto inclui o desenvolvimento de capacidade para a realização pesquisa bibliográfica, conducente à elaboração de um relatório contendo o estado da arte na área do trabalho a desenvolver, seguido de atividade de investigação, supervisionada pelo orientador e em autonomia, aplicando metodologias de investigação adequadas, e a capacidade de iniciar a realização um trabalho com significativo grau de originalidade.*

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

*Dissertation Preparation allows the student to apply the acquired skills in an integrated form complementing them along a scientific or technological work performance. This unit aims the preparation of the original R&D work as well as the writing of the thesis which successful achievement is the main objective of the unit. Such outcome includes the ability to perform a bibliographic research leading to the writing of the state of the art on the subject to be developed, followed by some supervised and autonomous research activity applying adequate methods to start performing a quite original work.*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Nesta unidade cada aluno deve iniciar o seu trabalho de I&D de acordo com os objectivos que constam da proposta de dissertação, aprovada pela Comissão Científica do MIEF. De forma geral, o trabalho desenvolvido pelos alunos pode ser estruturado de acordo com o seguinte conjunto de atividades:*

*•Realização de Pesquisa Bibliográfica.*

*•Elaboração de relatório com o estado da arte, no domínio do trabalho a desenvolver e com o planeamento e descrição das tarefas a realizar*

*•Iniciar o desenvolvimento do trabalho.*

*Para apoiar os alunos neste trabalho, é ministrada uma formação através de seminários a realizar ao longo do semestre e abordando os seguintes temas:*

*-As bases de dados de referências bibliográficas*

*-Programas de gestão de referências bibliográficas*

*-Plágio e ética na investigação científica*

*-Planeamento, gestão de tempo, diagramas de Gantt*

*-Projeto em engenharia*

*- A estrutura e a escrita de uma dissertação*

*- Escrita em LaTeX*

*- Como preparar e como realizar uma apresentação oral*

**3.3.5. Syllabus:**

*The students are exposed to relevant subjects in order to formulate and explore their own R&D work, namely:*

*• Performing a bibliographic research*

*• Writing a report with the state of the art on the selected subject for the Dissertation, and the task planning*

- **Starting the work development.**

*For support on the students work to be performed, the student attends to seminars on the following topics:*

- **Reference Bibliographic databases**
- **Management of the bibliographic references**
- **Ethics in science research**
- **Scheduling, Time management, Gantt diagrams**
- **Engineering project**
- **Structuring a dissertation writing**
- **LaTex writing**
- **Oral presentation highlights**

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

*A Preparação de Dissertação possibilita ao aluno aplicar de forma integrada as competências adquiridas, complementando-as através da realização de um trabalho de índole científica ou tecnológica. Esta unidade destina-se à preparação da realização do trabalho de I&D original e elaboração da Dissertação, pelo que o principal objetivo é a realização com sucesso da Dissertação de Mestrado. Isto inclui o desenvolvimento de capacidade para a realização pesquisa bibliográfica, conducente à elaboração de um relatório contendo o estado da arte na área do trabalho a desenvolver, seguido de atividade de investigação, supervisionada pelo orientador e em autonomia, aplicando metodologias de investigação adequadas, e a capacidade de iniciar a realização um trabalho com significativo grau de originalidade.*

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

*Dissertation Preparation allows the student to apply the acquired skills in an integrated form complementing them along a scientific or technological work performance. This unit aims the preparation of the original R&D work as well as the writing of the thesis which successful achievement is the main objective of the unit. Such outcome includes the ability to perform a bibliographic research leading to the writing of the state of the art on the subject to be developed, followed by some supervised and autonomous research activity applying adequate methods to start performing a quite original work*

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

*A formação prevista no programa desta UC é ministrada sob a forma de seminários. A presença a pelo menos 2/3 dos seminários é condição necessária para a obtenção de frequência. Ao longo do semestre, os alunos iniciam a atividade de investigação e desenvolvimento prevista no plano de trabalhos em regime tutorial com o seu supervisor, o que poderá incluir a frequência de seminários específicos. A avaliação é feita pelo orientador, pelo regente da unidade curricular e pelo coordenador do curso com base no relatório escrito e na apresentação oral realizados pelo aluno.*

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

*This is a seminar-based unit where the student starts his R&D activity in a tutorial regime with the supervisor. The student has to attend at least 2/3 of the seminars. The evaluation is set by a panel of professors based on the written report and the oral presentation of the student.*

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

*Dada a natureza muito específica desta unidade curricular e dos seus objetivos, a metodologia de ensino tem três vertentes: uma vertente de formação, que assume a forma de seminários; uma vertente de orientação tutorial, através da interação direta entre o orientador e o aluno; uma vertente de realização do trabalho de investigação.*

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

*Being a very particular curricular unit and facing its objectives, the teaching methodologies can be split in three vectors: formative, as in the seminars to be proffered; tutorial orientation, trough the direct interaction between supervisor and student; concretization of a R&D work.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

***Será fornecida aos alunos bibliografia sobre cada um dos temas abordados na formação. Relativamente ao tema específico da dissertação de cada aluno, a bibliografia a usar será função da temática a investigar e recomendada, caso a caso, pelos orientadores.***

***The Main bibliography is customized for the subject on each student work.***

#### **Mapa IV - Dissertação em Engenharia Física / Master Thesis in Physics Engineering**

##### **3.3.1. Unidade curricular:**

***Dissertação em Engenharia Física / Master Thesis in Physics Engineering***

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

***Maria Isabel Simões Catarino - OT:28h***

##### **3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

***Todos os docentes da área científica principal do curso - OT:28h***

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

***O trabalho de dissertação de Mestrado em Engenharia Física enquadra-se nos termos definidos na alínea b) do Artigo***

***20º do Decreto Lei 74/2006, e consiste num trabalho individual de investigação e/ou desenvolvimento que explora os***

***conhecimentos adquiridos ao longo do curso, original e especialmente concebido para esse fim. O trabalho dissertação***

***pode basear-se na elaboração de uma tese de natureza científica ou no desenvolvimento de um projeto avançado de***

***engenharia de concepção, ou combinando as duas vertentes, avaliado de acordo com parâmetros uniformes.***

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

***The dissertation work for the Master in Physics Engineering conforms with the requirements of item b) Art 20º of DL***

***74/2006, and consists of an individual research and / or development work which explores the knowledge acquired in the***

***whole program, original, and specifically identified for that purpose. The dissertation work may be based on the elaboration***

***of a research-oriented thesis of scientific nature, or in the development of an advanced conception-oriented engineering***

***project, or combining the two orientations, and evaluated according to common criteria.***

##### **3.3.5. Conteúdos programáticos:**

***Desenvolvimento de trabalho conducente a elaboração de dissertação de mestrado em Engenharia Física.***

##### **3.3.5. Syllabus:**

***Development of the work leading to the elaboration of a master dissertation in Physics Engineering***

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

***Os conteúdos são naturalmente coerentes com os objetivos, dada a sua natureza especial da unidade curricular.***

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

***Given the special nature of the curricular unit, the syllabus are naturally coherent with the course's objectives***

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

*A unidade inclui trabalho de investigação e desenvolvimento individual com o apoio tutorial de um orientador escolhido pelo estudante. A avaliação será feita por discussão pública da dissertação de Mestrado com um júri.*

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

*The unit includes research and development work with individual tutorial support from an advisor chosen by the student. The evaluation will be performed by public discussion of the Master's thesis with a jury.*

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

*Os estudantes serão capazes de implementar um plano de investigação e desenvolvimento e apresentá-lo na forma escrita, bem como apresentá-lo oralmente e defendê-lo na presença de um júri.*

