

# ACEF/1516/17707 — Guião para a auto-avaliação

---

## Caracterização do ciclo de estudos.

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

*Universidade De Lisboa*

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

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

*Faculdade De Ciências (UL)*

**A3. Ciclo de estudos:**

*Física*

**A3. Study programme:**

*Physics*

**A4. Grau:**

*Mestre*

**A5. Publicação do plano de estudos em Diário da República (nº e data):**

*nº 1143/2009; nº 15662/2014*

**A6. Área científica predominante do ciclo de estudos:**

*Ciências Físicas*

**A6. Main scientific area of the study programme:**

*Physics*

**A7.1. Classificação da área principal do ciclo de estudos (3 dígitos), de acordo com a Portaria n.º 256/2005, de 16 de Março (CNAEF):**

*441*

**A7.2. 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:**

*N/A*

**A7.3. 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:**

*N/A*

**A8. Número de créditos ECTS necessário à obtenção do grau:**

*120*

**A9. Duração do ciclo de estudos (art.º 3 DL-74/2006, de 26 de Março):**

*2 anos / 4 semestres*

**A9. Duration of the study programme (art.º 3 DL-74/2006, March 26th):**

*2 years / 4 semesters*

**A10. Número de vagas proposto:**

*15*

**A11. Condições específicas de ingresso:**

*São admitidos como candidatos à inscrição no ciclo de estudos conducente ao grau de mestre em Física:*

- a) Os titulares de grau de licenciado ou equivalente legal nas áreas de Física e outras que a comissão científica deste ciclo de estudos considere adequadas para a frequência do mestrado em Física;*
- b) Os titulares de grau académico superior estrangeiro conferido na sequência de um 1.º ciclo de estudos organizado de acordo com os princípios do Processo de Bolonha por um estado aderente a este Processo nas áreas de Física e outras que a comissão científica deste ciclo de estudos considere adequadas para a frequência do mestrado em Física;*
- c) Os titulares de um grau académico superior estrangeiro que seja reconhecido como satisfazendo os objectivos do grau de licenciado pelo conselho científico da Faculdade de Ciências.*

**A11. Specific entry requirements:**

*They are admitted as candidates for enrollment in the cycle of studies leading to the master's degree in Physics:*

- a) Holders of a bachelor's degree or legal equivalent in the areas of Physics and other areas that the scientific committee of this cycle of studies considers suitable for the attendance of the master in Physics;*
- b) Holders of a foreign academic degree conferred after a 1st cycle of studies organized in accordance with the principles of the Bologna Process by a member state in this Process in the areas of Physics and other areas that the scientific committee of this cycle of studies considers suitable for the attendance of the master in Physics;*
- c) Holders of a foreign academic degree that is recognized as meeting the objectives of a bachelor's degree by the scientific council of the Faculty of Sciences.*

**A12. Ramos, opções, perfis...****Pergunta A12**

**A12. Percursos alternativos como ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras formas de organização de percursos alternativos em que o ciclo de estudos se estrutura (se aplicável):**

*Sim (por favor preencha a tabela A 12.1. Ramos, opções, perfis, maior/menor, ou outras)*

**A12.1. Ramos, variantes, áreas de especialização do mestrado ou especialidades do doutoramento (se aplicável)**

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

**Opções/Ramos/... (se aplicável):**

Física Estatística e Não-Linear

Física Nuclear e Partículas

Física da Matéria Condensada e Nanomateriais

Astrofísica e Cosmologia

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

Statistical and Nonlinear Physics

Nuclear and Particle Physics

Condensed Matter Physics and Nanomaterials

Astrophysics and Cosmology

**A13. Estrutura curricular****Mapa I - Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear****A13.1. Ciclo de Estudos:***Física***A13.1. Study programme:***Physics***A13.2. Grau:**

**Mestre**

**A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear*

**A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Specialization Area in Statistical and Nonlinear Physics*

**A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*
Ciências Físicas	CFIS (ECTS opt. 12-54)	66	12
Engenharias e Tecnologias Físicas	ETFIS (ECTS opt. 0-42)	0	0
Qualquer Área	QA (ECTS opt. 0-42)	0	0
<b>(3 Items)</b>		<b>66</b>	<b>12</b>

### Mapa I - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas

**A13.1. Ciclo de Estudos:**  
*Física*

**A13.1. Study programme:**  
*Physics*

**A13.2. Grau:**  
*Mestre*

**A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas*

**A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Specialization Area in Nuclear and Particle Physics*

**A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*
Ciências Físicas	CFIS (ECTS opt. 12-54)	66	12
Engenharias e Tecnologias Físicas	ETFIS (ECTS opt. 0-42)	0	0
Qualquer Área	QA (ECTS opt. 0-42)	0	0
<b>(3 Items)</b>		<b>66</b>	<b>12</b>

### Mapa I - Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais

**A13.1. Ciclo de Estudos:**  
*Física*

**A13.1. Study programme:***Physics***A13.2. Grau:***Mestre***A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais***A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Condensed Matter Physics and Nanomaterials***A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*
Ciências Físicas	CFIS (ECTS opt 12-54)	66	12
Engenharias e Tecnologias Físicas	ETFIS (ECTS opt 0-42)	0	0
Qualquer Área	QA (ECTS opt 0-42)	0	0
<b>(3 Items)</b>		<b>66</b>	<b>12</b>

**Mapa I - Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia****A13.1. Ciclo de Estudos:***Física***A13.1. Study programme:***Physics***A13.2. Grau:***Mestre***A13.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia***A13.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Astrophysics and Cosmology***A13.4. Áreas científicas e créditos que devem ser reunidos para a obtenção do grau / Scientific areas and credits that must be obtained before a degree is awarded**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Mínimos Optativos / Minimum Optional ECTS*
Ciências Físicas	CFIS (ECTS opt 0-42)	78	0
Engenharias e Tecnologias Físicas	ETFIS (ECTS opt 0-42)	0	0
Qualquer Área	QA (ECTS opt 0-42)	0	0
<b>(3 Items)</b>		<b>78</b>	<b>0</b>

## A14. Plano de estudos

### Mapa II - Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear - 1º ano / 1º semestre curricular

---

**A14.1. Ciclo de Estudos:**

*Física*

**A14.1. Study programme:**

*Physics*

**A14.2. Grau:**

*Mestre*

**A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

*Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear*

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

*Specialization Area in Statistical Physics and Nonlinear*

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**

*1º ano / 1º semestre curricular*

**A14.4. Curricular year/semester/trimester:**

*1st year / 1st semester*

**A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Opção A	CFIS	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Seminário em Física Estatística e Não-Linear (5 Itens)	CFIS	Anual	168	T:14	6	Obrigatória

### Mapa II - Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear - 1º ano / 2º semestre

---

**A14.1. Ciclo de Estudos:**

*Física*

**A14.1. Study programme:**

*Physics*

**A14.2. Grau:**

*Mestre*

**A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**

*Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear*

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

*Specialization Area in Statistical Physics and Nonlinear*

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano / 2º semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 2nd semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Opção A	CFIS	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Seminário em Física Estatística e Não-Linear	CFIS	Anual	168	T:14	6	Obrigatória

**(5 Items)****Mapa II - Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear - 2º ano / 1º semestre****A14.1. Ciclo de Estudos:***Física***A14.1. Study programme:***Physics***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Statistical Physics and Nonlinear***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º ano / 1º semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd year / 1st semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Estágio Física Estatística e Não-Linear	CFIS	Semestral	168	OT:28	6	Obrigatória
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Dissertação em Física Estatística e Não-Linear	CFIS	Anual	504	OT:28	18	Obrigatória

**(3 Items)****Mapa II - Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear - 2º ano / 2º semestre**

**A14.1. Ciclo de Estudos:***Física***A14.1. Study programme:***Physics***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Statistical Physics and Nonlinear***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º ano / 2º semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd year / 2nd semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Física Estatística e Não-Linear (1 Item)	CFIS	Anual	840	OT:28	30	Obrigatória

**Mapa II - Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear - Grupo Opcional A****A14.1. Ciclo de Estudos:***Física***A14.1. Study programme:***Physics***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física Estatística e Não-Linear***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Statistical Physics and Nonlinear***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Grupo Opcional A***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***Optional Group A***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Sistemas Dinâmicos	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Criticalidade e Sistemas Complexos	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Física Estatística Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Ondas Não Lineares	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional

(4 Items)

## Mapa II - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas - 1º ano / 1º semestre

### A14.1. Ciclo de Estudos:

*Física*

### A14.1. Study programme:

*Physics*

### A14.2. Grau:

*Mestre*

### A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas*

### A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*Specialisation Area in Nuclear and Particle Physics*

### A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*1º ano / 1º semestre*

### A14.4. Curricular year/semester/trimester:

*1st year / 1st semester*

### A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Opção A	CFIS	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Seminário em Física Nuclear e Partículas	CFIS	Anual	168	T:14	6	Obrigatória

(5 Items)

## Mapa II - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas - 1º ano / 2º semestre

### A14.1. Ciclo de Estudos:

*Física*

### A14.1. Study programme:

*Physics*

### A14.2. Grau:



**Mestre**

**A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas*

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Specialisation Area in Nuclear and Particle Physics*

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*1º ano / 2º semestre*

**A14.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*1st year / 2nd semester*

**A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Opção A	CFIS	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Seminário em Física Nuclear e de Partículas (5 Items)	CFIS	Anual	168	T:14	6	Obrigatória

**Mapa II - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas - 2º ano / 1º semestre**

**A14.1. Ciclo de Estudos:**  
*Física*

**A14.1. Study programme:**  
*Physics*

**A14.2. Grau:**  
*Mestre*

**A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas*

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Specialisation Area in Nuclear and Particle Physics*

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*2º ano / 1º semestre*

**A14.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*2nd year / 1st semester*

**A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Estágio Física Nuclear e						

Partículas	CFIS	Semestral	168	OT:28	6	Obrigatória
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Dissertação em Física Nuclear e Partículas	CFIS	Anual	504	OT:28	18	Obrigatória

(3 Items)

## Mapa II - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas - 2º ano / 2º semestre

---

### A14.1. Ciclo de Estudos:

*Física*

### A14.1. Study programme:

*Physics*

### A14.2. Grau:

*Mestre*

### A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas*

### A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*Specialisation Area in Nuclear and Particle Physics*

### A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*2º ano / 2º semestre*

### A14.4. Curricular year/semester/trimester:

*2nd year / 2nd semester*

### A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Física Nuclear e Partículas	CFIS	Anual	840	OT:28	30	Obrigatória

(1 Item)

## Mapa II - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas - Grupo Opcional A

---

### A14.1. Ciclo de Estudos:

*Física*

### A14.1. Study programme:

*Physics*

### A14.2. Grau:

*Mestre*

### A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas*

### A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*Specialisation Area in Nuclear and Particle Physics*

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*Grupo Opcional A*

**A14.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*Optional Group A*

**A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica Quântica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Física Nuclear	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Laboratório Avançado de Física Nuclear	CFIS	Semestral	168	T:14;PL:42	6	Opcional
Física Atómica e Molecular Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Eletrodinâmica Quântica	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Física de Partículas	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Técnicas Nucleares	CFIS	Semestral	168	T:28;PL:28	6	Opcional

(7 Items)

**Mapa II - Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia - 1º ano / 1º semestre**

**A14.1. Ciclo de Estudos:**  
*Física*

**A14.1. Study programme:**  
*Physics*

**A14.2. Grau:**  
*Mestre*

**A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):**  
*Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia*

**A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**  
*Specialisation Area in Astrophysics and Cosmology*

**A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:**  
*1º ano / 1º semestre*

**A14.4. Curricular year/semester/trimester:**  
*1st year / 1st semester*

**A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Astrofísica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Obrigatória
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Seminário em Astrofísica						

(5 Items)

**Mapa II - Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia - 1º ano / 2º semestre****A14.1. Ciclo de Estudos:***Física***A14.1. Study programme:***Physics***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialisation Area in Astrophysics and Cosmology***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano / 2º semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 2nd semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Cosmologia Física	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Obrigatória
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Seminário em Astrofísica e Cosmologia	CFIS	Anual	168	T:14	6	Obrigatória

(5 Items)

**Mapa II - Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia - 2º ano / 1º semestre****A14.1. Ciclo de Estudos:***Física***A14.1. Study programme:***Physics***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):**

**Specialisation Area in Astrophysics and Cosmology****A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º ano / 1º semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd year / 1st semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Estágio em Astrofísica e Cosmologia	CFIS	Semestral	168	OT:28	6	Obrigatória
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Dissertação em Astrofísica e Cosmologia (3 Items)	CFIS	Anual	504	OT:28	18	Obrigatória

**Mapa II - Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia - 2º ano / 2º semestre****A14.1. Ciclo de Estudos:***Física***A14.1. Study programme:***Physics***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialisation Area in Astrophysics and Cosmology***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º ano / 2º semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd year / 2nd semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Astrofísica e Cosmologia (1 Item)	CFIS	Anual	840	OT:28	30	Obrigatória

**Mapa II - Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais - 1º ano / 1º semestre**

**A14.1. Ciclo de Estudos:***Física***A14.1. Study programme:***Physics***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialisation Area in Condensed Matter Physics and Nanomaterials***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano / 1º semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***1st year / 1st semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Opção A	CFIS	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Seminário em Física da Matéria Condensada e Nano-Materiais (5 Itens)	CFIS	Anual	168	T:14	6	Obrigatória

**Mapa II - Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais - 1º ano / 2º semestre****A14.1. Ciclo de Estudos:***Física***A14.1. Study programme:***Physics***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialisation in Condensed Matter Physics and Nanomaterials***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º ano / 2º semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:**

**1st year / 2º semester****A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Opção A	CFIS	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Seminário em Física da Matéria Condensada e Nano-Materiais (5 Items)	CFIS	Anual	168	T:14	6	Obrigatória

**Mapa II - Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais - 2º ano / 1º semestre****A14.1. Ciclo de Estudos:***Física***A14.1. Study programme:***Physics***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialisation Area in Condensed Matter Physics and Nanomaterials***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º ano / 1º semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd year / 1st semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Estágio em Física da Matéria Condensada e Nano-Materiais	CFIS	Semestral	168	OT:28	6	Obrigatória
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Dissertação em Física da Matéria Condensada e Nano-Materiais (3 Items)	CFIS	Anual	504	OT:28	18	Obrigatória

**Mapa II - Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais - 2º ano / 2º semestre****A14.1. Ciclo de Estudos:***Física*

**A14.1. Study programme:***Physics***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialisation Area in Condensed Matter Physics and Nanomaterials***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º ano / 2º semestre***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd year / 2nd semester***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Dissertação em Física da Matéria Condensada e Nano-Materiais (1 Item)	CFIS	Anual	840	OT:28	30	Obrigatória

**Mapa II - Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais - Grupo Opcional A****A14.1. Ciclo de Estudos:***Física***A14.1. Study programme:***Physics***A14.2. Grau:***Mestre***A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física da Matéria Condensada e Nanomateriais***A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialisation Area in Condensed Matter Physics and Nanomaterials***A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Grupo Opcional A***A14.4. Curricular year/semester/trimester:***Optional Group A***A14.5. Plano de estudos / Study plan**

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



Curricular Units	Scientific Area (1)	Duration (2)	Working Hours (3)	Contact Hours (4)	(5)
Nanofísica	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6 Opcional
Mecânica Quântica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6 Opcional
Magnetismo e Supercondutividade	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6 Opcional
Laboratório Avançado de Matéria Condensada	CFIS	Semestral	168	T:14; PL: 42	6 Opcional

(4 Items)

## Mapa II - Qualquer Área de Especialização - Grupo Opcional B

### A14.1. Ciclo de Estudos:

*Física*

### A14.1. Study programme:

*Physics*

### A14.2. Grau:

*Mestre*

### A14.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):

*Qualquer Área de Especialização*

### A14.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):

*Any Specialization Area*

### A14.4. Ano/semestre/trimestre curricular:

*Grupo Opcional B*

### A14.4. Curricular year/semester/trimester:

*Optional Group B*

### A14.5. Plano de estudos / Study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Sistemas Dinâmicos	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Criticalidade e Sistemas Complexos	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Física Estatística Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Nanofísica	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Fotónica	ETFIS	Semestral	168	T:28;TP:14;PL:14	6	Opcional
Mecânica Quântica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Física Nuclear	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Laboratório Avançado de Física Nuclear	CFIS	Semestral	168	T:14; PL: 42	6	Opcional
Engenharia de Aceleradores, Telescópios e Satélites	ETFIS	Semestral	168	T:28;TP:14;PL:14	6	Opcional
Física Atómica e Molecular Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Astrofísica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Técnicas de Observação e Redução de Dados em Astronomia	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Processos Radiativos em Astrofísica	CFIS	Semestral	168	T:42;TP:14	6	Opcional
Sistemas Planetários	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Ondas Não Lineares	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Magnetismo e Supercondutividade	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Laboratório Avançado de Matéria	CFIS	Semestral	168	T:14; PL:42	6	Opcional

Condensada

Electrodinâmica Quântica	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Física de Partículas	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Técnicas Nucleares	CFIS	Semestral	168	T:28;PL:28	6	Opcional
Cosmologia Física	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Universo Primitivo: Inflação e Estrutura de Larga Escala	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Astrofísica Extra-Galáctica: Formação e Evolução de Galáxias	CFIS	Semestral	168	T:28;TP:28	6	Opcional
Outra disciplina da FCUL de nível adequado, mediante aprovação da Coordenação do Mestrado	QA	Semestral	168	-	6	Opcional

**(24 Itens)**

## Perguntas A15 a A16

**A15. Regime de funcionamento:**

*Diurno*

**A15.1. Se outro, especifique:**

*<sem resposta>*

**A15.1. If other, specify:**

*<no answer>*

**A16. Docente(s) responsável(eis) pela coordenação do ciclo de estudos (a(s) respetiva(s) Ficha(s) Curricular(es) deve(m) ser apresentada(s) no Mapa VIII)**

*Iveta Rombeiro do Rego Pimentel*

## A17. Estágios e Períodos de Formação em Serviço

**A17.1. Indicação dos locais de estágio e/ou formação em serviço**

---

Mapa III - Protocolos de Cooperação

Mapa III - N/A

**A17.1.1. Entidade onde os estudantes completam a sua formação:**

*N/A*

**A17.1.2. Protocolo (PDF, máx. 150kB):**

*<sem resposta>*

Mapa IV. Mapas de distribuição de estudantes

**A17.2. Mapa IV. Plano de distribuição dos estudantes pelos locais de estágio.(PDF, máx. 100kB)**  
Documento com o planeamento da distribuição dos estudantes pelos locais de formação em serviço demonstrando a adequação dos recursos disponíveis.