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

*Students will be able implement a research plan and present it in the form of a written dissertation. They will also be able to present their work orally and defend it in the presence of a thesis jury.*

**3.3.9. Bibliografia principal:**

*Específica para cada projeto.*

**Mapa IV - Projeto de Iniciação / Initiation Project****3.3.1. Unidade curricular:**

*Projeto de Iniciação / Initiation Project*

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

*Maria Isabel Simões Catarino – OT:28h*

**3.3.3. Outros docentes e respectivas horas de contacto na unidade curricular:**

*Todos os docentes da área científica principal do curso de Mestrado Integrado em Engenharia Física - OT: 28h*

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

*No final desta unidade curricular o estudante deve ser capaz de:*

- *Analisar um problema ou situação tecnológica;*
- *Efetuar uma pesquisa bibliográfica por forma a estabelecer uma abordagem sustentada ao problema;*
- *Elaborar um projeto com vista a resolver a situação identificada.*

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

*By the end of this course the student is to be able for:*

- *Analyzing a problem or technological situation;*
- *Make a bibliographic research in order to establish an informed approach to the problem;*
- *Setup a project that intends to solve the identified situation*

**3.3.5. Conteúdos programáticos:**

*Nesta unidade os alunos recebem formação em temas pertinente para a realização de um projeto próprio, nomeadamente:*

- *Descrição da ideia a trabalhar.*



- *Esquematização das medições envolvidas e respectivos aparelhos necessários.*
- *Desenho de construção de peças eventualmente necessárias.*
- *Descrição dos testes a efetuar e resultados esperados; Cronograma.*
- *Análise preliminar dos resultados obtidos.*
- *Escrita de relatório.*
- *Apresentação oral do trabalho.*

### 3.3.5. Syllabus:

*The students are exposed to relevant subjects in order to formulate and explore their own project, namely:*

- *Stating the idea behind to be worked.*
- *Schematizing the measurements and respective apparatus needed.*
- *Construction design of pieces if needed for the implementation of the project.*
- *Description of the tests to be performed and expected results; Chronogram.*
- *Preliminary analysis of experimental results.*
- *Report writing.*
- *Oral presentation of the project.*

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

*Face à especificidade desta unidade curricular, os conteúdos programáticos desenvolvem-se em torno de temas de relevância para a realização com sucesso de um projeto e respetiva comunicação tanto na forma escrita como na forma oral.*

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

*Due to the particularities of this curricular unit the syllabus goes around relevant topics aiming the successful development of a chosen project and its written and oral presentation.*

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

*A formação prevista no programa desta UC é ministrada sob a forma de orientação tutorial. Ao longo do semestre, os alunos iniciam a atividade de investigação e desenvolvimento estabelecida em conjunto com o tutor, o que poderá incluir a frequência de seminários específicos.*

*A avaliação é feita por um painel de dois docentes, podendo conter o tutor, o regente da unidade curricular, o coordenador do curso ou outro docente relevante, com base no relatório escrito e na apresentação oral realizados pelo aluno.*

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

*This is a tutorial course where some seminars will be proffered as the students start their own R&D activity once the subject is established between student and tutor.*

*The evaluation is set by a panel of two professors based on the written report and the oral presentation of the student.*

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

*Dada a natureza muito específica desta unidade curricular e dos seus objectivos, a metodologia de ensino tem três vertentes: uma vertente de formação, que assume a forma de seminários; uma vertente de orientação tutorial, através da interação direta entre o tutor e o estudante; uma vertente de realização de um projeto gerida ao ritmo do aluno.*

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

*Being a very particular curricular unit and facing its objectives, the teaching methodologies can be split in three vectors: formative, as in the seminars to be proffered; tutorial orientation, through the direct interaction between tutor and student; concretization of a project at the students own pace.*

### 3.3.9. Bibliografia principal:

*Project Management for Scientists and Engineers*

**By: Merrie Barron, Andrew R. Barron**  
**Connexions (opensource)**  
<http://archive.org/details/ost-engineering-col11120-14>

**BUILDING SCIENTIFIC APPARATUS**  
**By John H. Moore, Christopher C. Davis, Michael A. Coplan and Sandra C. Greer**  
**Cambridge University Press, Jun 2009 | Edition: 4**  
**ISBN-13: 9780521878586**

## 4. Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

### 4.1 Descrição e fundamentação dos recursos docentes do ciclo de estudos

---

#### 4.1.1. Fichas curriculares

Mapa V - Lidia Ludovina Lampreia Caeiro Pica Lourenço

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Lidia Ludovina Lampreia Caeiro Pica Lourenço*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):  
*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Paula Alexandra da Costa Amaral

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Paula Alexandra da Costa Amaral*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Cláudio António Rainha Aires Fernandes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Cláudio António Rainha Aires Fernandes*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Maria Helena Coutinho Gomes Almeida Santos****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria Helena Coutinho Gomes Almeida Santos*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - António Alberto Dias****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*António Alberto Dias*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente**

mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Artur Miguel de Andrade Vieira Dias**

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

*Artur Miguel de Andrade Vieira Dias*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Carmen Pires Morgado**

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

*Carmen Pires Morgado*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*<sem resposta>*

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

*<sem resposta>*

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Nuno Miguel Cavalheiro Marques**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Nuno Miguel Cavalheiro Marques*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Marta Cristina Vieira Faias Mateus**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Marta Cristina Vieira Faias Mateus*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Oleksiy Karlovych**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Oleksiy Karlovych*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Maria Adelaide de Almeida Pedro de Jesus**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Maria Adelaide de Almeida Pedro de Jesus*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Catedrático ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Luís Filipe Santos Gomes**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Luís Filipe Santos Gomes*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Pedro Miguel Negrão Maló**

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

*Pedro Miguel Negrão Maló*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - João Alexandre Carvalho Pinheiro Leite**

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

*João Alexandre Carvalho Pinheiro Leite*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Ruy Araújo da Costa**

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

*Ruy Araújo da Costa*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Rogério Ferreira Martins****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Rogério Ferreira Martins*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - António Carlos Simões Paiva****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*António Carlos Simões Paiva*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Célia Maria Reis Henriques****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**



**Célia Maria Reis Henriques**

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Paulo António Martins Ferreira Ribeiro**

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

*Paulo António Martins Ferreira Ribeiro*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Maria Isabel Simões Catarino**

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

*Maria Isabel Simões Catarino*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Nadir Arada**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Nadir Arada*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Maria Paula da Costa Couto**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Maria Paula da Costa Couto*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Susana Maria Marques Henriques Botelho Baptista**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Susana Maria Marques Henriques Botelho Baptista*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Ana Cristina Gomes da Silva**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Ana Cristina Gomes da Silva*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Maria Paula Pires dos Santos Diogo**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Maria Paula Pires dos Santos Diogo*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Arnaldo Manuel Guimarães Batista

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Arnaldo Manuel Guimarães Batista*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):  
100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Gregoire Marie Jean Bonfait

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Gregoire Marie Jean Bonfait*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):  
100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - José Paulo Moreira dos Santos

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*José Paulo Moreira dos Santos*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Associado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Mauro António Moreira Guerra

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

*Mauro António Moreira Guerra*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar convidado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

20

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Pedro Manuel Duarte Gonçalves Amaro

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

*Pedro Manuel Duarte Gonçalves Amaro*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar convidado ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

20

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Dawei Liang**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Dawei Liang*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - José Luís Constantino Ferreira**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*José Luís Constantino Ferreira*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Orlando Manuel Neves Duarte Teodoro**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Orlando Manuel Neves Duarte Teodoro*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - João Paulo Lança Pinto Casquilho**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*João Paulo Lança Pinto Casquilho*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - João Duarte Neves Cruz**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*João Duarte Neves Cruz*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Duarte Miguel Machado Carneiro de Brito**

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

*Duarte Miguel Machado Carneiro de Brito*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Hugo Filipe Silveira Gamboa**

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

*Hugo Filipe Silveira Gamboa*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Maria Luísa Dias de Carvalho de Sousa Leonardo**

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

*Maria Luísa Dias de Carvalho de Sousa Leonardo*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>



**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Catedrático ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Nuno Miguel Carvalho Pedrosa****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Nuno Miguel Carvalho Pedrosa*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar convidado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

55

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - André João Maurício Leitão do Valle Wemans****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*André João Maurício Leitão do Valle Wemans*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Pedro Manuel Cardoso Vieira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

**Pedro Manuel Cardoso Vieira**

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Maria de Fátima Guerreiro da Silva Campos Raposo**

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

*Maria de Fátima Guerreiro da Silva Campos Raposo*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Susana Isabel Santos Silva Sérgio Venceslau**

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

*Susana Isabel Santos Silva Sérgio Venceslau*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar convidado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
**100**

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Virgílio António Cruz Machado**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
***Virgílio António Cruz Machado***

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
**<sem resposta>**

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**  
***Professor Catedrático ou equivalente***

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
**100**

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Paulo Manuel Assis Loureiro Limão Vieira**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
***Paulo Manuel Assis Loureiro Limão Vieira***

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
**<sem resposta>**

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
**<sem resposta>**

**4.1.1.4. Categoria:**  
***Professor Associado ou equivalente***

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
**100**

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
***João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor***

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Susana Filipe Barreiros**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Susana Filipe Barreiros*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Yuri Fonseca da Silva Nunes**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Yuri Fonseca da Silva Nunes*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Helena Victorovna Guitiss Navas

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Helena Victorovna Guitiss Navas*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):  
100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Rui Fernando dos Santos Pereira Martins

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Rui Fernando dos Santos Pereira Martins*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):  
<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):  
<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):  
100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Carlos Alberto Nunes de Carvalho

4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):  
*Carlos Alberto Nunes de Carvalho*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Elvira Maria Correia Fortunato

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

*Elvira Maria Correia Fortunato*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Catedrático ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

Mapa V - Guilherme António Rodrigues Lavareda

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

*Guilherme António Rodrigues Lavareda*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Carla Maria Quintão Pereira**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Carla Maria Quintão Pereira*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - João Miguel Murta Pina**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*João Miguel Murta Pina*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
*100*

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - António Patrício Alexandre**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*António Patrício Alexandre*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Aniko Katalin Horvath da Costa**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Aniko Katalin Horvath da Costa*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Filipe Ribeiro Ferreira da Silva**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Filipe Ribeiro Ferreira da Silva*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**  
<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**  
*Professor Auxiliar convidado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**  
20

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)



**Mapa V - Isabel Cristina Maciel Natário**

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

*Isabel Cristina Maciel Natário*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Pedro Alexandre da Rosa Corte Real**

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

*Pedro Alexandre da Rosa Corte Real*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar ou equivalente*

4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

100

4.1.1.6. Ficha curricular do docente:

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo**

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

*Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo*

4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

<sem resposta>

4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Associado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Ana Cristina Malheiro Casimiro****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Ana Cristina Malheiro Casimiro*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa V - Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

<sem resposta>

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2):**

<sem resposta>

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

100

**4.1.1.6. Ficha curricular do docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**4.1.2 Equipa docente do ciclo de estudos**

**4.1.2. Equipa docente do ciclo de estudos / Teaching staff of the study programme**

<b>Nome / Name</b>	<b>Grau / Degree</b>	<b>Área científica / Scientific Area</b>	<b>Regime de tempo / Employment link</b>	<b>Informação/ Information</b>
Lídia Ludovina Lampreia Caeiro Pica Lourenço	Doutor	Investigação Operacional	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paula Alexandra da Costa Amaral	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Cláudio António Rainha Aires Fernandes	Doutor	Análise Funcional	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Helena Coutinho Gomes Almeida Santos	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Alberto Dias	Doutor	Física - Especialidade de Física Atómica e Molecular	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Artur Miguel de Andrade Vieira Dias	Doutor	Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Carmen Pires Morgado	Doutor	Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nuno Miguel Cavalheiro Marques	Doutor	Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Marta Cristina Vieira Faias Mateus	Doutor	Economia	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Oleksiy Karlovych	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Adelaide de Almeida Pedro de Jesus	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luís Filipe Santos Gomes	Doutor	Engenharia Electrotécnica - Sistemas Digitais	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Miguel Negrão Maló	Doutor	Engenharia Electrotécnica de de Computadores	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Alexandre Carvalho Pinheiro Leite	Doutor	Informática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ruy Araújo da Costa	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rogério Ferreira Martins	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
António Carlos Simões Paiva	Doutor	Física Atómica e Molecular	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Célia Maria Reis Henriques	Doutor	Física / Física de Superfícies	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Paulo António Martins Ferreira Ribeiro	Doutor	Ciências e Engenharia dos Materiais	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Isabel Simões Catarino	Doutor	Engenharia Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nadir Arada	Doutor	Análise Numérica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Paula da Costa Couto	Doutor	Modelação Ecológica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Susana Maria Marques Henriques Botelho Baptista	Doutor	Engenharia de Sistemas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Cristina Gomes da Silva	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Paula Pires dos Santos Diogo	Doutor	História da Ciência e da Tecnologia- Epistemologia das Ciências	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Arnaldo Manuel Guimarães Batista	Doutor	Engenharia Biomédica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Gregoire Marie Jean Bonfait	Doutor	Física da Matéria condensada	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Paulo Moreira dos Santos	Doutor	Física Teórica (Física Atómica)	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Mauro António Moreira Guerra	Doutor	Física Atómica	20	<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Manuel Duarte Gonçalves Amaro	Doutor	Física	20	<a href="#">Ficha submetida</a>
Dawei Liang	Doutor	Optoelectrónica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Luís Constantino Ferreira	Doutor	Física - Ramo Biofísica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Orlando Manuel Neves Duarte Teodoro	Doutor	Engenharia Física	100	Ficha submetida
João Paulo Lança Pinto Casquilho	Doutor	Física	100	Ficha submetida
João Duarte Neves Cruz	Doutor	Física Nuclear	100	Ficha submetida
Duarte Miguel Machado Carneiro de Brito	Doutor	Economia	100	Ficha submetida
Hugo Filipe Silveira Gamboa	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
Maria Luísa Dias de Carvalho de Sousa Leonardo	Doutor	Física	100	Ficha submetida
Nuno Miguel Carvalho Pedrosa	Doutor	Engenharia Mecânica	55	Ficha submetida
André João Maurício Leitão do Valle Wemans	Doutor	Engenharia Física	100	Ficha submetida
Pedro Manuel Cardoso Vieira	Doutor	Biomedical Engineering	100	Ficha submetida
Maria de Fátima Guerreiro da Silva Campos Raposo	Doutor	Ciência e Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Susana Isabel Santos Silva Sérgio Venceslau	Doutor	Física/Física da Matéria Condensada	100	Ficha submetida
Virgílio António Cruz Machado	Doutor	Computer Integrated Manufacturing	100	Ficha submetida
Paulo Manuel Assis Loureiro Limão Vieira	Doutor	Física	100	Ficha submetida
João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor	Doutor	Química	100	Ficha submetida
Susana Filipe Barreiros	Doutor	Química Física	100	Ficha submetida
Yuri Fonseca da Silva Nunes	Doutor	Engenharia Física, especialidade Física Aplicada	100	Ficha submetida
Helena Victorovna Guitiss Navas	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Rui Fernando dos Santos Pereira Martins	Doutor	Engenharia Mecânica	100	Ficha submetida
Carlos Alberto Nunes de Carvalho	Doutor	Ciência dos Materiais	100	Ficha submetida
Elvira Maria Correia Fortunato	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Guilherme António Rodrigues Lavareda	Doutor	Engenharia de Materiais	100	Ficha submetida
Carla Maria Quintão Pereira	Doutor	Biofísica	100	Ficha submetida
João Miguel Murta Pina	Doutor	Engenharia Electrotécnica e de Computadores	100	Ficha submetida
António Patrício Alexandre	Doutor	Matemática/Equações Diferenciais	100	Ficha submetida
Aniko Katalin Horvath da Costa	Doutor	Engenharia Electrotécnica - Sistemas Digitais	100	Ficha submetida
Filipe Ribeiro Ferreira da Silva	Doutor	Física	20	Ficha submetida
Isabel Cristina Maciel Natário	Doutor	Estatística e Investigação Operacional - ramo Probabilidades e Estatística	100	Ficha submetida
Pedro Alexandre da Rosa Corte Real	Doutor	Estatística	100	Ficha submetida
Rui Filipe dos Reis Marmont Lobo	Doutor	Física/Física Atómica e Molecular	100	Ficha submetida
Ana Cristina Malheiro Casimiro	Doutor	Matemática	100	Ficha submetida
Jorge Alexandre Monteiro de Carvalho e Silva	Doutor	Física de Superfícies	100	Ficha submetida