*<sem resposta>*

**A17.3. Recursos próprios da Instituição para acompanhamento efetivo dos seus estudantes no período de estágio e/ou formação em serviço.**

---

**A17.3. Indicação dos recursos próprios da Instituição para o acompanhamento efetivo dos seus estudantes nos estágios e períodos de formação em serviço.**

N/A

**A17.3. Indication of the institution's own resources to effectively follow its students during the in-service training periods.**

N/A

**A17.4. Orientadores cooperantes**

**A17.4.1. Normas para a avaliação e seleção dos elementos das Instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB).**

**A17.4.1. Normas para a avaliação e seleção dos elementos das Instituições de estágio responsáveis por acompanhar os estudantes (PDF, máx. 100kB)**

**Documento com os mecanismos de avaliação e seleção dos monitores de estágio e formação em serviço, negociados entre a Instituição de ensino e as Instituições de formação em serviço.**

&lt;sem resposta&gt;

**Mapa V. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclos de estudos de formação de professores).**

**Mapa V. Orientadores cooperantes de estágio e/ou formação em serviço (para ciclo de estudos de formação de professores) / Map V. External supervisors responsible for following the students' activities (only for teacher training study programmes)**

Nome / Instituição ou estabelecimento a que pertence / Institution	Categoria Profissional / Professional Title	Habilitação Profissional (1)/ Professional Qualifications (1)	Nº de anos de serviço / No of working years
--	---	---	---

&lt;sem resposta&gt;

**Pergunta A18 e A20**

**A18. Local onde o ciclo de estudos será ministrado:**

*Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa  
Campo Grande, 1749-016 Lisboa  
Portugal*

**A19. Regulamento de creditação de formação e experiência profissional (PDF, máx. 500kB):**

[A19.\\_Pergunta A19 - Despacho 15577-2014 - Regulamento de Creditação ULisboa \(1\).pdf](#)

**A20. Observações:**

*As quatro áreas de especialização têm a mesma estrutura: cinco disciplinas específicas e sete disciplinas de opção. As disciplinas específicas asseguram uma diferenciação clara entre as diferentes áreas de especialização: duas disciplinas de formação básica específica, que os alunos devem escolher entre as denominadas opções de grupo A (que englobam um leque diferente de disciplinas para cada área de especialização), a que acrescem as disciplinas de seminário e estágio específicas de cada área, e ainda o trabalho de dissertação. Todos os Grupos Opcionais poderão incluir ainda outras unidades curriculares, a fixar anualmente pela FCUL, sob proposta do Departamento de Física.*

**Nota:**

*O texto acima, que se encontra no Diário da República (2.ª série - N.º 250 - 29 de Dezembro de 2014), refere-se à estrutura do atual Mestrado. Consideramos que as disciplinas específicas indicadas não asseguram uma diferenciação clara entre as diferentes áreas de especialização. Na secção 6. deste Guião de Auto-avaliação apresentamos uma proposta de reestruturação curricular que visa uma clara diferenciação entre as diferentes áreas de especialização. A aprovação da proposta de reestruturação do Mestrado em Física implica a substituição do texto acima por:*

*As três áreas de especialização têm a mesma estrutura: quatro disciplinas específicas obrigatórias, seis disciplinas de opção, Seminário I e Seminário II obrigatórios e a Dissertação. A diferenciação das áreas de especialização é assegurada por quatro disciplinas específicas obrigatórias e a realização de Seminário I,*

*Seminário II e Dissertação na área da especialização. Os Grupos Opcionais poderão incluir outras unidades curriculares, a fixar anualmente pela FCUL, sob proposta do Departamento de Física.*

*Em 2015/16 a FCUL, após autorização da A3ES, alterou o número de semanas de 15 para 14, a designação das áreas científicas e, atendendo às sugestões das CAE, eliminou dos planos de estudos as horas de Orientação Tutorial.*

*Fonte dos indicadores:*

- 5.1. "Caracterização dos estudantes": *Inscritos 14/15-RAIDES;*
- 5.1.2. "Número de estudantes por ano curricular": *Inscritos 15/16 - base de dados académica;*
- 5.1.3. "Procura do ciclo de estudos": *Nº de candidatos 1ª opção = nº de candidatos; nº de matriculados 1ª opção, 1ª fase = número total de matriculados. Fonte: Unidade Académica (2015/16: dados provisórios);*
- 7.1.1. "Eficiência formativa": *2012/13- RAIDES13; 2013/14- RAIDES14; 2014/15- Dados provisórios;*
- 7.1.4. "Empregabilidade": *As respostas à empregabilidade foram obtidas através de um inquérito realizado a 4 alunos diplomados nos anos letivos 2011/12 e 2012/13. (1 resposta);*
- 7.3.4. "Nível de internacionalização": *Alunos: 2014/15- RAIDES e Unidade Académica.*

## **A20. Observations:**

*The four areas of specialization have the same structure: five specific courses and seven optional courses. The specific courses ensure a clear differentiation between the different areas of specialization: two course of specific basic training, which the students must choose among the so-called group of options A (which include a different set of courses for each area of specialization), to which are added the courses of seminar and traineeship specific for each area, and also the dissertation work. All Optional Groups may also include other courses, to be fixed each year by FCUL, under proposal of the Department of Physics.*

*Note:*

*The text above, which is in Diário da República (2.ª série - Nº 250 - 29 de Dezembro de 2014), refers to the structure of the current Master. We consider that the specific courses listed do not provide a clear differentiation between the different areas of specialization. In section 6. of this Guidebook of Self Assessment we present a proposal for curricular restructuring, which aims to a clear differentiation between the different areas of specialization.*

*The approval of the proposed restructuring of the Master in Physics implies that the above text is replaced by:*

*The three areas of specialization have the same structure: four mandatory specific courses, six optional courses, Seminar I and Seminar II mandatory and Dissertation. The differentiation of the areas of specialization is ensured by four mandatory specific courses and Seminar I, Seminar II and Dissertation performed in the area of specialization. The Optional Groups may include other courses to be set annually by FCUL, under proposal of the Department of Physics.*

## **1. Objetivos gerais do ciclo de estudos**

### **1.1. Objetivos gerais definidos para o ciclo de estudos.**

*O Mestrado em Física, 2º Ciclo, tem por objectivo dar uma formação sólida e avançada em Física, oferecendo quatro áreas de especialização: Astrofísica e Cosmologia, Física Nuclear e Partículas, Física Estatística e Não-Linear, Física da Matéria Condensada e Nanomateriais. Este ciclo de estudos está fortemente ligado à investigação desenvolvida no Departamento de Física da FCUL. O Departamento de Física tem uma vasta experiência de ensino pós-graduado e investigação reconhecidos internacionalmente. A formação adquirida permite prosseguir estudos no 3º Ciclo, Doutoramento, em Física ou em outras áreas afins, na Universidade de Lisboa ou em outra universidade nacional ou estrangeira. Permite também um conjunto diversificado de saídas profissionais, em instituições públicas ou privadas (instituições de ensino superior, institutos de investigação e desenvolvimento, organismos de acreditação e de regulação, empresas industriais, comerciais, de serviços e consultoria).*

### **1.1. Study programme's generic objectives.**

*The Master in Physics, 2nd Cycle, aims to provide a solid and advanced training in Physics, offering four areas of specialization: Astrophysics and Cosmology, Nuclear and Particle Physics, Statistical Physics and Non-Linear Physics, Condensed Matter Physics and Nanomaterials. This cycle of studies is strongly connected with the research carried out at the Department of Physics of FCUL. The Department of Physics has an extensive experience in post-graduate teaching and research internationally recognized. The acquired training allows to pursue studies in 3rd Cycle, PhD, in Physics or other related area, at the University of Lisbon or other national or foreign university. It also allows a diverse range of career opportunities, in public or private institutions (higher education institutions, research and development institutes, accreditation and regulatory bodies, industrial, commercial, services and consulting enterprises).*

### 1.2. Inserção do ciclo de estudos na estratégia institucional de oferta formativa face à missão da Instituição.

*A Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa foi criada em 1911 com a dupla missão de ensino e de promoção da investigação. Atualmente a missão da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa é expandir os limites do conhecimento científico e da tecnologia, transferir esse conhecimento para a sociedade e promover a educação dos seus estudantes através da prática da investigação.*

*Este ciclo de estudos contribui para a missão da FCUL, na medida em que fornece formação avançada numa das áreas científicas fundamentais da FCUL. Esta formação permite desenvolver investigação em diferentes áreas de especialização da Física, a qual é apresentada na Dissertação de Mestrado. O Mestrado em Física prepara os seus diplomados para trabalhar nas fronteiras da ciência e da tecnologia a nível internacional. A formação adquirida permite também uma saída direta para o mercado de trabalho, com desempenho de um conjunto diversificado de profissões. A realização de Seminário proporciona a apresentação semanal de temas de investigação atual em sessões públicas.*

*A FCUL é uma referência na oferta de Ensino Superior, sendo o Mestrado em Física o único oferecido em Lisboa e a sul do Tejo.*

### 1.2. Inclusion of the study programme in the institutional training offer strategy, considering the institution's mission.

*The Faculty of Science of the University of Lisbon was created in 1911 with the double mission of teaching and scientific research. Nowadays the mission of the Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa is to expand the limits of science and technology, to transfer scientific knowledge into society, and to promote a research-based student education.*

*This cycle of studies contributes to the mission of FCUL, as the Master in Physics provides advanced training in one of the fundamental scientific areas of FCUL. This training allows to develop research in different areas of specialization in Physics, which is presented in the Master's Thesis. The Master in Physics prepares its graduates to work on the frontiers of science and technology internationally. The acquired training also allows direct access to the labor market, with performance of a diverse set of professions. The conduction of Seminar provides a weekly presentation of current research topics in public sessions. FCUL is a reference in the provision of Higher Education, this being the only Master in Physics offered in Lisbon and south of the Tagus.*

### 1.3. Meios de divulgação dos objetivos aos docentes e aos estudantes envolvidos no ciclo de estudos.

*O ciclo de estudos Mestrado em Física é divulgado na página da Faculdade ([www.ciencias.ulisboa.pt](http://www.ciencias.ulisboa.pt)), mostrando um largo conjunto de informação, sendo disponibilizada para os alunos e docentes em particular, bem como para o público em geral.*

*Pretende-se que o principal meio de divulgação aos estudantes seja o próprio processo educativo, tanto pelos objetivos definidos para as diferentes disciplinas, como e sobretudo, pelo contacto direto com especialistas nas diversas áreas.*

*O início do ano letivo é marcado por um encontro de integração dos novos estudantes, que junta os estudantes mais avançados e os professores envolvidos no programa. Este evento constitui uma forma de promover a interação não só entre os estudantes, como permite estreitar igualmente as ligações entre os membros do corpo docente.*

### 1.3. Means by which the students and teachers involved in the study programme are informed of its objectives.

*The degree "Licenciatura" in Physics is available on the faculty website [www.ciencias.ulisboa.pt](http://www.ciencias.ulisboa.pt), including a wide range of related information made available to students and teachers in particular but also to the general public.*

*It is expected that the educational process itself will be the most important disclosure mechanism for the students, both through the defined courses goals, and through their direct contact with the practice of the second group of teaching staff mentioned above.*

*The beginning of the school year is marked by an integration meeting for the new students joining the program, with advanced students and teachers involved in the program. This meeting includes students and professors. This event is a way to promote interaction among students and also to allow a closer connection among faculty members.*

## 2. Organização Interna e Mecanismos de Garantia da Qualidade

## 2.1 Organização Interna

---

### 2.1.1. Descrição da estrutura organizacional responsável pelo ciclo de estudos, incluindo a sua aprovação, a revisão e atualização dos conteúdos programáticos e a distribuição do serviço docente.

*O Conselho Científico (CC) é o órgão de gestão científica e cultural da Faculdade. Compete ao CC pronunciar-se sobre a criação, alteração e extinção de ciclos de estudos e aprovar os planos de estudos dos ciclos ministrados; deliberar sobre a distribuição do serviço docente (DSD). Intervêm também neste processo: CC dos Departamentos, Conselho Pedagógico e Reitor.*

*O ciclo de estudos é da responsabilidade do Departamento de Física (DF), uma subunidade orgânica reconhecida nos estatutos da Faculdade. A presidência do DF propõe a DSD que é posteriormente homologada pelo Diretor. As reestruturações são propostas pela coordenação do curso e pela presidência do DF. Estas propostas são previamente analisadas e discutidas pelo Conselho de Coordenação do DF, presidido pelo seu Presidente.*

### 2.1.1. Description of the organisational structure responsible for the study programme, including its approval, the syllabus revision and updating, and the allocation of academic service.

*The Scientific Council is the scientific, cultural and strategic board of the Faculty. This scientific board decides on the creation, modification and extinction of study cycles and approves their curricula; defines the principles that guide the distribution of teaching service. This process also includes: Scientific Council of Department, Pedagogical Council and Rector.*

*The study cycle is managed by the Department of Physics (DF), a faculty subunit recognized in the faculty legislation. The DF's presidency proposes the allocation of academic service which is approved by the Director. The syllabus revision of the current study cycle is proposed by the respective coordinator and by the DF president. These proposals are analysed and discussed in the Coordination Council of the Department, which supervises the scientific and teaching policies of the DF.*

### 2.1.2. Forma de assegurar a participação ativa de docentes e estudantes nos processos de tomada de decisão que afetam o processo de ensino/aprendizagem e a sua qualidade.

*A participação de docentes e estudantes nos processos de tomada de decisão que afetam o processo de ensino/aprendizagem e a sua qualidade é feita através de reuniões das comissões pedagógicas dos ciclos de estudos bem como de reuniões do conselho pedagógico. Nas reuniões das comissões pedagógicas participam representantes dos alunos e a comissão de coordenação do ciclo de estudos. Nelas se avalia e analisa o funcionamento do ciclo de estudos. A avaliação das unidades curriculares possibilita que, em tempo útil, as opiniões dos alunos sejam consideradas pelos docentes na melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Para o efeito, os alunos preenchem, no fim de cada semestre e antes da avaliação final, os inquéritos pedagógicos. No final de cada semestre, a equipa docente envolvida em cada unidade curricular, analisa o seu funcionamento e elabora um relatório final.*

### 2.1.2. Means to ensure the active participation of teaching staff and students in decision-making processes that have an influence on the teaching/learning process, including its quality.

*Teachers and student's participation in decision-making processes that affect the process of teaching / learning and their quality is done through pedagogical committee meetings for cycles as well as pedagogical council meetings. Pedagogical committee meetings include student representatives and the coordination committee of the course. It assesses and analyzes the study cycle. The final evaluation of each curricular unit, allows that reviews of students can be considered by teachers in improving teaching and learning. For this purpose, students fill out at the end of each semester and before the final evaluation surveys teaching. At the end of each semester, the teaching team involved in each curricular unit, analyzes their performance and prepare a final report.*

## 2.2. Garantia da Qualidade

---

### 2.2.1. Estruturas e mecanismos de garantia da qualidade para o ciclo de estudos.

*O primeiro pilar da garantia da qualidade é a existência de uma relação de grande proximidade e confiança mútua entre a coordenação do curso e os alunos que tem permitido detetar em tempo útil as dificuldades mais prementes, e propor, em articulação com o corpo docente, soluções aos órgãos competentes. A qualidade do ensino realiza-se de acordo com uma abordagem multinível (Unidade Curricular, Ciclo de Estudos, Departamento e Unidade Orgânica) e procura articular as avaliações efetuadas de modo a produzir relatórios de autoavaliação que contribuam para a sua melhoria contínua. Adicionalmente o Gabinete de Planeamento e Controlo da Gestão (GPCG) tem como atribuições assegurar o funcionamento do sistema de avaliação, implementar sistemas de qualidade e promover a informatização das unidades de serviço de acordo com a estratégia e diretrizes emanadas dos órgãos de governo competentes.*

### 2.2.1. Quality assurance structures and mechanisms for the study programme.

*The first pillar of quality assurance is the existence of a very close relationship and mutual trust between the program coordinator and the students, which has allowed the detection of the most important issues. From this*

*diagnosis, it proposes solutions to the competent bodies in close connection with the teaching staff. The quality of teaching is carried out according to a multilevel approach (Curricular Unit, Study Programme, Department and Organic Unit) and seeks to articulate the tests conducted in order to produce self-assessment reports that contribute to their improvement. In addition, the Gabinete de Planeamento e Controlo da Gestão have responsibility to ensure the functioning of the evaluation system, implementing quality and promote the computerization of service units, according to the strategy and guidelines issued by the competent government organ systems.*

### **2.2.2. Indicação do responsável pela implementação dos mecanismos de garantia da qualidade e sua função na Instituição.**

*O sistema interno de garantia de qualidade (SIGQ) apresenta-se em 2 níveis: Na ULisboa, existe o “Gabinete de Avaliação e Garantia da Qualidade” que acompanha as atividades relacionadas com a avaliação. Os princípios da Garantia da Qualidade estão instituídos no documento Política de Garantia de Qualidade da ULisboa. Em Ciências, existe o “Gabinete de Planeamento e Controlo da Gestão” estruturado em dois Núcleos: “Núcleo de Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade” e “Núcleo de Controlo de Gestão e Sistemas de Informação”. Nos Estatutos de Ciências existe ainda uma “Comissão de Avaliação Interna e de Garantia de Qualidade” que atua no âmbito do Conselho de Escola (CE). Esta comissão é presidida pelo Presidente do CE, integrando um professor ou investigador, um estudante, um trabalhador não-docente e uma personalidade externa.*

### **2.2.2. Responsible person for the quality assurance mechanisms and position in the institution.**

*The internal system of quality assurance appears in two levels: 1) In ULisboa, there is an operation unit called “Gabinete de Avaliação e Garantia da Qualidade” which monitors activities related to the assessment of the activities of ULisboa. Those principles are established by the document Política de Garantia de Qualidade da Universidade de Lisboa. 2) FCULisboa has the “Gabinete de Planeamento e Controlo da Gestão” which includes “Núcleo de Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade” and “Núcleo de Controlo de Gestão e Sistemas de Informação”. The statutes also includes “Comissão de Avaliação Interna e de Garantia de Qualidade” which operates under the School Council. Is chaired by its President, and integrates a teacher or researcher, a student, a worker and a non-teaching outer personality.*

### **2.2.3. Procedimentos para a recolha de informação, acompanhamento e avaliação periódica do ciclo de estudos.**

*As práticas pedagógicas dos docentes são avaliadas, de forma generalizada, pelos alunos, através da realização de inquéritos de satisfação, no contexto das unidades curriculares. O sucesso/insucesso dos alunos é objeto de análise pela maioria dos docentes das unidades curriculares e pelos coordenadores dos cursos, embora de modo informal. No final de cada semestre é produzido um relatório da unidade curricular, onde constam informações relevantes para a análise do sucesso escolar da mesma. A verificação da adequação/atualização dos conteúdos programáticos é feita anual ou trienalmente e realizam-se reuniões dos coordenadores com o conjunto dos docentes sempre que tal se revela necessário. O Núcleo de Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade gera anualmente um conjunto de indicadores sobre os cursos, nomeadamente sobre o acesso/procura, o sucesso, o abandono, a internacionalização os diplomados, entre outros.*

### **2.2.3. Procedures for the collection of information, monitoring and periodic assessment of the study programme.**

*Teachers’ pedagogical performances are evaluated by students through satisfaction surveys in the context of curricular units. The success / failure of students is object of analysis by most of the teachers and by the coordinators of the functional units. For each curricular unit, at the end of each semester is produced a report, which contains relevant information to the analysis of the academic success. The verification of the adequacy / update of the syllabus is done yearly or every three years and meetings are held whenever it is necessary. The Núcleo de Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade annually generates a set of indicators on the courses, in particular on access / demand, success, school leavers, internationalization, graduates, among others.*

### **2.2.4. Link facultativo para o Manual da Qualidade**

<http://www.ulisboa.pt/wp-content/uploads/politica-GQ-UL.pdf>

### **2.2.5. Discussão e utilização dos resultados das avaliações do ciclo de estudos na definição de ações de melhoria.**

*A informação recolhida em 2.2.3 é processada pelo coordenador que escreve um relatório e o apresenta anualmente no Conselho de Departamento. Incluem-se dados relevantes na avaliação dos cursos enquanto produtos formativos, o que os permite comparar a cursos similares e perceber necessidades, problemas e deficiências para futuras tomadas de decisão. É também compilado um resumo do último ano letivo a partir dos relatórios das unidades curriculares, que permite verificar se as mesmas se desenrolam na normalidade esperada (e.g., aprovados vs. inscritos). O objetivo principal é tomar, caso necessário, medidas proactivas para a rápida resolução dos problemas detetados.*

*A elaboração do relatório de autoavaliação constitui também uma ocasião privilegiada para que se tome consciência dos elementos positivos, mas também dos pontos menos conseguidos do ciclo de estudos.*

### **2.2.5. Discussion and use of study programme’s evaluation results to define improvement actions.**

*The information collected in 2.2.3 is processed by the coordinator who writes a report and presents it annually at the Department Council. It includes information about relevant data to evaluate the study cycle. These data allows us to find current deficiencies and problems.*

*It is also compiled a summary from all the course reports. This allows us to check whether they have unfolded as expected. The main objective is to take, if necessary, proactive measures for a quick resolution of any detected problems.*

*The preparation of the self-evaluation report is a privileged opportunity to become aware of the positive elements, but also the less successful issues of the study cycle.*

### 2.2.6. Outras vias de avaliação/acreditação nos últimos 5 anos.

*Em 2009/10, a Universidade de Lisboa foi avaliada pela EUA (European University Association). Os resultados obtidos foram avaliados pelo painel do seguinte modo:*

*“But we want to stress here only the most important among them: a visionary, effective and inspiring leadership: the commitment of its people (staff and students); and a positive atmosphere internally. (...) a University with many qualities in teaching and research (...) the UL is heading in the right direction for its future”.*

*Acreditação Preliminar A3ES: N.º do Processo: CEF/0910/17707*

### 2.2.6. Other forms of assessment/accreditation in the last 5 years.

*In 2009/10, the University of Lisbon was evaluated by the European University Association. The results were evaluated by the panel as follows: “But we want to stress here only the most important among them: a visionary, effective and inspiring leadership: the commitment of its people (staff and students), and a positive atmosphere internally. (...) The University with many qualities in teaching and research (...) the UL is heading in the right direction for its future.”*

*“But we want to stress here only the most important among them: a visionary, effective and inspiring leadership: the commitment of its people (staff and students), and a positive atmosphere internally. (...) The University with many qualities in teaching and research (...) the UL is heading in the right direction for its future.”*

*Preliminary Accreditation A3ES. Process: CEF/0910/17707*

## 3. Recursos Materiais e Parcerias

### 3.1 Recursos materiais

#### 3.1.1 Instalações físicas afetas e/ou utilizadas pelo ciclo de estudos (espaços letivos, bibliotecas, laboratórios, salas de computadores, etc.).

##### Mapa VI. Instalações físicas / Mapa VI. Facilities

Tipo de Espaço / Type of space	Área / Area (m2)
Laboratório de caracterização magnética I	9
Laboratório de caracterização magnética II	47
Laboratório de caracterização magnética III	30
Laboratório de caracterização magnética IV	48
Laboratório de computação e desenvolvimento em astrofísica	48
Laboratório de ótica e criogenia I	62
Laboratório de ótica e criogenia II	49
Laboratório de ótica e criogenia III	50
Workshop de mecânica I	32
Workshop de mecânica II	12
Laboratório de interferometria	98
Laboratório de processamento por laser de superfícies e filmes finos funcionais	30
Laboratório de microscopia de força atómica	16
Laboratório de preparação de amostras	16
Laboratório de caracterização de fibras óticas	47
Laboratório de baixas temperaturas	48
Laboratório de física nuclear I	47
Laboratório de física nuclear II	15
Laboratório de deposição de filmes	48
Laboratório de instrumentação	17
Sala de alunos de pós-graduação	80
Datacenter da Faculdade de Ciências (Vários clusters de computadores)	267



Biblioteca de Física	267
Anfiteatros e salas de aula	5764
Salas de computadores	547

### 3.1.2 Principais equipamentos e materiais afetos e/ou utilizados pelo ciclo de estudos (equipamentos didáticos e científicos, materiais e TICs).

#### Mapa VII. Equipamentos e materiais / Map VII. Equipments and materials

Equipamentos e materiais / Equipment and materials	Número / Number
Cluster de computação SIM-GRIDPT com 160 computing cores e 100 TB	1
Equipamento de Óptica incluindo uma mesa com suspensão Melles-Griot de grande dimensão	1
Interferómetro de controlo de elementos ópticos e sistemas com diversas esferas calibradas (INTELLIUM Z100 Fizeau Interferometer)	1
Equipamento de vácuo incluindo bombas de vácuo e detector de fugas com espectrómetro de hélio	1
Equipamento de electrónica; osciloscópio digital	2
Computadores pessoais e laptops	30
Desktops para utilização de alunos de pós-graduação	30
Desktops para controlo de experiências	30
Sistema de tratamento térmico de amostras, em vácuo e ar, até 1200 °C	1
Sistemas com 4 detectores para a técnica de Perturbações Angulares Correlacionadas (PAC): estudo de interacções hiperfinas de diferentes materiais	2
Polarising Optical Microscope for electro-optical and mechano-optical measurements on LC cells	2
Helium 3 cryostat system for studies in superconductor detectors, superconductivity type I	1
Dilution He3/He4 cryostat for studies in superconductor detectors, superconductivity type I	1
Magnetómetro SQUID Quantum Design MPMS; 2<400 K; campo magnético até 5.5T; opções: momento transverse; rotor; opção Reciprocating Sample (RSO)	1
Microscópio de Força Atómica (AGILENT Technologies série 5100) microscopia de força magnética (MFM) Microscopia de Força Piezoelétrica; "current sensing" e Scanning Tunneling Microscopy (STM) Opções: campo magnético externo até 1000 Oe; célula para líquidos; câmara atmosfera controlada.	1
Sistema de deposição de filmes e multicamadas por MOCVD de injeção pulsada	1
Equipamento para medida de susceptibilidade magnética AC acoplado a refrigerador de ciclo fechado	1
Magnetómetro de amostra vibrante; electroíman até 2T	1
Equipamento para medida de resistividade eléctrica e efeito de Hall a baixas temperaturas (até 4K) acoplado a refrigerador de ciclo fechado; Equipamento para medida de susceptibilidade magnética AC a AT (até 1000°C)	2
Cristato de HE e Insert medidas de susceptibilidade magnética (até 2K); Insert para medidas de resistividade eléctrica Câmara de luvas; Hotte; banho de ultra-sons; polideira; balanças; sistema de desoxigenação	3
Cluster (associado à GRIDPT) com 18 servidores Dell PowerEdge, cada com 2 CPU's Xeon Quadcore a 2.66GHz, 8GB de memória, disco SAS de sistema de 73GB	1
Difractómetro de RX, Bruker AXS, D5000, com as configurações Bragg-Brentano e incidência rasante	1
Perfilómetro óptico, Rodenstock, RM600	1
Sistemas de deposição por laser pulsado (PLD)	2
Sistema de deposição por LCVD	1
Laser de excímeros	1
Cluster gloria: 9 máquinas c/ 8 cpu (dual quad core) / 4GB ram / 500GB disco	1
Cluster grace: 1000 cores, 1.5 TB RAM	1
Fibrómetro: A 3 m long Test Bench for optical characterization and quality control of up to 32 Optical fibres (transparent, scintillating and WLS )	1
Telhómetro: a 50x40 cm2 test bench for 2D optical characterization and quality control of scintillators with using light sources or ionizing radiation	1
PMT Test Bench for the characterization and quality control of 24 Photomultipliers	1
Oven: 2m long home made oven for scintillators and WLS fibers aging studies	1
Several NIM electronic modules for photoelectrons and for scintillators decay time measurements	10
Lasers: Argon, HeNe, HeCd, diode, CO2, Nd-YAG, Optical Parametric Oscillator (OPO)	8
Tunable laser diodes (extended-cavity laser diodes, Fabry-Perot units, frequency scanning controller)	6
Optical tables; Laser beam measurement devices; Optical components; Polarimeter; Laser beam analyser (VIS and NIR); 2D vision systems, CCD cameras, objectives	10
Holography setups; Direct laser writing (HeCd); 2D vision systems, CCD cameras, objectives; Olympus binocular microscope; Atomic force microscope; Laser beam analyser (VIS and NIR)	10
Sistema de deposição por CVD	1

## 3.2 Parcerias

---

### 3.2.1 Parcerias internacionais estabelecidas no âmbito do ciclo de estudos.

*Acordos Bilaterais Erasmus, para troca de estudantes e professores, com Universidades na Alemanha, França, Espanha, Áustria, Holanda e Suécia.*

### 3.2.1 International partnerships within the study programme.

*Erasmus Bilateral Agreements, for exchange of students and professors, with Universities in Germany, France, Spain, Austria, the Netherlands and Sweden.*

### 3.2.2 Parcerias nacionais com vista a promover a cooperação interinstitucional no ciclo de estudos, bem como práticas de relacionamento do ciclo de estudos com o tecido empresarial e o sector público.

*O Despacho nº 139/2013 da ULisboa promove a mobilidade entre Escolas permitindo aos alunos a realização de Unidades Curriculares em qualquer Escola da ULisboa.*

### 3.2.2 National partnerships in order to promote interinstitutional cooperation within the study programme, as well as the relation with private and public sector

*The Order No. 139/2013 of ULisboa promotes mobility between Schools allowing students to carry out curricular units in any School of ULisboa.*

### 3.2.3 Colaborações intrainstitucionais com outros ciclos de estudos.

*O Mestrado em Física inclui a possibilidade de escolher como opção "Outra Disciplina do Mestrado Integrado em Engenharia Física da FCUL, ou de outro Mestrado da ULisboa", mediante aprovação da Coordenação do Mestrado.*

*Grande parte dos graduados da Licenciatura em Física prosseguem estudos neste Mestrado e alguns graduados deste Mestrado prosseguem para um dos 3º ciclos da área de Física.*

### 3.2.3 Intrainstitutional collaborations with other study programmes.

*The Master in Physics includes the possibility to choose as option "Another Discipline of the Master in Engineering Physics FCUL, or another Master of ULisboa", under approval of the Master Coordination. Many of the graduates of the 1st Cycle in Physics pursue studies in this Master and some graduates of this Master proceed to one of the 3rd cycle in Physics.*

## 4. Pessoal Docente e Não Docente

### 4.1. Pessoal Docente

---

#### 4.1.1. Fichas curriculares

Mapa VIII - Agostinho Da Silva Gomes

##### 4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):

*Agostinho Da Silva Gomes*

##### 4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):

*Universidade de Lisboa*

##### 4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):

*Faculdade de Ciências*

##### 4.1.1.4. Categoria:

*Professor Auxiliar convidado ou equivalente*

##### 4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):

*<sem resposta>*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - André Maria Da Silva Dias Moitinho De Almeida**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*André Maria Da Silva Dias Moitinho De Almeida*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**  
*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Daniel Galaviz Redondo**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*Daniel Galaviz Redondo*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**  
*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**  
[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - David Ricardo Serrano Gonçalves Sobral**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**  
*David Ricardo Serrano Gonçalves Sobral*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**  
*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**  
*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Dmitry Zezyulin****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Dmitry Zezyulin***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar convidado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***<sem resposta>***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Francisco Sabelio Nobrega Lobo****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Francisco Sabelio Nobrega Lobo***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***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 de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Ismael Alexandre Borges Tereno****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Ismael Alexandre Borges Tereno***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - José Carvalho Maneira****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Carvalho Maneira*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar convidado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - José Manuel Lourenço Coutinho Afonso**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Manuel Lourenço Coutinho Afonso*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - José Manuel Pires Marques**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Manuel Pires Marques*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Luis Filipe Lopes Bento****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Luis Filipe Lopes Bento*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Manuel Adler Sanchez De Abreu****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Manuel Adler Sanchez De Abreu*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Margarida Maria Telo Da Gama****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Margarida Maria Telo Da Gama*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Maria Margarida Colen Martins Da Cruz****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Margarida Colen Martins Da Cruz***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***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 de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Maria Margarida Da Fonseca Beja Godinho****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Maria Margarida Da Fonseca Beja Godinho***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***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 de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Nuno Miguel Azevedo Machado De Araújo****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Nuno Miguel Azevedo Machado De Araújo***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***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 de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Patrícia Conde Muiño****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Patrícia Conde Muiño***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Departamento de Física, Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar convidado ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***<sem resposta>***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Pedro Miguel Borges Do Canto Mota Machado****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Pedro Miguel Borges Do Canto Mota Machado***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Departamento de Física***4.1.1.4. Categoria:***Equiparado a Professor Adjunto ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***<sem resposta>***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Rui Jorge Lourenço Santos Agostinho****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Rui Jorge Lourenço Santos Agostinho***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Rui Alberto Serra Ribeiro Dos Santos****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Rui Alberto Serra Ribeiro Dos Santos*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**4.1.1.4. Categoria:**

*Professor Auxiliar convidado ou equivalente*

**4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):**

*<sem resposta>*

**4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - António Joaquim Rosa Amorim Barbosa****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*António Joaquim Rosa Amorim Barbosa*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Ana Maria Formigal De Arriaga****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Ana Maria Formigal De Arriaga*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Vladimir Vladlenovich Konotop**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Vladimir Vladlenovich Konotop*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - José Pedro Oliveira Mimoso**

**4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*José Pedro Oliveira Mimoso*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - Luis Filipe Dos Santos Garcia Peralta****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*Luis Filipe Dos Santos Garcia Peralta*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**

[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)

**Mapa VIII - João Lin Yun****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):**

*João Lin Yun*

**4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):**

*Universidade de Lisboa*

**4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):**

*Faculdade de Ciências*

**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 de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**Mapa VIII - Nelson José Godinho Nunes****4.1.1.1. Nome do docente (preencher o nome completo):***Nelson José Godinho Nunes***4.1.1.2. Instituição de ensino superior (preencher apenas quando diferente da Instituição proponente mencionada em A1):***Universidade de Lisboa***4.1.1.3 Unidade Orgânica (preencher apenas quando diferente da unidade orgânica mencionada em A2.):***Faculdade de Ciências***4.1.1.4. Categoria:***Professor Auxiliar ou equivalente***4.1.1.5. Regime de tempo na Instituição que submete a proposta (%):***<sem resposta>***4.1.1.6. Ficha curricular de docente:**[Mostrar dados da Ficha Curricular](#)**4.1.2 Mapa IX - Equipa docente do ciclo de estudos (preenchimento automático)****4.1.2. Mapa IX -Equipa docente do ciclo de estudos / Map IX - Study programme's teaching staff**