(63 Items)

6015

&lt;sem resposta&gt;

**4.2. Dados percentuais dos recursos docentes do ciclo de estudos****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	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / Full time teachers:	59	98.1

**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	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor (ETI) / Teaching staff with a PhD (FTE):	60.1	99.9

**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	ETI / FTE	Percentagem* / Percentage*
Docentes do ciclo de estudos com o grau de doutor especializados nas áreas fundamentais do ciclo de estudos (ETI) / Teaching staff with a PhD, specialized in the main areas of the study programme (FTE):	21.6	35.9
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	ETI / FTE	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:	58	96.4
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 actualização:

*Em 16 de agosto de 2010 foi publicado em DR (2ª Série, nº 158) o Regulamento nº 684/2010 relativo à Avaliação do Desempenho e Alteração do Posicionamento Remuneratório dos docentes da UNL-Universidade Nova de Lisboa. O regulamento tem por objeto o desempenho dos docentes da UNL, visando avaliá-lo em função do mérito e melhorar a sua qualidade. A avaliação de desempenho abrange todos os docentes da UNL, tem em conta a especificidade de cada área disciplinar e considera todas as vertentes da respetiva atividade: a) Docência (e.g., diversidade de disciplinas ensinadas; disponibilização de material pedagógico; orientação de Dissertações de Mestrado e de Teses de Doutoramento; participação em júris); b) 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; patentes; participação em comissões, organizações ou redes científicas); c) Tarefas administrativas e de gestão académica; d) Extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade (e.g., prémios e distinções académicas; relatórios no âmbito do estatuto da carreira docente; serviços prestados a outras entidades). As ponderações a considerar em cada vertente são as seguintes: a) Docência — entre 20 % e 70 %; b) Investigação científica, desenvolvimento e inovação — entre 20 % e 70 %; c) Tarefas administrativas e de gestão académica — entre 10 % e 40 %; d) Atividades de extensão universitária, divulgação científica e prestação de serviços à comunidade — entre 5% e 40%. A avaliação positiva é expressa numa escala de três posições (mínimo de 3 pontos e máximo de 9 pontos). Compete ao Conselho Científico a condução do processo de avaliação de desempenho. Compete ao Conselho Pedagógico pronunciar-se na generalidade sobre o processo de avaliação de desempenho. Compete ao Reitor da UNL homologar os resultados da avaliação do desempenho. A avaliação do desempenho é feita uma vez em cada triénio, sem prejuízo da monitorização anual, e releva para os seguintes efeitos: a) Contratação por tempo indeterminado dos professores auxiliares; b) Renovação dos contratos a termo certo dos docentes não integrados na carreira; c) Alteração do posicionamento remuneratório. Os docentes que acumulem um mínimo 18 pontos nas avaliações de desempenho deverão ter uma alteração do posicionamento remuneratório. Os docentes com avaliação considerada insuficiente em dois triénios consecutivos poderão sofrer as consequências previstas no Estatuto Disciplinar dos Trabalhadores que exercem Funções Públicas. A FCT elaborou o seu Regulamento em consonância com o da UNL, tendo definido métricas específicas para as áreas da Ciência e Engenharia. O Regulamento da FCT já foi aprovado e publicado no DR, 2ª Série, nº 193 de 4 de outubro 2012 (Despacho 13109/2012).*

#### 4.3. Teaching staff performance evaluation procedures and measures for its permanent updating:

*The rules for Performance Evaluation and Amendment of Position Remuneration of academic staff of UNL Universidade Nova de Lisboa were officially published in August 16, 2010 (Regulation 684/2010). The regulation concerns the performance of the UNL academic staff in order to evaluate it based on merit and improve its quality. The performance evaluation covers all UNL academic staff, takes into account the specifics of each subject area and considers all aspects of their business: a) Teaching (e.g., diversity of subjects taught, availability of teaching materials, supervision of Master and PhD, Theses, participation in boards of academic juries); b) Scientific research, development and innovation (e.g., coordination and participation in research projects and coordination of research units, publication of scientific articles and books, conference papers, participation in bodies of scientific journals, patents, participation in scientific committees, organizations or networks); c) Administrative and academic management activities (e.g., participation in bodies of UNL and UNL academic units); d) Extension activities, scientific dissemination and services delivery to the community (e.g., academic honours and awards, reports in the status of the teaching profession, services provision to other entities). The weights assigned to the above dimensions are: a) Teaching -between 20% and 70%; b) Scientific research, development and innovation -between 20% and 70%; c) Administrative and academic management activities-between 10% and 40%; d) Extension activities, scientific dissemination and services delivery to the community -between 5% and 40%. The positive evaluation is expressed on a scale of three positions (minimum of 3 points and a maximum of 9 points). At the academic unit level, the Scientific Council conducts the performance evaluation process and the Pedagogical Council issues an overall appreciation of it. The UNL Rector approves the results of the performance evaluation. Performance evaluation is carried out once every three years, subject to annual monitoring, and is relevant for the following purposes: a) Contract of assistant professors for an indefinite period; b) Renewal of temporary contracts for teachers that are not integrated in the regular academic career; c) Change of salary position. The salary position of teachers who accumulate a minimum of 18 points in performance evaluation may be upgraded. Teachers with performance evaluation considered insufficient in two consecutive three-year periods may suffer the consequences outlined in the Disciplinary*

**Statute of Civil Servants. FCT has developed its regulations in accordance with UNL's rules, having defined specific evaluation metrics for the Science and Engineering areas. The FCT regulations were already approved and officially published on the 4th of October 2012 (DR, 2ª Série, 193, Despacho 13109/2012).**