Nome / Name	Grau / Degree	Área científica / Scientific Area	Regime de tempo / Employment link	Informação/ Information
Agostinho Da Silva Gomes	Doutor	Física		<a href="#">Ficha submetida</a>
André Maria Da Silva Dias Moitinho De Almeida	Doutor	Astrofísica e partículas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Daniel Galaviz Redondo	Doutor	Física Nuclear	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
David Ricardo Serrano Gonçalves Sobral	Doutor	Astronomia e Astrofísica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Dmitry Zezyulin	Doutor	Matemática		<a href="#">Ficha submetida</a>
Francisco Sabelio Nobrega Lobo	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ismael Alexandre Borges Tereno	Doutor	Astronomia e Astrofísica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Carvalho Maneira	Doutor	Física		<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão	Doutor	Física / Óptica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel Lourenço Coutinho Afonso	Doutor	Astrofísica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Manuel Pires Marques	Doutor	Física Atómica e Molecular	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luis Filipe Lopes Bento	Doutor	Física de Partículas Elementares	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Manuel Adler Sanchez De Abreu	Doutor	Engenharia Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Margarida Maria Telo Da Gama	Doutor	Física Teórica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Margarida Colen Martins Da Cruz	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Maria Margarida Da Fonseca Beja Godinho	Doutor	Física da Matéria Condensada	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nuno Miguel Azevedo Machado De Araújo	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Patrícia Conde Muiño	Doutor	Física de Partículas		<a href="#">Ficha submetida</a>
Pedro Miguel Borges Do Canto Mota Machado	Doutor	Astronomia e Astrofísica		<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui Jorge Lourenço Santos Agostinho	Doutor	Astrofísica e Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Rui Alberto Serra Ribeiro Dos Santos	Doutor	Física de Partículas		<a href="#">Ficha submetida</a>
António Joaquim Rosa Amorim Barbosa	Doutor	Física Nuclear	100	<a href="#">Ficha submetida</a>

Ana Maria Formigal De Arriaga	Doutor	Física Nuclear	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Vladimir Vladlenovich Konotop	Doutor	Física	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
José Pedro Oliveira Mimoso	Doutor	Astronomia e Astrofísica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Ana Maria Ribeiro Ferreira Nunes	Doutor	Matemática	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Luis Filipe Dos Santos Garcia Peralta	Doutor	Física de Partículas	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
João Lin Yun	Doutor	Astrofísica	100	<a href="#">Ficha submetida</a>
Nelson José Godinho Nunes	Doutor	Cosmologia		<a href="#">Ficha submetida</a>
			<b>2300</b>	

<sem resposta>

#### 4.1.3. Dados da equipa docente do ciclo de estudos (todas as percentagem são sobre o nº total de docentes ETI)

##### 4.1.3.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos

###### 4.1.3.1.1. Corpo docente próprio do ciclo de estudos / Full time teaching staff

Corpo docente próprio / Full time teaching staff	Nº / No.	Percentagem* / Percentage*
Nº de docentes do ciclo de estudos em tempo integral na instituição / No. of full time teachers:	23	100

##### 4.1.3.2. Corpo docente do ciclo de estudos academicamente qualificado

###### 4.1.3.2.1. 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):	23	100

##### 4.1.3.3. Corpo docente do ciclo de estudos especializado

###### 4.1.3.3.1. 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):	22	95,65
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

##### 4.1.3.4. Estabilidade do corpo docente e dinâmica de formação

###### 4.1.3.4.1. 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:	17	73,91
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

#### Perguntas 4.1.4. e 4.1.5

##### 4.1.4. Procedimento de avaliação do desempenho do pessoal docente e medidas para a sua permanente

**atualização**

*Os procedimentos e critérios de avaliação específicos da ULisboa submetem-se ao Despacho n.º 12292/2014, de 6 de outubro.*

**4.1.4. Assessment of teaching staff performance and measures for its permanent updating**

*The procedures and ULisboa's specific criteria evaluation, are submitted by order n.º 12292/2014, of 6 october.*

**4.1.5. Ligação facultativa para o Regulamento de Avaliação de Desempenho do Pessoal Docente**

[http://www.ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/institucional/siadap/Aval\\_Doc\\_ULisboa.pdf](http://www.ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/institucional/siadap/Aval_Doc_ULisboa.pdf)

**4.2. Pessoal Não Docente**

---

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

*5 funcionários em tempo integral no Departamento de Física, parcialmente alocados ao ciclo de estudos (3 funcionárias administrativas e 2 técnicos de laboratório);*

*6 funcionários em tempo integral nos Serviços Centrais da FCUL, esporadicamente alocados ao ciclo de estudos.*

**4.2.1. Number and work regime of the non-academic staff allocated to the study programme.**

*5 fulltime employees in the Department of Physics, partially allocated to the "Licenciatura" (3 administrative employees and two laboratory technicians);*

*6 fulltime employees in the Central Services of FCUL sporadically allocated to the course.*

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

*Departamento de Física: 12º Ano (2), 9º Ano (1), Mestre em Física (1), Engenheiro Mecânico (1);*

*Serviços Centrais da FCUL: Licenciatura (5), 12º Ano (1).*

**4.2.2. Qualification of the non-academic staff supporting the study programme.**

*Department of Physics: 12th Year of High School (2), 9th Year of High School (1), Master in Physics (1), Mechanical Engineer (1);*

*Central Services of FCUL: "Licenciatura" (5), 12th Year of High School (1).*

**4.2.3. Procedimentos de avaliação do desempenho do pessoal não docente.**

*Na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa é aplicado, aos trabalhadores não docentes e não investigadores, o Sistema Integrado de Gestão e Avaliação do Desempenho na Administração Pública (SIADAP), nomeadamente o SIADAP 3, regulamentado pela Lei n.º 66-B/2007, de 28 de dezembro (alterada pelas Leis n.ºs 64-A/2008, de 31 de dezembro, 55-A/2010, de 31 de dezembro e 66-B/2012, de 31 de dezembro).*

**4.2.3. Procedures for assessing the non-academic staff performance.**

*In Ciências, the "Sistema Integrado de Gestão e Avaliação do Desempenho na Administração Pública (SIADAP)" is applied to workers not teachers and not researchers, namely SIADAP 3, regulated by Law n. 66-B / 2007, December 28th (amended by Law n. 64-A/2008, December 31st, 55-A/2010, December 31st and 66-B/2012, December 31st).*

**4.2.4. Cursos de formação avançada ou contínua para melhorar as qualificações do pessoal não docente.**

*O Núcleo de Avaliação e Formação de Pessoal Não Docente do Departamento de Recursos Humanos dos Serviços Centrais da ULisboa (NAF) is responsible for the promotion of vocational training to the University of Lisbon (ULisboa), allowing employees to update and acquisition of skills essential to the performance of their duties.*

*The NAF cooperate with the internal and external structures of the University of Lisbon in training which are of common interest, establishing partnerships with several training providers so that ULisboa employees benefit from discounts on training activities that are of interest. This year, also, the NAF sought to establish its own training team, preferably made up of human resources ULisboa.*

*In addition to the availability of the NAF responsibility courses, employees of FCUL also attend training sessions in entities outside, for example, the INA.*

**4.2.4. Advanced or continuing training courses to improve the qualifications of the non-academic staff.**

*O Núcleo de Avaliação e Formação de Pessoal Não Docente do Departamento de Recursos Humanos dos Serviços Centrais da ULisboa (NAF) is responsible for the promotion of vocational training to the University of Lisbon (ULisboa), allowing employees to update and acquisition of skills essential to the performance of their duties.*

*The NAF cooperate with the internal and external structures of the University of Lisbon in training which are of common interest, establishing partnerships with several training providers so that ULisboa employees benefit*

*from discounts on training activities that are of interest. This year, also, the NAF sought to establish its own training team, preferably made up of human resources ULisboa. In addition to the availability of the NAF responsibility courses, employees of FCUL also attend training sessions in entities outside, for example, the INA.*

## 5. Estudantes e Ambientes de Ensino/Aprendizagem

### 5.1. Caracterização dos estudantes

#### 5.1.1. Caracterização dos estudantes inscritos no ciclo de estudos, incluindo o seu género e idade

##### 5.1.1.1. Por Género

###### 5.1.1.1. Caracterização por género / Characterisation by gender

Género / Gender	%
Masculino / Male	67
Feminino / Female	33

##### 5.1.1.2. Por Idade

###### 5.1.1.2. Caracterização por idade / Characterisation by age

Idade / Age	%
Até 20 anos / Under 20 years	0
20-23 anos / 20-23 years	43
24-27 anos / 24-27 years	29
28 e mais anos / 28 years and more	28

#### 5.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso)

###### 5.1.2. Número de estudantes por ano curricular (ano letivo em curso) / Number of students per curricular year (current academic year)

Ano Curricular / Curricular Year	Número / Number
1º ano curricular do 2º ciclo	11
2º ano curricular do 2º ciclo	14
	<b>25</b>

#### 5.1.3. Procura do ciclo de estudos por parte dos potenciais estudantes nos últimos 3 anos.

###### 5.1.3. Procura do ciclo de estudos / Study programme's demand

	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year	Ano corrente / Current year
N.º de vagas / No. of vacancies	15	15	15
N.º candidatos 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase candidates	10	9	11
Nota mínima do último colocado na 1ª fase / Minimum entrance mark of last accepted candidate in 1st fase	13	11	12
N.º matriculados 1.ª opção, 1ª fase / No. 1st option, 1st fase enrolments	9	8	10
N.º total matriculados / Total no. enrolled students	9	8	10



## 5.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)

---

### 5.1.4. Eventual informação adicional sobre a caracterização dos estudantes (designadamente para discriminação de informação por ramos)

*Número de alunos nas áreas de especialização:*

*2015/16: Astrofísica e Cosmologia 8; Física Nuclear e Partículas 3; Física Estatística e Não-Linear 4; Física da Matéria Condensada e Nanomateriais 8.*

*2014/15: Astrofísica e Cosmologia 7; Física Nuclear e Partículas 1; Física Estatística e Não-Linear 5; Física da Matéria Condensada e Nanomateriais 5.*

*Alunos vindos de diversos pontos do país, em particular, Lisboa, Porto e Coimbra.*

### 5.1.4. Additional information about the students' characterisation (information about the students' distribution by the branches)

*Number of students:*

*2015/16: Astrophysics and Cosmology 8; Nuclear and Particle Physics 3; Statistical and Nonlinear Physics 4; Condensed Matter Physics and Nanomaterials 8.*

*2014/15: Astrophysics and Cosmology 7; Nuclear and Particle Physics 1; Statistical and Nonlinear Physics 5; Condensed Matter Physics and Nanomaterials 5.*

*Students coming from various parts of the country, in particular, Lisbon, Porto and Coimbra.*

## 5.2. Ambientes de Ensino/Aprendizagem

---

### 5.2.1. Estruturas e medidas de apoio pedagógico e de aconselhamento sobre o percurso académico dos estudantes.

*Na FCUL existem estruturas de apoio pedagógico das quais se destacam o Conselho Pedagógico (CP) e o Gabinete de Aconselhamento Psicológico (GAPsi). O CP é o órgão de coordenação central das atividades pedagógicas, tendo como competências principais: promover, analisar e divulgar a avaliação do desempenho pedagógico dos docentes, pelos estudantes; apreciar as queixas relativas a falhas pedagógicas e propor as medidas necessárias à sua resolução. O GAPsi tem como principal função o acompanhamento psicopedagógico e/ou terapêutico a todos os que achem conveniente receber apoio especializado. O GAPsi é formado por uma equipa de dois psicólogos e encontra-se aberto a estudantes, docentes e funcionários não docentes. A Comissão Pedagógica do Ciclo de Estudos é o órgão onde se monitoriza com maior atenção a dinâmica pedagógica do ciclo de estudos. Nesta comissão participam alunos e o coordenador. O coordenador serve também de ponte de contato entre os outros alunos e os professores regentes.*

#### 5.2.1. Structures and measures of pedagogic support and counseling on the students' academic path.

*There are several educational support structures in FCUL as for instance the Pedagogical Council (CP) and the Office of Counseling Psychology (GAPsi). The CP is the central coordinating board of educational activities, with the core competencies: promote, analyze and disseminate the evaluation of the teachers' performance by the students; assess complaints concerning educational failures and propose the necessary measures for their resolution. The GAPsi' main function is monitoring psychology and / or therapeutic treatment to all who find convenient to receive specialized support. The GAPsi is formed by a team of two psychologists and is open to students, teachers and non-teaching staff.*

*The pedagogical committee for the study cycle closely monitors the cycle's pedagogical dynamics. This committee has students and the cycle's coordinator. The coordinator also serves as a bridge between other students and the study cycle's professors.*

#### 5.2.2. Medidas para promover a integração dos estudantes na comunidade académica.

*No início de cada ano letivo, a escola e os departamentos realizam sessões de receção e informação aos novos alunos para a sua integração na comunidade académica. Estas sessões procuram promover a socialização entre todos os alunos e dar a conhecer o corpo docente. Existem ainda vários projetos ligados ao GAPsi que visam a integração dos estudantes na comunidade académica, nomeadamente o PAF (Programa de Adaptação à Faculdade), o TU-PALOP (Programa de Tutoria para alunos dos PALOP), o PPE (Programa de Promoção do Estudo), o mentorado para alunos ERASMUS e um programa de voluntariado enquadrado na Comissão de Acompanhamento a alunos com Necessidades Educativas Especiais. Também a Associação de Estudantes representa e defende os interesses dos estudantes, respondendo às suas necessidades através da promoção e desenvolvimento de atividades desportivas, eventos culturais e recreativos, com vista à promoção das melhores condições de desenvolvimento científico, desportivo, social e cultural.*

### 5.2.2. Measures to promote the students' integration into the academic community.

*At the beginning of each academic year, FCUL and its departments perform receptions and information sessions for new students in view of their integration in the academic community. These sessions promote socialization among all students and introduce the teaching staff. There are also several projects related to GAPsi aiming the integration of the new students in the academic community, particularly the PAF (Program for Adaptation to College), the TU-PALOP (mentoring program for PALOP students), the PPE (Promotion Program of Study), the mentoring program for ERASMUS students and a volunteer program linked with the monitoring committee to tutoring students with Special Educational Needs. Also the students' union represents and defends the interests of the students, answering their needs of academic life developing sports activities, cultural and recreational events in order to promote the best conditions for scientific, sporting, social and cultural life.*

### 5.2.3. Estruturas e medidas de aconselhamento sobre as possibilidades de financiamento e emprego.

*No que concerne ao financiamento aos estudantes mais carenciados, Ciências, através dos Serviços de Ação Social da Universidade de Lisboa (SASUL), tenta garantir que nenhum aluno seja excluído da instituição por incapacidade financeira. Ciências disponibiliza aos seus alunos/diplomados um serviço de inserção profissional, enquadrado no Gabinete de Mobilidade, Estágios e Inserção Profissional, cuja missão é assegurar a ligação entre os diplomados e o mercado de trabalho, promovendo a sua inserção na vida ativa e acompanhando-os no seu percurso profissional inicial. São duas as áreas de atuação: Inserção Profissional e Empregabilidade. Na inserção profissional são prestados serviços como: Portal de Emprego da FCUL; pesquisa e divulgação de oportunidades de emprego/estágio; atendimento personalizado a alunos/diplomados/entidades empregadoras; divulgação e atualização de conteúdos na página do emprego. Na área de empregabilidade procura-se acompanhar o percurso profissional dos diplomados.*

### 5.2.3. Structures and measures for providing advice on financing and employment possibilities.

*To fund students with economic needs, FCUL through the Social Services of the University of Lisbon (SASUL), tries to ensure that no one is excluded due to financial problems. Ciências offers its students / graduates an employability service provided by the Mobility, Training and Professional Integration Office whose mission is to ensure the link between graduates and the labour market, thus promoting their integration into working life, accompanying them in their initial careers. The office acts in two main areas: Employability and Professional Integration. Regarding employability, the services provided are the following: FCUL's Employment Portal; search and dissemination of job opportunities/internships; personal guidance for students/graduates/employers; dissemination and updating the employment page contents. In the area of employability, the office seeks to monitor the career paths of FCUL graduates.*

### 5.2.4. Utilização dos resultados de inquéritos de satisfação dos estudantes na melhoria do processo ensino/aprendizagem.

*No final de cada semestre os estudantes preenchem os inquéritos pedagógicos que são posteriormente analisados pelo Núcleo de Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade de Ciências (NUPAGEQ). Desde 2013 existe uma plataforma de consulta dos resultados dos Inquéritos Pedagógicos que possibilita, mediante autenticação, qualquer aluno, docente ou funcionário consultar os resultados das unidades curriculares de um determinado semestre e ano letivo, na sua página pessoal. Os resultados estão disponíveis na forma de tabela de frequências, gráfico circular, gráfico de barras (ou histograma), para todas as perguntas do Inquérito. As u.c. cujos resultados dos inquéritos fiquem aquém dos objetivos são referenciadas para melhoria. O presidente de departamento, em articulação com o coordenador do curso responsável pela u.c. analisa o relatório da u.c. e demais informação disponível. Se necessário, contacta o docente responsável da u.c. e, consoante as conclusões, acordam um plano de melhoria.*

### 5.2.4. Use of the students' satisfaction inquiries on the improvement of the teaching/learning process.

*At the end of each semester students fill the pedagogical surveys which are then analyzed by the Núcleo de Planeamento, Avaliação e Gestão da Qualidade de Ciências. Since 2013 there is a platform of the results of Pedagogical surveys that enables, through authentication, any student, teacher or staff see the results of courses for a particular semester and school year, on their personal page. The results are available in the form of frequency table, pie chart, bar chart (or histogram), for all questions. Those subjects whose survey results are unsatisfactory, are referenced for improvement. The chairman of department and the course coordinator examine the available information and if necessary, the teacher is in charge of subject is contacted to make the needed changes.*

### 5.2.5. Estruturas e medidas para promover a mobilidade, incluindo o reconhecimento mútuo de créditos.

*O Gabinete de Mobilidade, Estágios e Inserção Profissional exerce as suas competências no domínio da dinamização da mobilidade de estudantes e do pessoal de Ciências. Ao Gabinete compete a divulgação e promoção das candidaturas aos programas internacionais relevantes e incentivar o intercâmbio entre Ciências e as Universidades estrangeiras, proporcionando assim experiências internacionais enriquecedoras a estudantes, docentes e não docentes. Cada departamento tem um ou mais Coordenadores ERASMUS/Mobilidade que acompanham os processos dos alunos Outgoing e Incoming, assegurando o reconhecimento dos planos de estudos e dos créditos ECTS.*

*Ciências tem acordos ERASMUS com 135 instituições, em 24 países diferentes.*

### **5.2.5. Structures and measures for promoting mobility, including the mutual recognition of credits.**

*The scope of the Mobility Office is the mobility of students, teachers and staff.*

*The Office assures this by promoting activities within European and international programs particularly in the context of mobility programs. At the same time enhances and supports the cooperation between partners Universities, providing enriching international experiences to students, teachers and staff.*

*In each department, one or more Erasmus/Mobility coordinator is appointed to give support to both Outgoing and Incoming students ensuring the recognition of the study plans and ECTS credits. FCULisboa has ERASMUS agreements with 135 institutions in 24 different countries.*

## **6. Processos**

### **6.1. Objetivos de ensino, estrutura curricular e plano de estudos**

---

#### **6.1.1. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências) a desenvolver pelos estudantes, operacionalização dos objetivos e medição do seu grau de cumprimento.**

*O Mestrado em Física, 2º Ciclo, tem por objectivo dar uma formação sólida e avançada em Física, oferecendo quatro áreas de especialização: Astrofísica e Cosmologia, Física Nuclear e Partículas, Física Estatística e Não-Linear, Física da Matéria Condensada e Nanomateriais. O plano de estudos do Mestrado em Física tem um elevado número de disciplinas de opção, o que permite construir diferentes perfis de formação, teórica, experimental e computacional, dentro de cada área de especialização. O Seminário permite uma exposição a diferentes temas de investigação atual e o exercício de apresentar um seminário sobre um tema escolhido. Uma parte essencial da formação reside na realização de trabalho de investigação conducente à Dissertação de Mestrado, que poderá ser de natureza teórica, experimental ou computacional. De modo geral, pretende-se que os alunos adquiram conhecimento dos conceitos fundamentais e dos métodos principais da Física, a nível avançado, e que desenvolvam a capacidade de realizar trabalho de investigação original em Física. A escrita da Dissertação de Mestrado e a sua defesa pública constituem aspectos importantes da formação. Por fim, pretende-se que a formação dada permita aos alunos prosseguir os seus estudos no 3º Ciclo em Física ou em outras áreas afins.*

*O plano curricular estabelecido permite atingir os objectivos referidos.*

*A avaliação das competências adquiridas nas disciplinas e a examinação da Dissertação de Mestrado medem o grau de cumprimento dos objectivos.*

#### **6.1.1. Learning outcomes to be developed by the students, their translation into the study programme, and measurement of its degree of fulfillment.**

*The Master in Physics, 2nd cycle, aims to give a solid and advanced training in Physics, offering four areas of specialization: Astrophysics and Cosmology, Nuclear Physics and Particle, Statistical and Non-Linear Physics, Condensed Matter Physics and Nanomaterials. The plan of studies of the Master in Physics has a large number of optional courses, which allows to build different training profiles, theoretical, experimental and computational, within each area of specialization. The Seminar allows an exposure to different topics of current research and exercise to present a seminar on a chosen topic. An essential part of the training lies in the performance of research work leading to the Master's Thesis, which may be of theoretical, experimental or computational nature. In general, it is intended that the students acquire knowledge of the fundamental concepts and the main methods of Physics, at an advanced level, and develop the ability to perform original research work in Physics. The write up of the Master's Thesis and its public defense are important aspects of the training. Finally, it is intended that the training provided allows students to continue their studies in PhD in Physics or other related fields.*

*The established curriculum allows to achieve the objectives set.*

*The evaluation of skills acquired in the courses and the examination of the Master's Thesis measure the degree of achievement of the objectives.*

#### **6.1.2. Periodicidade da revisão curricular e forma de assegurar a atualização científica e de métodos de trabalho.**

*A atualização científica e de métodos de trabalho das Unidades Curriculares é efetuada anualmente pelos professores responsáveis das UCs, sob a direcção do coordenador do ciclo de estudos.*

*A revisão da estrutura curricular é efetuada pelo coordenador do ciclo de estudos, sendo implementadas alterações para melhoria sempre que possível, assegurando estabilidade durante um período de formação do ciclo.*

**6.1.2. Frequency of curricular review and measures to ensure both scientific and work methodologies updating.**

*The scientific and working methods updating of the courses is made annually by the professors responsible for the courses, under the direction of the coordinator of the cycle of studies.*

*The revision of the curriculum is made by the coordinator of the cycle of studies, and changes to improve it are implemented whenever possible, ensuring stability during a period of training of the cycle.*

**6.2. Organização das Unidades Curriculares**

---

**6.2.1. Ficha das unidades curriculares****Mapa X - Processos Radiativos em Astrofísica / Radiative Processes in Astrophysics****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Processos Radiativos em Astrofísica / Radiative Processes in Astrophysics*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*José Manuel Lourenço Coutinho Afonso - 56h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Caracterizar os processos radiativos de maior importância em sistemas astrofísicos e ilustrar a extracção de informação a partir da radiação proveniente desses sistemas. Familiarizar os alunos com conceitos, terminologias e pontos de vista especificamente astrofísicos. Treinar os alunos na utilização dos meios computacionais indispensáveis ao trabalho em Astronomia/Astrofísica.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To characterize the radiative processes of major importance in astrophysical systems and illustrate the extraction of information from the radiation coming from those systems. To develop the mastering of concepts, terminology and points of view of Astronomy and Astrophysics. To train the students in applying computational methods to Astronomy and Astrophysics work.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Radiação electromagnética em Astrofísica. 2. Processos de emissão de radiação e propagação no Universo. 3. Flúidos em Astrofísica. 4. Plasmas e propagação de radiação em plasmas em Astrofísica.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Electromagnetic radiation in Astrophysics. 2. Emission and propagation of radiation in the Universe. 3. Fluids in Astrophysics. 4. Plasmas and the propagation of radiation in plasmas in Astrophysics .*

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

*As matérias ensinadas são fundamentais para qualquer estudo dos temas desenvolvidos na disciplina e podem ser encontradas nos livros de referência neste assunto.*

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

*The materials taught are basic to any study of the themes developed in the course and can be found on reference books on this subject.*

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

*Ensino:*

*Aulas teóricas dedicadas à apresentação da matéria, e aulas teórico-práticas onde os conceitos são aprofundados e discutidos, recorrendo à resolução de exercícios.*

*Avaliação:*

*Resolução de problemas e realização de trabalhos; exame final.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

**Teaching:**

*Lectures for the presentation of the material, and classes used to discuss and expand the concepts, solving sets of problems.*

**Evaluation:**

*Resolution of problem sets and essays; final exam.*

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

*A combinação de aulas teóricas para exposição da matéria e aulas teórico-práticas para resolução de problemas é adequada para adquirir os conhecimentos requeridos.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The combination of lectures to provide the material and problem solving classes is appropriate to acquire the required knowledge.*

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

*G. B. Rybicki and A. P. Lightman, Radiative Processes in Astrophysics, (Wiley) 1985.*

*F. H. Shu, The Physics of Astrophysics. Volume I: Radiation, (University Science Books) 1991.*

*B. W. Carroll and D. A. Ostlie, An Introduction to Modern Astrophysics, 2<sup>a</sup> ed., (Addison-Wesley) 2006.*

**Mapa X - Dissertação (Física) / Dissertation (Physics)**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Dissertação (Física) / Dissertation (Physics)*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel - 0h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Vários docentes envolvidos*

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

*A Dissertação tem como objetivo a realização de trabalho de investigação, teórico, experimental ou computacional, sob orientação de um professor /investigador. Pretende-se também que os alunos desenvolvam as capacidades de escrita e de apresentação oral sobre o trabalho realizado.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The aim of Dissertation is to perform scientific research work, theoretical, experimental or computational, under the supervision of a professor / researcher. It is also intended that the students develop the skills of writing and oral presentation on the work done.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Escolha de um tema de investigação para a Dissertação, pesquisa bibliográfica, estudo do problema, execução do trabalho de investigação e discussão dos resultados. Escrita da Dissertação e defesa oral da mesma perante um júri.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Selection of a research topic for the Thesis, search of bibliography, study of the problem, execution of research work and discussion of the results. Writing up of the Thesis and oral defense of it before a jury.*

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

*O tema da Dissertação é escolhido entre temas atuais da investigação em Física e o trabalho efectuado sob supervisão de um professor/investigador, na sua área de especialidade. Tal fornece ao estudante uma verdadeira experiência de investigação concluída com a apresentação dos resultados, de forma escrita e com defesa pública.*

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

*The topic of the Thesis is chosen from current topics of research in Physics and the work is carried out under*

*the supervision of a professor/researcher, in her/his area of expertise. This provides the student with a real research experience concluded with the presentation of the results, in written form and with public defense.*

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

*Orientação individual do aluno pelo supervisor da dissertação. Escrito da Dissertação e defesa oral da mesma perante um júri.*

*A avaliação é feita com base no texto*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Individual guidance of the student by the supervisor of the thesis. The assessment is based on the written text of the Thesis and oral defense of it before a jury.*

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

*A metodologia seguida contém todos os elementos necessários para atingir os objectivos requeridos.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The methodology followed contains all the elements necessary to achieve the objectives set.*

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

*De acordo com o tema da Dissertação.*

**Mapa X - Seminário em Astrofísica e Cosmologia / Seminar in Astrophysics and Cosmology**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Seminário em Astrofísica e Cosmologia / Seminar in Astrophysics and Cosmology*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel - 28h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*A unidade curricular Seminário pretende expor os alunos a temas de investigação atual em variadas áreas da Física, familiarizar os alunos com o ambiente de investigação e desenvolver a capacidade de realização de uma apresentação científica, através da participação em seminários organizados pelo Departamento de Física.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The curricular unit Seminar aims to expose the students to current research topics in various areas of Physics, to familiarize the students with the research environment and develop the ability to make a scientific presentation, through participation in seminars organized by the Department of Physics.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Exposição a uma variedade de temas de investigação em Física apresentados nos seminários, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre o plano de investigação para a sua tese.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Exposure to a variety of research topics in Physics presented in the seminars, and presentation of a seminar by the student on the research plan for her / his thesis.*

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

*A exposição a uma variedade de temas de investigação em Física e apresentação de um seminário pelo aluno são adequados para os objectivos definidos.*

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

*The exposure to a variety of research topics in Physics and presentation of a seminar by the student are adequate for the objectives set.*

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

*Assistência a seminários e realização de um seminário pelo aluno no quadro dos seminários organizados pelo Departamento de Física. A avaliação tem duas componentes: assistência e participação nos seminários organizados pelo Departamento de Física, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre o plano de investigação para a sua tese.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Attendance of seminars and presentation of a seminar by the student in the frame of the seminars organized by the Department of Physics. The evaluation has two components: attendance and participation in the seminars organized by the Departments of Physics, and presentation of a seminar by the student on the research plan for her/his thesis.*

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

*A assistência a seminários e a realização de um seminário pelo aluno são adequados para os objectivos definidos.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The attendance of seminars and the presentation of a seminar by the student are appropriate for the objectives set.*

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

*N/A*

**Mapa X - Seminário em Física Estatística e Não-Linear / Seminar in Statistical and Nonlinear Physics****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Seminário em Física Estatística e Não-Linear / Seminar in Statistical and Nonlinear Physics*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel - 28h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*A disciplina de Seminário pretende expor os alunos a temas de investigação atual em variadas áreas da Física, familiarizar os alunos com o ambiente de investigação e desenvolver a capacidade de realização de uma apresentação científica, através da participação em seminários organizados pelo Departamento de Física.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The Seminar course aims to expose the students to current research topics in various areas of Physics, to familiarize the students with the research environment and develop the ability to make a scientific presentation, through participation in seminars organized by the Department of Physics.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Exposição a uma variedade de temas de investigação em Física apresentados nos seminários, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre o plano de investigação para a sua tese.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Exposure to a variety of research topics in Physics presented in the seminars, and presentation of a seminar by the student on the research plan for her / his thesis.*

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

*A exposição a uma variedade de temas de investigação em Física e apresentação de um seminário pelo aluno são adequados para os objectivos definidos.*

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

*The exposure to a variety of research topics in Physics and presentation of a seminar by the student are adequate for the objectives set.*

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

*Assistência a seminários e realização de um seminário pelo aluno no quadro dos seminários organizados pelo Departamento de Física. A avaliação tem duas componentes: assistência e participação nos seminários organizados pelo Departamento de Física, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre o plano de investigação para a sua tese.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Attendance of seminars and presentation of a seminar by the student in the frame of the seminars organized by the Department of Physics. The evaluation has two components: attendance and participation in the seminars organized by the Departments of Physics, and presentation of a seminar by the student on the research plan for her/his thesis.*

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

*A assistência a seminários e a realização de um seminário pelo aluno são adequados para os objectivos definidos.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The attendance of seminars and the presentation of a seminar by the student are appropriate for the objectives set.*

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

*N/A*

**Mapa X - Seminário em Física Nuclear e de Partículas / Seminar in Nuclear and Particles Physics****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Seminário em Física Nuclear e de Partículas / Seminar in Nuclear and Particles Physics*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel - 28h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*A disciplina de Seminário pretende expor os alunos a temas de investigação atual em variadas áreas da Física, familiarizar os alunos com o ambiente de investigação e desenvolver a capacidade de realização de uma apresentação científica, através da participação em seminários organizados pelo Departamento de Física.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The Seminar course aims to expose the students to current research topics in various areas of Physics, to familiarize the students with the research environment and develop the ability to make a scientific presentation, through participation in seminars organized by the Department of Physics.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Exposição a uma variedade de temas de investigação em Física apresentados nos seminários, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre o plano de investigação para a sua tese.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Exposure to a variety of research topics in Physics presented in the seminars, and presentation of a seminar by the student on the research plan for her / his thesis.*

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



*A exposição a uma variedade de temas de investigação em Física e apresentação de um seminário pelo aluno são adequados para os objectivos definidos.*

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

*The exposure to a variety of research topics in Physics and presentation of a seminar by the student are adequate for the objectives set.*

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

*Assistência a seminários e realização de um seminário pelo aluno no quadro dos seminários organizados pelo Departamento de Física. A avaliação tem duas componentes: assistência e participação nos seminários organizados pelo Departamento de Física, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre o plano de investigação para a sua tese.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Attendance of seminars and presentation of a seminar by the student in the frame of the seminars organized by the Department of Physics. The evaluation has two components: attendance and participation in the seminars organized by the Departments of Physics, and presentation of a seminar by the student on the research plan for her/his thesis.*

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

*A assistência a seminários e a realização de um seminário pelo aluno são adequados para os objectivos definidos.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The attendance of seminars and the presentation of a seminar by the student are appropriate for the objectives set. r her/his thesis.*

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

*N/A*

### Mapa X - Astrofísica Complementar / Complementary Astrophysics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Astrofísica Complementar / Complementary Astrophysics*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*José Manuel Lourenço Coutinho Afonso - 56h*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Oferecer uma formação sólida em tópicos selecionados de Astronomia e Astrofísica, levando também os alunos a familiarizarem-se com capacidades necessárias para a investigação nesta área, tais como: a pesquisa da literatura; a leitura, a análise e a discussão de publicações científicas; a apresentação do próprio trabalho perante uma audiência. Pretende-se ainda consolidar o treino de estudantes em conceitos, terminologia e pontos de vista que são especificamente Astrofísicos, bem como o treino de estudantes no uso de ferramentas computacionais necessárias para a investigação astrofísica.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*To provide a solid foundation in selected astrophysics topics, also allowing the students to become familiar with skills used in astrophysics research, such as searching the literature; reading, analyzing, and discussing research papers; presenting own work to an audience. The course also aims to consolidate the training of students in concepts, terminology and points of view that are specifically astronomical and the training of students in using computational tools needed in astrophysical research work.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Medição de distâncias em Astrofísica 2. Contagem de fontes enquanto indicador cosmológico 3. Processos radiativos em Astrofísica e a Distribuição Espectral de Energia de Galáxias 4. Evolução de galáxias: modelos*

*de formação/evolução e o fenómeno de downsizing 5. O Universo primitivo: Época da Re-ionização.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Measuring distances in Astrophysics 2. Source Counts as a Cosmology Indicator 3. Radiative Processes in Astrophysics and the Spectral Energy Distribution of Galaxies 4. Galaxy evolution: formation and evolution models and downsizing 5. The early Universe: Epoch of Reionization*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*O programa incide sobre tópicos atuais em Astrofísica, que fornecem ao aluno a possibilidade de não só aumentar o seu conhecimento nesta área, como adquirir um conhecimento mais aprofundado sobre o processo de investigação em Astrofísica, através da consulta e discussão frequente de literatura e aumentando a sua capacidade de manipulação de códigos relevantes.*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*The program focuses on state-of-the-art topics in Astrophysics, allowing the student to not only increase his/her knowledge in this area, but also to better understand the research process in Astrophysics, through the use and discussion of current literature and increasing his/her capability for handling relevant codes.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas, que se dedicam à exposição inicial da matéria e identificação dos conteúdos (publicações e ferramentas) relevantes e das propostas de trabalho, e aulas teórico-práticas, onde se dá a apresentação e discussão de artigos científicos e do trabalho realizado. Resolução de problemas; elaboração e apresentação de trabalhos; exame final; participação nas aulas.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures, where the topic is presented, the required resources (publications and tools) identified and the assignments defined and more practical classes where the discussion and presentation of relevant scientific articles and work assignments. Resolution of problem sets; development and presentation of work assignments; Final exam; Class attendance and participation.*