## 5. Descrição e fundamentação de outros recursos humanos e materiais

### 5.1. Pessoal não docente afecto ao ciclo de estudos:

*No Departamento de Física (DF) existem 3 técnicos e 3 assistentes técnicos. Estes funcionários desempenham funções associadas ao funcionamento geral do DF e dos diferentes cursos ministrados no DF, onde se incluirá o correspondente a esta proposta. Pode ainda contar-se com o apoio dos serviços gerais, nomeadamente a Divisão de Apoio Técnico, a Divisão Académica, a Divisão de Informática, a Divisão de Recursos Financeiros e os órgãos de Gestão (Conselho Executivo, Conselho Científico, Conselho Pedagógico).*

### 5.1. Non teaching staff allocated to the study programme:

*The Department of Physics (DF) benefits from the collaboration of 3 technicians and 3 technical assistants. These members of the non-academic staff perform roles related to the general support of DF's activities and the different courses for which the department is responsible (where the course being proposed shall be included) or intervenes. Further support is provided by the faculty's general services, namely the Division of Technical Support, Academic Division, Informatics Division, Accounting Division and management bodies (Executive Council, Scientific Council, and Pedagogic Council).*

### 5.2. Instalações físicas afectas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços lectivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.):

*A FCT/UNL dispõe de instalações para garantir o nível e a qualidade da formação proposta, e adequada às exigências científicas e pedagógicas necessárias para cumprir os objetivos:*

- *Espaços letivos equipados com projetores multimédia (com uma área aproximada de 5718 m<sup>2</sup>);*
- *Laboratórios adequados e bem equipados para a realização de trabalho experimental, quer a nível da lecionação, quer a nível da investigação (com uma área aproximada de 1383 m<sup>2</sup>);*
- *Salas de computadores, com possibilidade de acesso permanente, que podem ser utilizadas pelos alunos para a execução de trabalhos mas também para lecionação. Adicionalmente o campus está coberto por uma rede wireless;*
- *Uma biblioteca que permite o acesso a bibliografia extensa e atualizada, estando bem equipada nas áreas relevantes do curso Biblioteca (com uma área aproximada de 6500 m<sup>2</sup>);*
- *Cantinas, bares e residência universitária com capacidade para receber alunos, mas também professores e investigadores convidados.*

### 5.2. Facilities allocated to and/or used by the study programme (teaching spaces, libraries, laboratories, computer rooms, etc.):

*FCT/UNL possesses installations to insure FCT adequate level and quality of the proposed course, in accordance with the scientific and pedagogic requirements necessary for the fulfilment of the objectives:*

- *Sufficient number of lecturing spaces equipped with multimedia projectors (total 5718 m<sup>2</sup>);*
- *Adequate and well equipped laboratories for performing experimental work in the scientific areas of the study cycle, either for teaching or for research (total 1383 m<sup>2</sup>);*
- *Computer rooms, permanently accessible, which can be used by students to prepare their assignments, but can also be used for demonstration purposes in teaching. Additionally, the campus is entirely covered by a wireless network;*
- *A library allowing all the faculty to access an extensive and up-to-date bibliography, with a good coverage of the subjects related to the study cycle (total 6500 m<sup>2</sup>);*
- *Canteen, bars and a university residency capable of housing students, as well as invited researchers and professors.*

### 5.3. Indicação dos principais equipamentos e materiais afectos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didácticos e científicos, materiais e TICs):

*Os equipamentos afetos ao ciclo de estudos dividem-se entre os laboratórios didácticos do DF e os laboratórios científicos do CEFITEC e CFA-UNL. De entre todos os equipamentos disponíveis para o curso,*

**salientam-se:**

- *Diversos microscópios óticos e eletrónicos (1 SEM);*
- *Material de laboratório diverso para síntese química;*
- *Espectrómetros de fluorescência de raios-X;*
- *Espectrometria por mobilidade iónica*
- *TOF SIMS*
- *Equipamento multitécnicas com AES, ISS, XPS, WF e SIMS*
- *Laboratório computacional*
- *Lasers de estado sólido, CO2 e solar*
- *Câmaras de deposição por sputtering*
- *Criorrefrigeradores (temperatura mínima de 2.6K)*

5.3. Indication of the main equipment and materials allocated to and/or used by the study programme (didactic and scientific equipments, materials and ICTs):

*The array of equipment to be used during the study cycle is divided between DF's teaching laboratories and CEFITEC and CFA-UNL research laboratories. These equipment comprise:*

- *Several optical and electronic microscopes (2 SEM);*
- *Laboratory equipment for chemical synthesis of materials;*
- *X-ray fluorescence spectrometers;*
- *Ion mobility spectrometer;*
- *TOF SIMS;*
- *Equipment with several techniques: AES, ISS, XPS, SIMS and WF;*
- *Computational laboratory;*
- *Several lasers (solid state lasers, CO2 and solar);*
- *Deposition chambers with sputtering;*
- *Cryocoolers (minimum temperature of 2.6k).*

## 6. Actividades de formação e investigação

Mapa VI - 6.1. Centro(s) de investigação, na área do ciclo de estudos, em que os docentes desenvolvem a sua actividade científica

6.1. Mapa VI 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
Centro de Física e Investigação Tecnológica (CEFITEC)	Muito Bom	FCT/UNL	www.cefitec.fct.unl.pt
Centro de Física Atómica FCT/UNL (CFA/UNL)	Muito Bom	FCT/UNL	www.cfa.fct.unl.pt

### Perguntas 6.2 e 6.3

6.2. 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, nos últimos cinco anos (referenciação em formato APA):

<http://www.a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/d69e2ca8-be7f-872c-2d6e-542923ef61aa>

6.3. Lista dos principais projetos e/ou parcerias nacionais e internacionais em que se integram as actividades científicas, tecnológicas, culturais e artísticas desenvolvidas na área do ciclo de estudos:

*As parcerias nacionais e internacionais incluem:*

- *Universidade de Lisboa, Portugal*
- *Universidade de Coimbra, Portugal*



- *Instituto Português de Qualidade, Portugal*
- *Instituto de Soldadura e Qualidade, Portugal*
- *Université Pierre et Marie Curie, France*
- *Technical University of Vinnytsia, Ucrain,*
- *School of Sports Sciences, Norway*
- *Karlsruhe Institute of Technology, Germany*
- *University of Seville, Spain*
- *Boston College, USA*
- *State University of Campinas, Brazil*
- *Aalto University School of Science, Finland*
- *Federal University of Rio de Janeiro, Brasil.*
- *Politecnico di Milano, Italy.*
- *Agência Espacial Europeia*
- *Stored Particles Atomic Physics Research Collaboration (SPARC) at the Facility for Heavy-Ion and Antiproton Research (FAIR)*
- *Charge Radius Experiment with Muonic Atoms (CREMA) collaboration*
- *Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Grenoble, France*
- *Inter University Accelerator Centre, New Delhi, India*
- *Cardiff University, UK*

**6.3. 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:**

*Research is developed in national and international partnerships which include:*

- *Universidade de Lisboa, Portugal*
- *Universidade de Coimbra, Portugal*
- *Instituto Português de Qualidade, Portugal*
- *Instituto de Soldadura e Qualidade, Portugal*
- *Université Pierre et Marie Curie, France*
- *Technical University of Vinnytsia, Ucrain,*
- *School of Sports Sciences, Norway*
- *Karlsruhe Institute of Technology, Germany*
- *University of Seville, Spain*
- *Boston College, USA*
- *State University of Campinas, Brazil*
- *Aalto University School of Science Finland*
- *Federal University of Rio de Janeiro, Brasil.*
- *Politecnico di Milano, Italy.*
- *European Space Agency (ESA)*
- *Stored Particles Atomic Physics Research Collaboration (SPARC) at the Facility for Heavy-Ion and Antiproton Research (FAIR)*
- *Charge Radius Experiment with Muonic Atoms (CREMA) collaboration*
- *Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Grenoble, France*
- *Inter University Accelerator Centre, New Delhi, India*
- *Cardiff University, UK*