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

*Uma visão geral do tópico seleccionado é apresentado, e os alunos são levados a discuti-lo e a identificar questões e elaborar sugestões para aprofundar o conhecimento do tópico. Fazendo uso de publicações recentes e códigos informáticos relevantes, os estudantes serão guiados na exploração de um aspecto particular do tópico e na preparação da apresentação do seu trabalho perante o resto da turma. Uma discussão das apresentações seguir-se-á, consolidando o conhecimento adquirido sobre o tópico em estudo.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*A general overview of the selected topic is presented, and the students are motivated to discuss it and quickly identify questions and elaborate suggestions for further work. Using current publications and computer programs, the students will be guided to explore a particular aspect of the topic and prepare to present his/her work to the rest of the class. A discussion of the assignments will follow, consolidating the knowledge of the topic under study.*

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

*G. B. Rybicki, A. P. Lightman, Radiative Processes in Astrophysics, (Wiley) 1991. F. Shu, The Physics of Astrophysics, (University Science Books) 2010. R. Freedman, W. Kaufmann, Universe, (W.H. Freeman) 2010. Martin Harwit, Astrophysical Concepts, (Springer-Verlag) 2006.*

### **Mapa X - Criticalidade e Sistemas Complexos / Criticality and Complex Systems**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Criticalidade e Sistemas Complexos / Criticality and Complex Systems*

#### **6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Margarida Maria Telo Da Gama - 56h*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Tomando como ponto de partida tópicos da disciplina de Física Estatística da licenciatura, este curso estende os conteúdos dados, sobre fenómenos críticos de equilíbrio e de não-equilíbrio.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*This course goes beyond previous courses in statistical physics, with emphasis on critical phenomena in equilibrium and non-equilibrium systems.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Percolação 2. Transições de fase térmicas 3. Criticalidade auto-organizada*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Percolation 2. Thermal phase transitions 3. Self-organized criticality*

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

*Os objetivos do curso são levar os alunos a desenvolver as habilidades inerentes a uma profunda compreensão dos tópicos do curso, testado em aplicações concretas também abordadas no curso.*

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

*The course objectives are to lead the students to develop the skills inherent to a deep understanding of the course topics, tested in concrete applications also covered in the course.*

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

*Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. Avaliação continua com base na resolução de problemas (50%) e exame final escrito com discussão oral (50%).*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures. Paper presentation during the semester (50%) and final written exam with oral discussion (50%).*

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

*A disciplina está organizada à volta de três grandes capítulos representativos de três tipos de transições de fase contínuas. As aulas teóricas são acompanhadas de séries de problemas e de pequenos trabalhos ou simulações computacionais.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The course is organized as a series of lectures devoted to the presentation and discussion of the main concepts and techniques, and a parallel series of problem classes to work out the more challenging aspects of problem lists.*

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

*K. Christensen e N.R. Moloney, Complexity and Criticality, (Imperial College Press, London) 2005; D. Stauffer e A. Aharony, Introduction to Percolation Theory, (CRC Press, London) 1994; M. Sahimi, Applications of Percolation Theory, (CRC Press, London) 1994; P. Bak, How nature works, (Copernicus, New York) 1999.*

**Mapa X - Eng. de Aceleradores, Telescópios e Satélites/Eng. for Accelerators, Telescopes and Satellites**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Eng. de Aceleradores, Telescópios e Satélites/Eng. for Accelerators, Telescopes and Satellites*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*André Maria Da Silva Dias Moitinho De Almeida - 28h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Agostinho da Silva Gomes - 28h*

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

*A instrumentação tem hoje enorme relevância em sectores como o da investigação científica, do estudo do ambiente, espaço, etc. Em cada um destes domínios, existem famílias de constrangimentos, requisitos operacionais, etc., que devem ser tidos em conta na fase de projecto de um instrumento e na selecção da tecnologia, com base na física do processo. Os desafios emergentes são igualmente distintos, e podem ter um enorme impacto nos desenvolvimentos tecnológicos ou na necessidade de melhorar a compreensão física dos sistemas e fenómenos. Portugal tem feito um enorme investimento na formação de engenharia no âmbito das organizações internacionais de investigação em que está inserido (ESA, ESO, CERN, ITER ...). Neste contexto serão apresentados os principais projectos de desenvolvimento que se encontram em curso nestas instituições bem como serão revistos e discutidos os principais desafios tecnológicos que lhes estão associados.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Advanced instrumentation plays a very important role in many sectors of leading edge scientific research, environmental monitoring, space, etc. Proper instrument design and technology selection is crucial for progress in many research fields. Portugal has made enormous investments in engineering training done at the international research organization where we are participating (ESA, ESO, CERN, ITER ...). Several crucial technologies and main recent development examples that play a major role in the present and future of this organizations are revised and discussed along with the main associated technological challenges.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Estudo das principais tecnologias utilizadas no desenvolvimento de Instrumentos para Telescópios, Aceleradores e Satélites. Sempre que possível será dada uma visão conceptual unificadora dos vários fenómenos em estudo. I - A interacção da radiação com a matéria: fotonica; ionização; processos em chuviscos electromagnético e harmónicos; CCDs; detectores de partículas. · Sistemas mecânicos: tecnologias de concepção e projecto; materiais; criogenia e vácuo · Sistemas ópticos: Óptica adaptativa; óptica activa; câmaras; espectrógrafos; polarímetros; interferómetros · Sistemas de aquisição e processamento de dados II - Exemplos do enquadramento dos instrumentos das organizações internacionais de investigação. · Instrumentação para o ESO: VLT, ELT e VLTI · Instrumentação para o CERN: ATLAS · Instrumentação para a ESA: GAIA.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Study of the main technologies used in developing instruments for telescopes, accelerators and satellites. A conceptual unified vision of the phenomena under study is provided whenever possible. I - The interaction of radiation with matter: photonics; ionization; processes in electromagnetic showers and harmonics; CCDs; particle detectors. · Mechanical systems: project and design technologies, materials; cryogenics and vacuum · Optical systems: Adaptive optics; active optics; cameras; spectrographs; polarimeters · Acquisition and data processing systems II - Examples of the framework of the instruments in international research organizations. · Instrumentation for the ESO: VLT, ELT and VLTI · Instrumentation for CERN: ATLAS; Research on Cosmic Rays and Climate Change: CLOUD · Instrumentation for ESA: GAIA.*

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

*A matéria ensinada aborda as grandes áreas tecnológicas de base física relevantes para o desenvolvimento e operação de aceleradores, telescópios e satélites. O desenvolvimento de projecto é extensamente discutido, incluindo a consideração das diferentes classes de constrangimentos e definição de requisitos. Os desafios actuais são postos em evidência. Dá-se especial ênfase à apresentação das grandes infraestruturas em que Portugal está inserido (ESA, ESO, CERN,..) e às oportunidades proporcionadas por essa inserção. Os exercícios e práticas laboratoriais foram desenhados para serem representativos de problemas reais.*

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

*The subjects taught in the course cover the broad physical technologies relevant for the development and design of accelerators, telescopes and satellites. Project development is extensively discussed, including consideration of the different classes of constraints and the definition of requirements. Current challenges are highlighted. Special emphasis is given to the presentation of the big infrastructures to which Portugal belongs (ESA, ESO, CERN,..) and to the opportunities they offer. The problems and laboratory activities have been designed to be representative of real problems.*

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

*T - Apresentação e discussão dos tópicos e conceitos. Indicação de leituras suplementares TP - Problemas e preparação para as práticas laboratoriais PL - Trabalhos computacionais e experiências de laboratório. Dois*

*trabalhos escritos e duas apresentações.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*T - Presentation and discussion of the topics and concepts. Indication of supplementary reading. TP - Problem solving and preparation for laboratory classes (PLs) PL - Computational work and laboratory experiment. Two written works and two presentations.*

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

*Apresentações em aulas Teóricas (T) são uma forma estabelecida de transmitir conhecimento. As aulas teórico-práticas (TP) incluem a resolução de problemas, a preparação para as actividades laboratoriais (PL) e estão desenhadas de forma a promoverem discussões ricas e vivas (já verificado pela experiência anterior). As discussões em conjunto com a leitura recomendada contribuem para consolidar a matéria dada. As PLs proporcionam uma experiência realista de "mãos-à-obra".*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*Lectures (T) are a proven way to transmit knowledge. The TPs include problem solving, preparation of laboratorial activities and are designed to promote rich and lively discussions (this has already worked in the past). The discussions together with the recommended reading contribute to consolidating the subjects. The PLs provide a realistic hands-on experience.*

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

*- Ian S. McLean, Electronic Imaging in Astronomy, Detectors and Instrumentation, (Springer Praxis Books Astronomy and Planetary Sciences), Second Edition - Steve B. Howell, Handbook of CCD Astronomy? - Peter Fortescue, Graham Swinerd, John Stark; Spacecraft Systems Engineering 4th ed. (Wiley, 2011)? - John W. Hardy, Adaptive optics for Astronomical Telescopes, Oxford - Dan Gren, The Physics of Particle Detectors,*

### Mapa X - Estágio em Astrofísica e Cosmologia / Traineeship in Astrophysics and Cosmology

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Estágio em Astrofísica e Cosmologia / Traineeship in Astrophysics and Cosmology*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel - 0h*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*O objectivo da u.c. Estágio é permitir que o aluno complemente a sua formação em temas, técnicas e/ou métodos científicos que se revelem importantes para a realização da sua dissertação e não sejam abrangidos por outras unidades curriculares. A definição do conteúdo desta unidade curricular é feita pelo orientador da dissertação com aprovação do coordenador do ciclo de estudos.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The objective of the Traineeship is to allow students to complement their training in scientific topics, techniques and/or methods that are important to carry out their thesis and are not covered by other courses. The definition of the content of this course is made by the supervisor of the thesis with approval of the coordinator of the cycle of studies.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*A definição do conteúdo desta unidade curricular é feita pelo orientador da dissertação com aprovação do coordenador do ciclo de estudos.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*The definition of the content of this course is made by the supervisor of the thesis with approval of the coordinator of the cycle of studies.*

#### 6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade

**curricular.**

*Os temas, técnicas e/ou métodos tratados no Estágio complementam a formação adquirida pelo aluno nas outras unidades curriculares, sendo relacionados com o trabalho a realizar na dissertação.*

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

*The topics, techniques and/or methods treated in the Traineeship complement the training received by the students in other courses, being related to the work to be undertaken in the dissertation.*

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

*Orientação individual do aluno pelo supervisor da dissertação. A avaliação é feita com base num relatório escrito e apresentação oral sobre o trabalho realizado, sendo a classificação dada pelo orientador em conjunto com o coordenador do ciclo de estudos.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Individual guidance of the student by the supervisor of the thesis. The assessment is based on a written report and oral presentation on the work done, the grade being given by the supervisor together with the coordinator of the course.*

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

*O trabalho autónomo realizado pelo estudante sob a orientação de um supervisor permite-lhe desenvolver competências úteis para a realização da dissertação.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The autonomous work of the student under the guidance of a supervisor allows her/him to develop useful skills to carry out the thesis.*

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

*n/a*

**Mapa X - Estágio (Física Estatística e Não Linear) / Traineeship in Statistical and Nonlinear Physics****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Estágio (Física Estatística e Não Linear) / Traineeship in Statistical and Nonlinear Physics*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel - 0h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*O objectivo da u.c. Estágio é permitir que o aluno complemente a sua formação em temas, técnicas e/ou métodos científicos que se revelem importantes para a realização da sua dissertação e não sejam abrangidos por outras unidades curriculares. A definição do conteúdo desta unidade curricular é feita pelo orientador da dissertação com aprovação do coordenador do ciclo de estudos.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The objective of the Traineeship is to allow students to complement their training in scientific topics, techniques and/or methods that are important to carry out their thesis and are not covered by other courses. The definition of the content of this course is made by the supervisor of the thesis with approval of the coordinator of the cycle of studies.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*A definição do conteúdo desta unidade curricular é feita pelo orientador da dissertação com aprovação do coordenador do ciclo de estudos.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*The definition of the content of this course is made by the supervisor of the thesis with approval of the coordinator of the cycle of studies.*

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

*Os temas, técnicas e/ou métodos tratados no Estágio complementam a formação adquirida pelo aluno nas outras unidades curriculares, sendo relacionados com o trabalho a realizar na dissertação.*

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

*The topics, techniques and/or methods treated in the Traineeship complement the training received by the students in other courses, being related to the work to be undertaken in the dissertation.*

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

*Orientação individual do aluno pelo supervisor da dissertação.*

*A avaliação é feita com base num relatório escrito e apresentação oral sobre o trabalho realizado, sendo a classificação decidida pelo orientador em conjunto com o coordenador do ciclo de estudos.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Individual guidance of the student by the supervisor of the thesis.*

*The assessment is based on a written report and oral presentation on the work done, the grade being given by the supervisor together with the coordinator of the course.*

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

*O trabalho autónomo realizado pelo estudante sob a orientação de um supervisor permite-lhe desenvolver competências úteis para a realização da dissertação.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The autonomous work of the student under the guidance of a supervisor allows her/him to develop useful skills to carry out the thesis.*

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

*N/A*

**Mapa X - Estágio (Física Nuclear e Partículas) / Traineeship in Nuclear and Particle Physics****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Estágio (Física Nuclear e Partículas) / Traineeship in Nuclear and Particle Physics*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel - 0h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*O objectivo da u.c. Estágio é permitir que o aluno complemente a sua formação em temas, técnicas e/ou métodos científicos que se revelem importantes para a realização da sua dissertação e não sejam abrangidos por outras unidades curriculares. A definição do conteúdo desta unidade curricular é feita pelo orientador da dissertação com aprovação do coordenador do ciclo de estudos.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The objective of the Traineeship is to allow students to complement their training in scientific topics, techniques and/or methods that are important to carry out their thesis and are not covered by other courses. The definition of the content of this course is made by the supervisor of the thesis with approval of the coordinator of the cycle of studies.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*A definição do conteúdo desta unidade curricular é feita pelo orientador da dissertação com aprovação do coordenador do ciclo de estudos.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*The definition of the content of this course is made by the supervisor of the thesis with approval of the coordinator of the cycle of studies.*

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

*Os temas, técnicas e/ou métodos tratados no Estágio complementam a formação adquirida pelo aluno nas outras unidades curriculares, sendo relacionados com o trabalho a realizar na dissertação.*

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

*The topics, techniques and/or methods treated in the Traineeship complement the training received by the students in other courses, being related to the work to be undertaken in the dissertation.*

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

*Orientação individual do aluno pelo supervisor da dissertação. A avaliação é feita com base num relatório escrito e apresentação oral sobre o trabalho realizado, sendo a classificação decidida pelo orientador em conjunto com o coordenador do ciclo de estudos.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Individual guidance of the student by the supervisor of the thesis. The assessment is based on a written report and oral presentation on the work done, the grade being given by the supervisor together with the coordinator of the course.*

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

*O trabalho autónomo realizado pelo estudante sob a orientação de um supervisor permite-lhe desenvolver competências úteis para a realização da dissertação.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The autonomous work of the student under the guidance of a supervisor allows her/him to develop useful skills to carry out the thesis.*

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

*N/A*

**Mapa X - Física Estatística Complementar / Complementary Statistical Physics****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Física Estatística Complementar / Complementary Statistical Physics*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Nuno Miguel Azevedo Machado De Araújo - 56h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Segundo curso em Física Estatística onde são estudados alguns dos mais relevantes fenómenos de Física Estatística Fora de Equilíbrio. O objetivo principal é desenvolver competências de resolução de problemas através do estudo e aplicação de vários métodos teóricos.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*This is a second course in Statistical Physics where some of the core phenomena in non-equilibrium statistical*



*physics are explored. The main objective is to develop students' problem-solving skills through the study and application of several theoretical methods.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Introdução à Física Estatística Fora de Equilíbrio, fenómenos de transporte, processos de contato, agregação e fragmentação, conectividade e sincronização.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

*Introduction to Far-from-equilibrium Statistical Physics, transport phenomena, contact processes, aggregation and fragmentation, connectivity and synchronization.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Ao contrário da Física Estatística de Equilíbrio que assenta numa base teórica sólida e bem estabelecida, a Física de Fenómenos Fora de Equilíbrio está em permanente desenvolvimento, não havendo ainda um formalismo generalizado. Assim, o estudo de fenómenos fora de equilíbrio implica o conhecimento de um espetro alargado de técnicas e conceitos bem como o domínio da sua aplicação a diferentes problemas. Nesta unidade curricular, são discutidos vários fenómenos típicos que ocorrem fora de equilíbrio para os quais é possível obter resultados conceptualmente simples a partir da resolução das equações para a sua evolução temporal. Desta forma, são introduzidos conceitos chave bem como as técnicas teóricas mais relevantes.*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*While the study of Equilibrium Statistical Physics profits from a solid theoretical background, a well established framework is still lacking for Far-from-equilibrium Statistical Physics. Instead, the study of far-from-equilibrium phenomena implies knowledge of a large spectrum of theoretical techniques and concepts and the capability of applying them to different problems. Here, several exemplary far-from-equilibrium phenomena are discussed, for each conceptual simple results can be derived from their evolution equations. Thus, key concepts and theoretical techniques are introduced.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Discussão dos diferentes sistemas e técnicas nas aulas teóricas e resolução de problemas nas aulas teórico-práticas. A participação dos alunos nas aulas é fortemente encorajada. 60% exame final, 40% exercícios das aulas teórico-práticas.*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Discussion of the different systems and techniques in the lectures and hands-on problem solving in the exercise classes. Class participation is strongly encouraged. 60% final exam, 40% exercises.*

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

*Nas aulas teóricas, são discutidos diferentes fenómenos de Física Fora de Equilíbrio e as técnicas adequadas para estudar esses fenómenos. De uma forma construtiva, são discutidas as vantagens e desvantagens das diferentes técnicas. Pretende-se assim equipar os alunos com competência para resolução de problemas que implicam o estudo da evolução temporal. As aulas teóricas são complementadas com exercícios semanais nas aulas teórico-práticas. Os exercícios servem para desenvolver competências de resolução de problemas.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*In the main lectures, different phenomena of Far-from-equilibrium Physics are discussed as well as the typical techniques to study them. In a constructive way, the advantages and limitations of the main techniques are discussed. This strategy helps students developing critical thinking and equip them with problem-solving skills. The lectures are complemented by weekly exercise classes.*

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

*P. L. Krapivsky, S. Redner and E. Ben-Naim, A Kinetic View of Statistical Physics. Cambridge University Press, UK, 2010. V. Privman (Ed.), Nonequilibrium Statistical Mechanics in One Dimension. Cambridge University Press, UK, 1997. J. Marro and R. Dickman, Nonequilibrium Phase Transitions in Lattice Models. Cambridge University Press, UK, 1999. R. K. Pathria and P. D. Beale, Statistical Mechanics (3rd Edition). Academic Press, USA, 2011. M. Kardar, Statistical Physics of Particles. Cambridge University Press, UK, 2007. F. Reif, Fundamentals of Statistical and Thermal Physics, McGraw Hill, USA, 1965. A.-L. Barabási and H. E. Stanley, Fractal Concepts in Surface Growth. Cambridge University Press, UK, 1995. P. Meakin, Fractals, Scaling and Growth Far From Equilibrium. Cambridge University Press, UK, 1998. M. E. J. Newman, Networks: an Introduction. Oxford University Press, UK, 2010.*

## Mapa X - Física Nuclear / Nuclear Physics

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Física Nuclear / Nuclear Physics*

### 6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Daniel Galaviz Redondo - 56h*

### 6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Curso avançado de Física Nuclear de forma a aprofundar os conceitos básicos, principais modelos que descrevem a estrutura dos núcleos e a sua estabilidade, modos de decaimento, reações nucleares, aplicações ao estudo da evolução das estrelas e a produção de elementos no universo, e a perceção e simulação da interação das partículas com a matéria.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Advanced Nuclear Physics course, the goal of the course is a deeper understanding of the basic concepts in nuclear physics, the main models that describe the structure of the nucleus and its stability, its decay modes, nuclear reactions, applications to the study of the evolution of stars and the synthesis of elements in the universe, and the understanding and simulation of the interaction of particles with matter.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Massa nuclear 2. Propriedades do estado fundamental; O modelo nuclear de camadas 3. Radioatividade: Decaimento Alfa, Beta e Gama 4. Reações nucleares 5. Astrofísica nuclear 6. Interação das partículas com a matéria 7. Simulação do transporte de partículas*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Nuclear Mass 2. Ground State Properties; Nuclear Shell Model 3. Radioactivity: Alpha decay; Beta decay; Gamma decay 4. Nuclear Reactions 5. Nuclear Astrophysics 6. Interaction of Particles with Matter 7. Particle Transport Simulation*

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

*Os objectivos da Unidade Curricular são a aquisição das competências que o conhecimento aprofundado do programa proporciona, testado em aplicações concretas também estudadas no curso.*

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

*The course objectives are to lead the students to develop the skills inherent to a deep understanding of the course topics, tested in concrete applications also covered in the course.*

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

*Aulas teóricas com discussão da documentação indicada para cada um dos tópicos considerados nos conteúdos do programa. Avaliação múltipla: Apresentação oral de um trabalho (30%); Relatório escrito sob um tópico (30%); Teste escrito (30%); Desempenho na aula (10%)*

### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Theoretical lectures with discussion on the given documentation for each of the considered topics in the course program. Multiple evaluation: Oral presentation of one topic (30%); Written report on one topic (30%); Written exam (30%); Development during the course (10%)*

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

*A metodologia de ensino assenta na exposição e discussão dos conceitos e técnicas sobre os quais incide o programa.*

### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The course is organized as a series of lectures devoted to the presentation and discussion of the main concepts*

*and techniques of the course program.*

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

*K.S. Krane, **Introductory Nuclear Physics**, (Wiley) 1988 W.N. Cottingham and D.A. Greenwood, **Introduction to Nuclear Physics**, (Cambridge University Press) 2001 W.S.C. Williams, **Nuclear and Particle Physics**, (Oxford University Press) 1991*

### **Mapa X - Laboratório Avançado de Física Nuclear / Advanced Nuclear Physics Laboratory**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Laboratório Avançado de Física Nuclear / Advanced Nuclear Physics Laboratory*

#### **6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Agostinho Da Silva Gomes - 28h*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Patrícia Conde Muiño - 28h*

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

*É objectivo desta unidade curricular a exploração das técnicas laboratoriais utilizadas em Física Nuclear e Física de Partículas, com particular ênfase na deteção da radiação e na simulação de detectores de radiação.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*It is the aim of this course the exploration of laboratory techniques used in Nuclear Physics and Particle Physics, with particular emphasis on the detection of radiation and the simulation of radiation detectors.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Estudo da interação da radiação com a matéria. 2. Detetores de radiação ionizante. 3. Instrumentação nuclear. 4. Espectroscopia alfa, beta e gama. 5. Aplicações do método das coincidências.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Study of the interaction of radiation with matter. 2. Ionizing radiation detectors. 3. Nuclear Instrumentation. 4. Alpha, beta and gamma spectroscopy. 5. Applications of the method of coincidences.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Sendo objectivo desta unidade curricular a exploração das técnicas laboratoriais utilizadas em Física Nuclear e Física de Partículas, os conteúdos programáticos centram-se na deteção da radiação e na simulação de detectores de radiação. Um leque alargado de técnicas e temas de Física é abordado. A u.c. fornece uma visão mais aprofundada de técnicas standard na deteção de radiação incluindo as técnicas de simulação Monte Carlo fundamentais para o compreensão dos resultados obtidos com detectores mais complexos.*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Being objective of this course the exploration of laboratory techniques used in Nuclear Physics and Particle Physics, the syllabus focus on radiation detection and simulation of radiation detectors. A wide range of technical and physical issues are addressed. The course provides further insight on standard techniques in radiation detection including simulation techniques Monte Carlo, fundamental to the understanding of the results obtained with more complex detectors.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Exposição dos conceitos envolvidos e descrição do equipamento experimental. Treino na utilização das técnicas experimentais; realização de medidas e tratamento de resultados. Relatórios do trabalho experimental (40%); apresentação oral de uma das experiências (20%); desempenho do aluno no laboratório (40%).*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Explanation of concepts involved in the experiments and description of experimental set-up. Training in experimental techniques; performing measurements and treatment results. Reports on the experimental work (40%); oral presentation of one of the experiments (20%), performance in the lab (40%);*

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

*Sendo objectivo desta unidade curricular a exploração das técnicas laboratoriais utilizadas em Física Nuclear e Física de Partículas, a metodologia utilizada é essencialmente de componente laboratorial e experimental. Várias experiências são abordadas, adquirindo os alunos pela via prática as competências necessárias para a interpretação dos resultados obtidos.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*Since the objective of this course is the exploration of laboratory techniques used in Nuclear Physics and Particle Physics, the methodology used is essentially laboratory and experimental work. Several experiences are addressed, in this way acquiring the students the skills needed for the interpretation of the results.*

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

*N. Tsoufanidis and S. Landsberger, Measurement and Detection of Radiation, 3a ed. (Taylor & Francis) 2013. K. Krane, Introductory Nuclear Physics, (Wiley) 1988. G. F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, 4a ed. (Wiley) 2010. W. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, (Springer-Verlag) 1994.*

**Mapa X - Mecânica Quântica Complementar / Complementary Quantum Mechanics**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Mecânica Quântica Complementar / Complementary Quantum Mechanics*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Luis Filipe Lopes Bento - 56h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Depois de adquirida a formação básica em Mecânica Quântica no âmbito do 1º Ciclo em Física, é objectivo deste curso aprofundar e alargar os conhecimentos da teoria quântica, a teoria subjacente ao estudo dos sistemas atômicos e subatômicos. Teoria do Momento Angular, Grupos e Simetrias, Partículas Idênticas, Segunda Quantificação, Métodos de Aproximação e Interação da Radiação com a Matéria são os tópicos que se pretende agora estudar.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*After a basic background in Quantum Mechanics obtained in the 1st cycle in Physics, the goal of this course is to deepen and enlarge the knowledge in quantum theory, the underlying theory of the atomic and subatomic systems. Angular momentum theory, groups and symmetries, second quantization, approximation methods and interaction between radiation and matter are now the topics to be studied.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

**1. TEORIA DO MOMENTO ANGULAR 2. GRUPOS E SIMETRIAS 3. PARTÍCULAS IDÊNTICAS 4. SEGUNDA QUANTIFICAÇÃO 5. MÉTODOS DE APROXIMAÇÃO**

**6.2.1.5. Syllabus:**

**1. THEORY OF ANGULAR MOMENTUM 2. GROUPS AND SYMMETRIES 3. IDENTICAL PARTICLES 4. SECOND QUANTIZATION 5. APPROXIMATION METHODS**

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

*Os objectivos da Unidade Curricular são a aquisição das competências que o conhecimento aprofundado do programa proporciona, testado em aplicações concretas estudadas como parte integrante do curso.*

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

*The course objectives are to lead the students to develop the skills resulting from a deep understanding of the course topics, tested in concrete applications covered as an integral part of the course.*

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

*Aulas teóricas. Resolução de exercícios sobre os tópicos dados nas aulas teóricas. Contactos para*

*esclarecimento dos alunos conforme necessário.Exame final escrito.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures. Resolution of problems covering the topics given in the lectures. Tutorial classes with students as needed.Written final exam.*

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

*A metodologia de ensino assenta na exposição e discussão dos conceitos e técnicas sobre os quais incide o programa complementada com a resolução de exercícios pelos estudantes sobre toda a matéria exposta.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The course is organized as a series of lectures devoted to the presentation and discussion of the main concepts and techniques complemented with the resolution of problems by the students about all subjects lectured.*

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

*1. GERAL: C. Cohen-Tanoudji, B. Diu e F. Laloe, Mecanique Quantique, 1977 F. Schwabl, Quantum Mechanics, 1990 L.I. Schiff, Quantum Mechanics, 1968 E. Merzmacher, Quantum Mechanics, 1961 J. J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics, 1985 S. Gasiorowics, Quantum Physics, 1974Messiah, Mecanique Quantique, 1959 ; Quantum Mechanics, 1968P .M. Dirac, The principles of Quantum Mechanics, 1958G. Baym, Lectures on Quantum Mechanics, 1969R.P. Feynmam, R.B. Leighton e M. Sands, The Feynman Lectures on Physics, 19652. MOMENTO ANGULAR: - D.M. Brink e G.R. Satchler, Angular Momentum, 1968 - M.E. Rose, Elementary Theory of Angular Momentum, 1968- A.R. Edmonds, Angular Momentum in Quantum Mechanics, 19673. TEORIA DE GRUPOS: - W. Greiner e B. Müller, Quantum Mechanics Symmetries, 1994 - H.F. Jones, Groups, Representations and Physics, 1990 - J. Pelliot e P.G. Dawber, Symmetry in Physics, 1979*

### Mapa X - Nanofísica / Nanophysics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Nanofísica / Nanophysics*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Maria Margarida Colen Martins Da Cruz - 56h*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Introdução dos principais conceitos em Nanofísica, e da forma como as propriedades de um material são alteradas com a redução da dimensão. Caracterização de alguns sistemas nanométricos com grande importância tecnológica. Compreensão de alguns efeitos apenas observáveis em sistemas nanométricos como o efeito de Hall quântico. O aluno deve ganhar a competência para entender a modificação das propriedades físicas nos sistemas nanométricos e a aplicabilidade destes sistemas em dispositivos.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Introduction of the key concepts in Nanophysics and the way the material properties are modified by size reduction. Study of some nanometric systems with great technological importance. Discussion of effects that is characteristic of nanoscale systems such as quantum Hall effect. The student should gain the competence to understand the physical properties of nanoscale systems and their applications.*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Introdução: o âmbito da Nanofísica - Exemplos de sistemas nano-estruturados. Métodos de produção. 2. Conceitos básicos no estudo dos sólidos: condensação, estados electrónicos. 3. Semicondutores e dispositivos: junção p-n; o transistor bipolar e o FET. 4. Sistema nano-estruturado 2d – Poço quântico - Realização experimental. Gás de electrões bidimensional. Transporte 2d versus transporte 3d. 5. Sistema nano-estruturado 1d - Realização experimental. Sistema de electrões unidimensional. 6. Transporte balístico - Fórmula de Landauer. Conexão com o transporte difusivo. 7. Coerência de fase - Transporte versus transmissão. Formalismo de Landauer-Büttiker. 8. Efeito do campo magnético nos estados electrónicos. 9. Efeito Hall quântico. 10. Sistemas 0D – "Quantum dots". 11. Propriedades ópticas.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Introduction: the scope of Nanophysics - Examples of nanostructured systems. Production methods. 2. Summary of solid state basic concepts: condensation, electronic states. 3. Semiconductors and electronic devices: p-n junction; bipolar transistor and FET. 4. Quantum Well - experimental systems, 2-dimensional electron gas, 2d electrical transport versus 3d. 5. Quantum Wire - experimental systems, 1-dimensional electron gas. 6. Ballistic transport - Landauer formula and relation with diffusive transport. 7. Phase coherence - transport versus transmission. Landauer-Buttiker formalism. 8. Magnetic field effect on the electronic states. 9. Quantum Hall effect. 10. Quantum dots. 11. Optical properties*

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

*Os conteúdos correspondem a um percurso da Física do estado sólido em 3d, discute sistemas 2d e sistemas 1d e finalmente sistemas 0d. Cobre assim os diferentes tipos de sistemas nanométricos discutindo em cada caso as alterações dos estados electrónicos e das propriedades relacionadas. A complexidade da abordagem vai aumentando ao longo do curso, permitindo que cada aluno utilize o conhecimento previamente adquirido como base para prosseguir a aquisição dos novos conceitos na área da nanofísica. Nesse sentido, depois do formalismo base é apresentado o efeito de Hall quântico e a electrónica a 1 electrão, motivando a discussão dos sistemas de nanopartículas e as suas aplicações. Inclui a caracterização de alguns nanomateriais com grande importância tecnológica o que permite aos alunos ter uma visão alargada deste grupo de materiais bem como das suas aplicações. O curso conclui como uma apresentação das técnicas experimentais de produção e caracterização dos nanosistemas.*

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

*The syllabus starts with solid state physics of 3D systems, through 2d and 1d systems and finally 0d systems. Thus covers the different nanometric systems discussing in each case the change of electronic states and related properties. The complexity of the approach increases throughout the course, allowing each student to use the previously assimilated knowledge as the grounds for pursuing the acquisition of new concepts in the area of Nanophysics. Accordingly, after the base formalism the quantum Hall effect and the single electron electronics is discussed. This motivates the discussion of nanoparticle systems and their properties in connection with applications. The course includes the characterization of some nanomaterials with great technological importance which allows the students to have a broad view of this group of materials and their applications. It ends with a presentation of the experimental techniques for production and characterization of nanosystems.*

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

*Aulas teóricas: exposição das matérias indicadas no programa Aulas teórico-práticas: resolução de alguns problemas exemplificativos; tarefas: séries semanais de problemas resolvidos pelos alunos durante as aulas. A classificação final resulta de três componentes: Resolução de problemas curtos nas aulas práticas (25%); Discussão e análise de artigos propostos - 3 durante o semestre (25%); Realização de um trabalho escrito e uma exposição oral sobre um tema selecionado de uma lista proposta (50%).*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures: exposition of the material in the program. Classes: resolution of some illustrative problems; tasks: weekly series of problems solved by the students during the classes. Final evaluation results from three components: Resolution of short problems during the classes (25%); Analysis and discussion of selected papers - 3 during the semester (25%); Written work and oral presentation on a theme selected from a proposed list (50%).*

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

*A metodologia de ensino assenta na exposição e discussão dos conceitos e técnicas sobre os quais incide o Programa, e em aulas teórico-práticas em que essas técnicas são aplicadas em exemplos concretos. A metodologia utilizada, conjugando a exposição teórica dos conceitos e técnicas sobre os quais incide o Programa com aulas teórico-práticas em que são aplicados a exemplos concretos, permite aos estudantes compreender as propriedades electrónicas de sistemas nanométricos e a sua influência na alteração das propriedades físicas, nomeadamente nas propriedades de transporte e nos efeitos quânticos emergentes. Inclui a abordagem de diferentes tipos de sistemas nanométricos bem como a caracterização de alguns nanomateriais com grande importância tecnológica, o que permite aos alunos ter uma visão alargada deste grupo de materiais bem como das suas aplicações. É fomentada a realização de trabalho individual a nível da resolução de problemas e discussão de artigos científicos, com vista a habilitar cada um dos alunos a tornar-se autónomo em estudos futuros.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The course is organized as a series of lectures devoted to the presentation and discussion of the main concepts and techniques, and a parallel series of problem classes to work out the more challenging aspects of the*

*problems. The methodology, combining theoretical lectures for presentation of the main concepts and techniques, illustrated by the presentation of real examples, with periods for problem solving, allows students to understand the electronic properties of nanoscale systems and their influence in their physical properties, namely transport properties and emerging quantum effects. Completion of individual work in terms of problem solving and discussion of scientific papers is promoted to develop the students' ability to interpret problems and results in order to enable them to become autonomous in future studies.*

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

*C. Dupas, P. Houdy, M.Lahmani, Nanoscience: Nanotechnologies and Nanophysics, (Springer) 2007 J. M. Martinez-Duart, R.J. Martín Palma, F. Agullo Rueda, "Nanotechnology for Microelectronics and Optoelectronics", (Elsevier) 2006 S. Datta, "Electronic Transport in Mesoscopic Systems", (Cambridge Univ. Press) 1997 Yoseph Imry, "Introduction to Mesoscopic Physics", (Oxford Univ. Press) 2002*

### **Mapa X - Sistemas Planetários / Planetary Systems**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Sistemas Planetários / Planetary Systems*