## **7. Actividades de desenvolvimento tecnológico e artísticas, prestação de serviços à comunidade e formação avançada**

**7.1. Descreva estas actividades e se a sua oferta corresponde às necessidades do mercado, à missão e aos objetivos da instituição:**

*O DF, através do CEFITEC e CFA-UNL, presta apoio empresarial no desenvolvimento de equipamento, na calibração de diversos equipamentos, e resolução de problemas diversos. Neste domínio, o DF possui diversas parcerias, donde se destacam as existentes com o ISQ, ESA, NGNS e PLUX.*

*Para além destas parcerias, o DF oferece regularmente cursos de formação para professores do ensino secundário de áreas afins à Física e Engenharia Física (Física, Instrumentação, Química, entre outros). É de salientar a elevada procura que todos estes cursos têm tido o que é reflexo da qualidade dos mesmos e*

*da sua pertinência face ao mercado em áreas de intervenção da Engenharia Física.*

**7.1. Describe these activities and if they correspond to the market needs and to the mission and objectives of the institution:**

*DF, through CEFITEC and CFA-UNL, supports the industry in terms development of equipment, calibrations of several gauges and resolution for problems presented. In this domain, DF is involved in several partnerships, e.g. involving ISQ, ESA, NGNS e PLUX.*

*Apart from these partnerships, DF regularly organizes courses for high school teachers in areas close to Physics and Engineering of Physics (Physics, Instrumentation, Chemistry, ...). The large acceptance of these courses, resulting from their quality and pertinence regarding the market in the fields of intervention of Engineering of Physics, should be pointed out.*

## **8. Enquadramento na rede de formação nacional da área (ensino superior público)**

**8.1. Avaliação da empregabilidade dos graduados por ciclos de estudos similares com base nos dados do Ministério da Economia:**

*O DF tem inquirido continuamente os diplomados, e tem constatado que a empregabilidade dos Engenheiros Físicos é bastante elevada, sendo superior a 95%. Por exemplo, entre 2002/03 e 2011/12 licenciaram-se 63 Engenheiros Físicos, dos quais 60 encontravam-se empregados. Ver outra informação em <http://www.dgeec.mec.pt/np4/18/>*

**8.1. Evaluation of the graduates' employability based on Ministry of Economy data:**

*The DF has continually asked the graduates, and has found that the employability of Physical Engineers is quite high, exceeding 95%. For example, between 2011/12 and 2002/03 licensed Physical Engineers is 63, of which 60 were employed. See also <http://www.dgeec.mec.pt/np4/18/>*

**8.2. Avaliação da capacidade de atrair estudantes baseada nos dados de acesso (DGES):**

*De acordo com os dados de acesso ao ensino superior, (disponíveis em: <http://infocursos.mec.pt/> e <http://www.dges.mec.pt/guias/detcursopi.asp?frame=1&codc=9368&code=0903#lev3> além de <http://www.dges.mctes.pt/coloc/2010/>), desde 2011 que o Mestrado Integrado em Engenharia de Física, atualmente existente, atraiu um elevado número de alunos ((36/30; 25/25 18/25 18/25 na 1ª fase), tendo-se neste intervalo temporal preenchido todas as vagas propostas nas fases posteriores à 1ª (com a exceção de 2013/14 onde se colocaram um total de 24/25 candidatos). Face a esta procura, aproximadamente constante ao longo deste período, prevê-se que o presente ciclo de estudos terá capacidade para atrair um número de estudantes compatível com o seu numerus clausus (25).*

**8.2. Evaluation of the capability to attract students based on access data (DGES):**

*According to data regarding student access to university and polytechnic institutions in Portugal (available at:*

*<http://infocursos.mec.pt/> and <http://www.dges.mec.pt/guias/detcursopi.asp?frame=1&codc=9368&code=0903#lev3>*

*since 2011 the present MSc Engineering Physics course has attracted a large number of students (36/30; 25/25 18/25 18/25 on phase 1), ending up filling all the vacancies offered in the last 4 years (with the exception of a total of 24/25 in 2013/14) . Given the demand levels, it is expected that the course being proposed will be able to attract a number of students to fill its numerus clausus (25).*

**8.3. Lista de eventuais parcerias com outras instituições da região que lecionam ciclos de estudos similares: Na região de Lisboa apenas a Faculdade de Ciências e o Instituto Superior Técnico lecionam o Mestrado Integrado em Engenharia de Física e, desta forma, eventuais parcerias poderão ser estabelecidas com essas instituições.**

**8.3. List of eventual partnerships with other institutions in the region teaching similar study programmes:**

*In the Lisbon region, only the Faculdade de Ciências and the Instituto Superior Técnico offers the MSc Engineering Physics. Therefore, a partnership could eventually be established with those institutions.*

## 9. Fundamentação do número de créditos ECTS do ciclo de estudos

9.1. Fundamentação do número total de créditos ECTS e da duração do ciclo de estudos, com base no determinado nos artigos 8.º ou 9.º (1.º ciclo), 18.º (2.º ciclo), 19.º (mestrado integrado) e 31.º (3.º ciclo) do Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março:

*De acordo com o Artigo 19o do Decreto-Lei no 74/2006, e tratando-se de um ciclo de estudos integrado, com 5 anos (10 semestres), foi atribuído ao ciclo de estudos um total de 300 ECTS para a obtenção do grau de Mestre. Ao trabalho de dissertação de mestrado é atribuído um total de 36 ECTS (Preparação de Dissertação, 6 ECTS e Dissertação, 30 ECTS) . O grau de Licenciado será conferido aos estudantes que realizem o total de 180 créditos correspondentes aos primeiros 6 semestres curriculares do curso.*

9.1. Justification of the total number of ECTS credits and of the duration of the study programme, based on articles no.8 or 9 (1st cycle), 18 (2nd cycle), 19 (integrated master) and 31 (3rd cycle) of Decreto-Lei no. 74/2006, March 24th:

*According to Article 19o of Decreto-Lei no 74/2006, being the case of an integrated study cycle as we propose with 5 year full duration (10 terms), we assign to the study cycle a total of 300 ECTS for obtaining the Master degree. To the master dissertation work is assigned a total of 36 ECTS (Master Thesis Preparation, 6 ECTS and Master Thesis, 30 ECTS). A BSc degree will be conferred to the students that acquire the total of 180 ECTS corresponding to the completion of the first six semesters of the programme.*

9.2. Metodologia utilizada no cálculo dos créditos ECTS das unidades curriculares:

*Para cálculo dos créditos ECTS das UCs foi utilizado como indicador a equiparação de 1 unidade ECTS a 28 horas de trabalho do estudante. O esforço do estudante nas várias componentes de atividade de cada unidade curricular tem sido continuamente aferido e quando necessário reajustado pelos docentes e comissão científica do curso, de forma informada por inquéritos periódicos na FCT UNL, desde o início do processo de Bolonha. Na presente proposta foi de novo analisada a creditação das UC, tendo sido preocupação equilibrar o esforço do estudante entre os vários semestres do curso. De acordo com as recomendações gerais da FCT UNL, todas unidades curriculares são medidas em múltiplos de 3 ECTS, por questões de modularidade e flexibilidade.*

9.2. Methodology used for the calculation of the ECTS credits of the curricular units:

*Our calculation of ECTS credits of curricular units was based on the correspondence of 1 ECTS unit to 28 working hours. The student workload in the various components of activity of each CU has been continuously monitored and adjusted whenever considered necessary by the teaching staff and program scientific committee, informed by periodic student surveys at FCT UNL, in particular after the installation of the Bologna process. When preparing this proposal, the ECTS for all CUs was again reconsidered, with a special concern to better balance the student load along the several terms of the program. According to the general recommendations of FCT UNL, all CU are measured in multiples of 3 ECTS units, for the sake of modularity and flexibility.*

9.3. Forma como os docentes foram consultados sobre a metodologia de cálculo do número de créditos ECTS das unidades curriculares:

*O esforço do estudante nas várias componentes de atividade de cada unidade curricular do curso de Mestrado Integrado em Engenharia Física que se propõe, e que em muitos casos resultam de adaptação de UCs que transitaram de atuais cursos, tem sido continuamente aferido e reajustado pelos docentes das mesmas sob a coordenação das Comissões Científicas, de forma informada por inquéritos na FCT UNL, desde o início do processo de Bolonha. Estes inquéritos periódicos auscultam os estudantes sobre o número de horas que consomem nas várias atividades, e informam o processo de ajuste de créditos ECTS. Durante o processo de elaboração das fichas das UC incluídas nesta proposta, os docentes estiveram novamente ativamente envolvidos e auscultados sobre o método de cálculo das unidades ECTS, tendo também sido promovidas reuniões com os estudantes.*

### 9.3. Process used to consult the teaching staff about the methodology for calculating the number of ECTS credits of the curricular units:

*The student workload in the various components of activity of each curricular unit of the Mestrado Integrado em Engenharia Física now proposed, and that in many cases resulted from updating existing UCs, has been continuously monitored and adjusted by the academic staff under the supervision of unit responsables and the program's scientific committees. This process has also been informed by the periodic student surveys carried out at FCT UNL. These surveys consult students about their workload in several academic activities and courses, and are taken into account in the ECTS unit calculation processes. During the process of elaboration of this proposal and of the CU descriptions included, the academic staff and steering committees were again actively involved and consulted about the calculation method, and meetings with students were also organized.*

## 10. Comparação com ciclos de estudos de referência no espaço europeu

### 10.1. Exemplos de ciclos de estudos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior com duração e estrutura semelhantes à proposta:

*De uma pesquisa efetuada na Internet constata-se que a área do Ensino e Investigação em Engenharia de Física tem um grande impacto internacional, versando áreas temáticas desde as chamadas tecnologias clássicas às novas tecnologias e , o que faz com que Universidades tão prestigiadas nos E.U.A. como o MIT, Berkeley, Stanford, Princeton, Canadá com destaque para Queens ou na Europa como, por exemplo, universidades no Reino Unido (Surrey, Queen Mary, Heriot-Watt University..), Espanha (Barcelona, Saint Louis-Madrid,..), França (UPMC, Grenoble...), Suécia (KTH,...), Bélgica (ULB, UC Louvain..), Alemanha (Oldenbrug,...) e no China ministrem este tipo de formação. No território nacional, cursos análogos são lecionados nas Universidades Minho, Porto e Coimbra.*

*No espaço europeu podem encontrar-se formações semelhantes no Reino Unido*

*(<http://www.undergraduate.hw.ac.uk/programmes/F311/>) e na Suécia (<http://www.kth.se/en/studies/master/kth/engineeringphysics/description-1.48226>),entre outros.*

### 10.1. Examples of study programmes with similar duration and structure offered by reference institutions of the European Higher Education Area:

*From an Internet search it is possible to verify that the Materials Science and Engineering Research and Education field has a large international impact, comprising thematic areas from the so-called classic technologies to new technologies and nanotechnologies; for this reason, universities as renowned as MIT, Berkeley, Stanford, Princeton, (USA), in Canada the highlighted one is Queens,U. K.(Surrey,Queen Mary,Heriot-Watt University,..), Spain (Barcelona,Saint Louis-Madrid,..), France (UPMC,Grenoble...), Sweden (KTH,...), Belgium (ULB,UC Louvain..), and China currently offer education in this field. At the national level, only Universidade do Minho organizes an Integrated Master Course on Materials Engineering.*

*At the European level, course structures similar to this one can be found, e.g. in the U.K.*

*(<http://prospective.appsci.queensu.ca/EngineeringSciencePrograms/Engineering-Physics.html>) and Sweden (<http://www.kth.se/en/studies/master/kth/engineeringphysics/description-1.48226>).*

### 10.2. Comparação com objetivos de aprendizagem de ciclos de estudos análogos existentes em instituições de referência do Espaço Europeu de Ensino Superior:

*Comparando, a título de exemplo, a formação contemplada nesta proposta de Mestrado Integrado com a existente em universidades, como a de ULB (<http://epb-physique.ulb.ac.be/Parcours-d-etudes-et-choix-d?lang=fr>), Bélgica, constatamos a forte articulação entre a estrutura proposta e as daquelas instituições: a estrutura agora proposta apresenta uma formação, onde a multi e interdisciplinaridades estão patentes, assim como as áreas associadas aos desenvolvimentos mais recentes na área da física. A presente proposta pressupõe, que os 3 primeiros anos forneçam as ferramentas necessárias à prossecução de estudos mais avançados (2 últimos anos, grau de Mestre) ou permitam a integração na vida ativa após a sua conclusão (Grau de Licenciado). Desta forma, o mestrado proposto articula-se com: ciclos de estudos integrados, como são, entre outros, os que se referiram; e com 1ºs e 2ºs ciclos em Engenharia Física existentes no espaço europeu.*

### 10.2. Comparison with the intended learning outcomes of similar study programmes offered by reference institutions of the European Higher Education Area:

*Comparing the educational offer represented by this proposal to that found e.g. at the ULB (<http://epb-physique.ulb.ac.be/Parcours-d-etudes-et-choix-d?lang=fr>), Belgium, we are confronted with a strong correlation: the structure being proposed comprehends a clearly multidisciplinary approach, and is concerned with areas regarding advanced materials and emerging technologies. As the two mentioned, this proposal assumes that the first 3 years not only provide the tools necessary for the prosecution of advanced studies (2 final years, MSc degree), but also allow the immediate insertion in the professional world (BSc degree, "Licenciado"). In this way, the proposed course's articulation with other integrated study cycles, as well as with 1st and 2nd cycles in Materials Engineering within the European Area of Higher Education will be achieved.*

## 11. Estágios e/ou Formação em Serviço

### 11.1. e 11.2 Locais de estágio e/ou formação em serviço (quando aplicável)

---

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

Mapa VII - Protocolos de Cooperação

11.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:

<sem resposta>

11.1.2. Protocolo (PDF, máx. 100kB):

<sem resposta>

Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes

11.2. Mapa VIII. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio e/ou formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.(PDF, máx. 100kB).

<sem resposta>

### 11.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço.

---

11.3. Recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efectivo dos seus estudantes nos estágios e/ou formação em serviço:

<sem resposta>

11.3. Resources of the Institution to effectively follow its students during the in-service training periods:

<no answer>

### 11.4. Orientadores cooperantes

---

Mapa IX. Normas para a avaliação e selecção dos elementos das instituições de estágio e/ou formação em serviço responsáveis por acompanhar os estudantes

11.4.1 Mapa IX. 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):

&lt;sem resposta&gt;

Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores)

11.4.2. Mapa X. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (obrigatório para ciclo de estudos de formação de professores) / External supervisors responsible for following the students' activities (mandatory for teacher training study programmes)

Nome / Name	Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional / Professional qualifications	Nº de anos de serviço / Nº of working years
----------------	--	--	---	---

&lt;sem resposta&gt;

## 12. Análise SWOT do ciclo de estudos

### 12.1. Pontos fortes:

- *Experiência de quase 40 anos do DF da FCT/UNL no ensino da Engenharia Física, dando especial ênfase ao ensino experimental.*
- *Elevada empregabilidade de engenheiros Físicos de conceção e banda larga.*
- *Todos os docentes a tempo integral são doutorados e membros de centros de investigação.*
- *Excelentes infraestruturas de ensino e investigação.*
- *Integração em redes de investigação e educação avançada, nacionais e internacionais. A qualidade da investigação do Departamento, e o envolvimento dos estudantes nas atividades de investigação.*
- *Excelente apreciação pelos empregadores (nacionais e internacionais) da formação do DF, assim como pelos alunos (inquéritos). Cobertura de competências transversais e “Perfil FCT”.*

### 12.1. Strengths:

- *Experience of around 40 years of DF FCT UNL in Engineering Physics hands-on higher education.*
- *High employment rate for broad-band conception-oriented engineers in various sectors.*
- *All full time faculty own a PhD degree and are members of a research unit.*
- *Excellent teaching and research infrastructures.*
- *Integration in national and international research and educational networks. Quality of the Department research, and involvement of students in research activities.*
- *Excellent appreciation of DF FCT graduates by employers (national and international), and by the students as well (through surveys). Coverage of transferable skills and the “FCT Profile”.*

### 12.2. Pontos fracos:

*Apesar de terem sido preenchidos os numerus clausus com a 2ª fase de candidaturas no ano letivo de 2014/15, terão que continuar a ser feitos esforços no sentido de atrair cada vez melhores e mais bem informados candidatos para a área de Engenharia Física. Existe alguma dificuldade, mesmo em algumas grandes escolas a nível internacional, em atrair mais estudantes de topo para esta área, em comparação com outras Engenharias ditas clássicas. A situação poderia beneficiar de uma mais correta visibilidade e enquadramento da área no ensino secundário, e na comunicação com a sociedade em geral; apesar dos esforços feitos, existe em muitos casos uma perceção deficiente do que é verdadeiramente a Engenharia Física pelos estudantes de Ciência e Tecnologia.*

### 12.2. Weaknesses:

*Although we have been able to fulfill the numerous clausus on the 2nd phase of 2014/15, further efforts are needed to promote the attraction of stronger and better-informed candidates for the field. There is a certain difficulty, even in the context of strong international universities, to attract more topmost students for Engineering Physics, when compared with other called classical engineering fields. This situation could be*

*overcome from a better way of giving visibility and awareness of the area in secondary school (particularly in terminal years), and in general public communication: notwithstanding existing efforts, there is in many cases an insufficient understanding of what Engineering Physics really is, as an engineering and science discipline and as profession.*

#### 12.3. Oportunidades:

- *Formar profissionais multidisciplinares com valências em diversas áreas, tais como física atómica e molecular, física nuclear e dos plasmas, física das interfaces, ótica e optoelectrónica, detetores, criogenia e técnicas analíticas aplicadas à saúde e património cultural.*
- *Criação de uma formação fortemente apoiada na investigação de excelência que é desenvolvida, na área, no DF-FCT/UNL.*

#### 12.3. Opportunities:

- *Forming multidisciplinary professionals with valences in several areas, such as atomic and molecular physics, nuclear physics and plasmas, physics of interfaces, optics and optoelectronics, detectors, cryogenics and analytical techniques applied to health and cultural heritage.*
- *Creating a training program strongly supported by the excellent research that is developed in the area, at the DF-FCT / UNL.*

#### 12.4. Constrangimentos:

- *A questão geral de eventual agravamento das dificuldades na gestão flexível e disponibilidade de recursos humanos e materiais, inerentes ao enquadramento institucional e à situação económica global, em particular relativamente ao reforço e renovação de recursos humanos.*
- *A diminuição do número de candidatos admitidos com notas de candidatura de nível excelente, que contribuem para catalizar o desempenho dos estudantes em geral e potenciar a subida geral da média de candidatura, que como se refere e explica em 12.2 não acompanha de forma uniforme outras áreas de Engenharia, mesmo a nível global.*

#### 12.4. Threats:

- *The general issue of possible degradation of the ability to flexibly manage human and material resources, intrinsic to our institutional insertion and the global economical situation, in particular with relation to the need of strengthening and renewing human resources.*
- *A decrease in the number of admitted candidates with top- notch grades, who currently contribute to catalyse the performance of the classes in general and to increase the average admission grade, which, as mentioned and explained in 12.2, does not compare favourably with other classical engineering programs, even at a global level.*

#### 12.5. CONCLUSÕES:

*A presente proposta de curso de Mestrado Integrado em Engenharia Física consubstancia uma visão atualizada sobre a formação deste Engenheiro. O objetivo do curso é formar Engenheiros de conceção habilitados a desenvolver atividades de projeto, liderança, e inovação, por vezes em contexto de investigação, e com bases para aceder a um 3o Ciclo. Esta orientação é implementada numa lógica de continuidade, sendo que os eventuais diplomados de 1o ciclo, mesmo não sendo o alvo natural do curso, adquirem uma formação coerente e relevante em termos da mobilidade prevista na lei. Estes objetivos estão alinhados com o projeto educativo, científico e cultural da Escola. É uma aposta estratégica desta continuar a contribuir decisivamente para o desenvolvimento da educação avançada e investigação científica e inovação em Engenharia Física, como Escola pioneira na área em Portugal. O currículo, matérias e competências cobertas encontram-se atualizadas em alinhamento com a investigação, desenvolvimento tecnológico, e as necessidades do mercado atual. O programa potencia o envolvimento dos estudantes em atividades de investigação, reforçando a base de recrutamento interna de doutorandos. A adequação ao “Perfil FCT”, comum a todos os cursos da escola, favorece o desenvolvimento de várias competências transversais, na área da comunicação, ciência tecnologia e sociedade, e empreendedorismo. Acredita-se que a proposta aqui apresentada oferece aos potenciais candidatos uma formação mais atraente, atualizada e oportuna, à sustentada necessidade de profissionais de engenharia com sólidas bases em Física.*

#### 12.5. CONCLUSIONS:

*This program proposal for the Integrated Master in Engineering Physics implements an updated*

***perspective on the education of these Engineers. The objective of the program is to educate conception-level Engineers prepared to develop project, leadership, and innovation activities, some times in a R&D context, with a basis to pursue a 3th cycle. These guidelines are implemented in a progressive scheme, so that possible 1st cycle graduates, even if not in the main target of the integrated master, may receive a sufficiently coherent and relevant education useful for mobility purposes, as required by law. These goals are totally aligned with the educational, scientific and cultural project of FCT/UNL. It is a strong strategical commitment of FCT UNL to continue contributing for the development of advanced education and research Engineering Physics as a pioneering school in the field in Portugal. The curriculum, subjects, and competencies were aligned with the modern research, technological development, market and society needs.***

***The program also promotes the early involvement of students in research, which is expected contribute for increasing the candidate basis for our PhD program. It also offers students several opportunities of involvement in hands-on activities, including the optional opportunity of developing their master dissertation work within a collaboration between academia and a company or external institution, in the context of established agreements. The program conforms to the "FCT Curricular Profile", which favours the emergence of various transferable skills in areas such as communication, science, technology and society, and entrepreneurship. We strongly believe that this program proposal offers to the potential candidates a more attractive formation, updated, and timely response to the sustained need for professionals in Engineering with reinforced bases on physics.***