#### **6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Pedro Miguel Borges Do Canto Mota Machado - 56h*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Compreender a formação e evolução do Sistema Solar. Planetas telúricos, planetas gigantes, cintura de Kuiper e nuvem de Oort. Corpos com atmosfera em equilíbrio hidrostático no Sistema Solar. Interiores planetários: estudo da génese e processos de arrefecimento do calor interno, diferenciação interna estrutura e dinâmica das camadas no interior dos corpos planetários. Campos magnéticos interiores e magnetosferas induzidas. Pequenos corpos do Sistema Solar: asteroídes, objectos trans-neptunianos e cometas. Estudo dos cometas e da actividade cometária. Planetologia comparada. Exoplanetas: história, técnicas de detecção, state of the art, caracterização atmosférica dos planetas extra-solares. Astrobiologia: biomarkers, espécies químicas. Telescópios e instrumentos de detecção remota a partir do solo e a partir do espaço. Elaboração de propostas de observação para estudo de corpos no âmbito do estudo dos sistemas planetários.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Understanding the formation and evolution of the solar system. Terrestrial planets, giant planets, Kuiper belt and Oort cloud. Bodies with atmosphere in hydrostatic equilibrium in the solar system. Planetary Interiors: study of the genesis and cooling processes of internal heat, internal differentiation and dynamic structure of the planetary bodies' internal layers. Internal magnetic fields and induced magnetospheres. Solar System's small bodies: asteroids, trans-Neptunian objects and comets. Study of comets and cometary activity. Compared Planetology. Exoplanets: history, detection techniques, state of the art, atmospheric characterization of extra solar planets. Astrobiology: biomarkers, chemical species. Characteristics of telescopes and remote sensing instruments, from space and from the ground. Preparation of observation proposals in order to study bodies in the context of planetary systems studies.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Formação e evolução do Sistema Solar. Planetas telúricos, planetas gigantes e pequenos corpos. Interiores planetários e campos magnéticos. Atmosferas planetárias. Planetologia comparada e evolução temporal. Exoplanetas: métodos de detecção e caracterização*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

*Formation and evolution of the solar system. Terrestrial planets, giant planets and small bodies. Planetary interiors and magnetic fields. Planetary atmospheres. Compared Planetology and temporal evolution. Exoplanets: Detection and characterization methods. Introduction to astrobiology.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os conteúdos programáticos cobrem os temas considerados mais pertinentes na área do estudo dos sistemas planetários. São apresentadas ferramentas físico-matemáticas que abrangem diversas áreas de investigação no estudo dos planetas do Sistema Solar e dos exoplanetas. Os conhecimentos transmitidos visam fornecer uma visão integrada e actualizada nesta área de investigação. Pretende-se, igualmente, dotar os alunos com*

*ferramentas úteis para uma eventual futura investigação nesta área ou outras áreas no âmbito da Astronomia e Astrofísica.*

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

*The syllabus covers the topics considered most relevant in the study of planetary systems. They are presented physical-mathematical tools that cover different areas of research in the study of the planets of the solar system and planets. The transmitted knowledge intend to provide an integrated and updated vision in this area of research. The aim is also to provide students with useful tools for future research in this area or other areas within the Astronomy and Astrophysics.*

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

*Aulas teóricas em que são apresentados os temas que cobrem os conteúdos programáticos. Os materiais apresentados são fornecidos aos alunos. Nas aulas teórico-práticas são apresentadas algumas ferramentas físico-matemáticas necessárias à investigação na área do estudo dos Sistemas Planetários. 25% - Ensaio escrito sobre tema no âmbito dos Sistemas Planetários (até 22 páginas). 10% - Apresentação oral do trabalho realizado. 40% - Séries de problemas. 25% - Proposta de Observação.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures that present the themes that cover the syllabus. All the materials presented are provided to students. In practical classes are presented some physical and mathematical tools necessary for research in the Planetary Systems' framework. 25% - Written essay about a theme in the Planetary Systems' framework (maximum 22 pages). 10% - Oral presentation of selected theme. 40% - Proposed problems. 25% - Observing Proposal.*

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

*A metodologia utilizada permite aos estudantes abordar os temas desenvolvidos na disciplina de uma forma integrada com vista a habilitar cada um dos alunos a tornar-se autónomo em estudos futuros.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The methodology will allow students to address issues developed in the discipline in an integrated manner in order to enable each student to become independent in their future studies.*

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

*1. J. Kelly Beaty, Petersen C. and Chaikin A., Eds. (1999), The New Solar System, Cambridge U. Press. 2. I. De Pater and J. Lissauer (2001), Planetary Sciences, Cambridge University Press. 3. P. Irwin (2003), Giant Planets of our Solar System, Springer. 4. G. H. Cole (1984), Physics of Planetary Interiors, Adam Hilger. 5. Mc Fadden, Weissman, Johnson, Eds. (2007), Encyclopedia of the Solar System, Academic Press.*

### Mapa X - Electrodinâmica quântica / Quantum Electrodynamics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Electrodinâmica quântica / Quantum Electrodynamics*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Rui Alberto Serra Ribeiro Dos Santos - 56h*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

*Não existem outros docentes envolvidos.*

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

*Introdução à Teoria Quântica do Campo Relativista e à Electrodinâmica Quântica.*

#### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*Introduction to Relativistic Field Theory and Quantum Electrodynamics*

#### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Equações de onda relativistas de Klein-Gordon e de Dirac. 2. Hamiltoniano de uma partícula carregada. 3. Princípio variacional em teoria de campo. Aplicação à electrodinâmica. 4. Simetrias de gauge globais e Teorema de Noëther. 5. Quantização canónica de um oscilador harmónico e de dois osciladores harmónicos*



*degenerados. 6. Quantização de um campo escalar real, campo escalar complexo, spinor, e campo electromagnético. Espaço de Fock. Cargas conservadas, energia e momento linear. 7. Representações de Schrödinger, de Heisenberg, e Intermédia em teoria do campo. Teoria das perturbações dependentes do tempo. Matriz S. 8. Aplicação à interacção de Yukawa. Decaimentos, colisões fermião-fermião, fermião-bosão. Regras de Feynman para a interacção de Yukawa e a Electrodinâmica. 9. Correções radiativas de auto-energia e dos vértices. Regularização dimensional. Renormalização, contratermos. Evolução da constante de acoplamento de Yukawa e da unidade de carga eléctrica.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Klein-Gordon and Dirac equations 2. Hamiltonian of a charged particle 3. Variational principles in field theory. Application to electrodynamics, 4. Global gauge symmetries and Noether's theorem 5. Canonical quantization of the harmonic oscillator and of two degenerate harmonic oscillators. 6. Canonical quantization of the real and complex scalar fields, spinor and electromagnetic fields. Fock space. Conservation of charge, energy and momentum. 7. Schrödinger and Heisenberg representation in field theory. Time dependent perturbation theory. S matrix. 8. Yukawa interaction. Decays and cross-sections. Feynman rules for the QED and Yukawa interactions. 9. Radiative corrections to self-energies and vertices. Dimensional regularization. Renormalization and counter-terms. Evolution of the Yukawa couplings and of the electric charge.*

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

*Os objectivos da Unidade Curricular são a aquisição das competências que o conhecimento aprofundado do programa proporciona, testadas em aplicações concretas também incluídas no programa.*

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

*The course objectives are to lead the students to develop the skills inherent to a deep understanding of the course topics, tested in concrete applications also covered in the course.*

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

*Aulas teóricas e aulas teórico-práticas. Exercícios feitos pelos alunos em casa. Exercícios feitos em casa (40%) e exame final escrito (60%).*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures and problem solving classes. Take home exercises. Take home exercises (40%) and final exam (60%).*

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

*A metodologia de ensino assenta em aulas teóricas dedicadas à exposição e discussão dos conceitos e técnicas principais, e em aulas teórico-práticas para trabalhar sobre os aspectos mais sofisticados de listas de problemas.*

#### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The course is organized as a series of lectures devoted to the presentation and discussion of the main concepts and techniques, and a parallel series of problem classes to work out the more challenging aspects of problem lists.*

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

*F. Mandl, G. Shaw, "Quantum Field Theory", J. Wiley & Sons, 1984. S. Weinberg, "The Quantum Theory of Fields I", Cambridge University Press, 1996. F. Halzen, A. D. Martin, "Quarks and Leptons", J. Wiley & Sons, 1984. D. Griffiths, "Introduction to Elementary Particles", J. Wiley & Sons, 1987.*

### Mapa X - Física Atómica e Molecular Complementar / Complementary Atomic and Molecular Physics

#### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Física Atómica e Molecular Complementar / Complementary Atomic and Molecular Physics*

#### 6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*José Manuel Pires Marques - 56h*

#### 6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*O objectivo deste curso é a introdução de métodos avançados da Física Atómica, com aplicações a problemas em que a física básica é essencialmente bem conhecida e bem compreendida. Os alunos ficarão preparados para estudar outros tópicos em que a natureza das forças é menos bem conhecida ou em que as aproximações utilizadas são menos precisas.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The objective of this course is the introduction of advanced atomic physics methods with applications to problems where basic physics is well known and well understood. The students will be prepared to study other topics where the nature of the forces is less well known or where the approaches used are less precise.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Métodos de aproximação 2. Átomos multieletrónicos 3. Elementos de matriz e cálculo de energia 4. Desenvolvimento temporal de um sistema quântico 5. Interação entre átomos e radiação 6. Propriedades gerais das moléculas 7. Estados eletrónicos das moléculas 8. Espectros moleculares*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Approximation methods 2. Many-electron atoms 3. Matrix elements and energy calculation 4. Time development of a quantum system 5. Interaction between atoms and radiation 6. General properties of Molecules 7. Electronic states of Molecules 8. Molecular spectra*

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

*No programa da Unidade Curricular é apresentado conjunto de matérias, que são essenciais para uma descrição aprofundada da estrutura atómica e molecular. É dada especial atenção às funções de onda de sistemas multieletrónicos, à evolução temporal destes sistemas e à interação entre átomos e radiação eletromagnética. Estas ferramentas são usadas no estudo de espectros moleculares.*

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

*The syllabus of the course presents a set of subjects that are essential for a deep description of atomic and molecular structure. Special attention is given to the wave functions of multi-electron systems, to the temporal evolution of these systems and the interaction between atoms and electromagnetic radiation. These tools are used to study molecular spectra.*

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

*Aulas teóricas que se dedicam à exposição dos temas, e aulas teórico-práticas que são utilizadas para a resolução de problemas sobre a matéria leccionada. A avaliação tem três componentes: resolução de exercícios distribuídos aos alunos, apresentação oral e escrita de um trabalho, exame final escrito.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve sets of problems related to the material in the lectures. The final grade as three components: resolution of exercises distributed to the students, oral and written presentation of a thematic work, final written exam.*

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

*Este curso integra aulas teóricas e teórico-práticas. Nas aulas teórico-práticas são resolvidos problemas que exploram os diversos tópicos apresentados nas aulas teóricas. A pesquisa e a apresentação oral e escrita de trabalhos sobre temas atuais permite aos alunos entrar em contacto com a investigação que se faz nesta área e visa habilitar cada um deles a tornar-se autónomo em estudos futuros.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The course contains lectures and practical classes. The practical classes are dedicated to the resolution of problems that explore the various topics presented in the lectures. Research and oral and written presentation of works on current themes allows students to get in touch with the research that is done in this area and aims to enable each of them to become autonomous in future studies.*

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

*M. Weissbluth, Atoms and Molecules, (Academic Press) 1981. S. Gasiorowicz, Quantum Physics, (John Wiley and Sons) 1996. C. Cohen Tannoudji, B. Diu et F. Lalo, Mécanique Quantique, (Hermann) 1977. P. Roman, Advanced Quantum Theory, (Addison-Wesley) 1965.*

## Mapa X - Física de Partículas / Particle Physics

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Física de Partículas / Particle Physics*

### 6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*José Carvalho Maneira - 56h*

### 6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*O principal objetivo desta unidade curricular é fornecer uma formação geral sólida na área da Física das Partículas Elementares. Não sendo já o primeiro contacto dos alunos com o tema, pretende-se aprofundar a teoria do Modelo Padrão, e os principais resultados experimentais na sua base, bem como desenvolver a capacidade de efetuar cálculos teóricos de secções eficazes de processos simples.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The main goal of this course is to provide a solid general formation in the area of Elementary Particle Physics. Since this is not the first contact of the students with the theme, we aim for a deeper approach to the the Standard Model theory, and the main experimenta results at its basis. One of the main goals is also that the students develop the capability to carry out theoretical calculations of simple processes's cross sections.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Conceitos base. Cinemática relativista e equações. de onda relativistas. 2. Cálculos de dispersão e decaimento de partículas. Regras de ouro de Fermi. 3. Eletrodinâmica Quântica. Diagramas e regras de Feynman. 4. Simetrias e leis de conservação. 5. Hadrões, quarks e Cromodinâmica quântica. 6. Interação fraca. Neutrinos e violação de CP. 7. Unificação eletrofraca e mecanismo de Higgs.*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Basic concepts. Relativistic kinematics. Relativistic wave equtions. 2. Calculations of particle decay and scattering. Fermi's golden rule. 3. Quantum electrodynamics. Feynman's diagrams and rules. 4. Simmetries and conservation laws. 5. Hadrons. quarks, and quantum chromodynamics. 6. Weak interaction, Neutrinos. CP violation. 7. Electroweak unification and Higgs mechanism.*

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

*O programa é relativamente vasto e cobre as bases da Física de partículas, a descrição teórica das 3 interações fundamentais (EM, forte e fraca), bem como temas atuais mais avançados (oscilação de nutrinos, violção de CP, Higgs). Adequa-se, portanto, ao desenvolvimento aprofundado, mas geral da área, visto que os alunos já terão bases teóricas sólidas para poder abarcar todos os conteúdos.*

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

*The contens of this course are relatively extensive, covering the bases of Particle Physics, and the theoretical description of the 3 fundamental interactions (EM, strong and weak), as well as current research fields (neutrino oscillations, CP violation, the Higgs mechanism). It is therefore adequate for a deep, but general approach to the subject, possible because the students already have solid theory basis in order to follow all the contents.*

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

*Aulas teóricas para apresentação dos conceitos. Exercícios feitos pelos alunos nas aulas teórico-práticas e em casa. Exame escrito final com consulta bibliográfica (60%), exercício teórico individual feito em casa (20%), monografia temática (20%).*

### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures for the presentation of concepts. Class and take-home exercises. Final written exam (60%), individual take-home exercise (20%), written review paper on a subject (20%).*

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

*As aulas teóricas são essenciais para a transmissão e discussão dos conceitos. A capacidade de realização dos cálculos completos de secções eficazes, é adquirida nas aulas teórico-práticas e trabalho individual.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*Lectures are essential for the transmission and discussion of the concepts. The capacity to carry out full cross section calculations is gained in the exercise classes and with individual work.*

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

*M. Thomson, Modern Particle Physics, (Cambridge UP) 2013 D. Griffiths, Introduction to Elementary Particles, (John Wiley & Sons) 1987. F. Halzen and A. D. Martin, Quarks and Leptons: an introductory course in Modern Particle Physics, (John Wiley & Sons) 1984. D. H. Perkins, Introduction to High Energy Physics, (Addison-Wesley) 1987. B. R. Martin & G. Shaw, Particle Physics, (John Wiley & Sons) 1992.*

### **Mapa X - Fotónica / Photonics**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Fotónica / Photonics*

#### **6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*José Manuel De Nunes Vicente E Rebordão - 28h*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Manuel Adler Sanchez de Abreu - 28h*

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

*Fornecer os conceitos fundamentais e o desenho qualitativo das configurações que estão na base das principais aplicações da luz (fotónica) no século XXI. Identificar e descrever as funções passíveis de implementação óptica no contexto das tecnologias da sociedade de informação (tais como, por exemplo, comunicações, comutação, processamento, interconexões, redes). Clarificar os domínios (sobreponíveis) associados à optoelectrónica, fotónica, óptica quântica e nano-óptica, tanto em termos científicos e tecnológicos, como industriais.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To describe the basics and fundamental concepts underlying the main applications of light (photonics) in the XXI century. To identify and to model the most important information technology functions which can be implemented optically (e.g., communications, commutation, processing, interconnecting, networking). To clarify the boundaries between the overlapping concepts of optoelectronics, photonics, quantum optics, nano-optics, in scientific, technological and industrial contexts.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1 – Revisão de alguns aspectos da teoria electromagnética 2 – Óptica guiada 3 – Fontes e detectores de luz 4 – Óptica não-linear 5 – Outros fenómenos de emissão de luz*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

*1 – Electromagnetic theory, review 2 – Optical waveguides 3 – Light sources and detectors 4 – Nonlinear optics 5 – Other light generation phenomena*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*Os vários tópicos (2-5) justificam a natureza ubíqua da fotónica, aplicável em todas as situações em que haja informação a ser gerada, transmitida e processada por meio de luz. A 1ª secção (revisão de tópicos de Electromagnetismo) permite enquadrar as seguintes no paradigma do EM clássico, menos cobertos em disciplinas anteriores do MIEF. A 2ª secção, por razões de tempo, apenas incide em fibras ópticas ou guias planares usados em sensores. Ficam de fora outros meios estruturados (cristais fotónicos, estruturas multicamada ou metamateriais) que todavia podem ser trabalhados pelos alunos nas respectivas monografias. A 3ª secção, revendo conhecimentos anteriores de semicondutores, será conduzida de modo a incidir essencialmente sobre os aspectos mais relevantes para as fontes e detectores semicondutores, na perspectiva da tecnologia, da engenharia e dos produtos disponíveis.*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*Topics 2-5 demonstrate the ubiquitous nature of photonics and are applicable wherever there is information to be generated, transmitted or processed using light. Section 1 (EM review) is important to frame the following sections in classical EM, focusing on topics not covered before. Section 2 focus exclusively on optical fibers and planar guides used in optical sensors. Structured materials (such as photonic crystals, multilayers or metamaterials) are not covered; nevertheless, these can be topics of interest for students' individual essays. Section 3 will review previous knowledge on semiconductors but will address only some topics of more relevance for sources and detectors, with emphasis on technologies, engineering considerations and components available in the market.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria e orientação na utilização da bibliografia. Aulas de laboratório para contacto com a manipulação de feixes laser na exploração da fenomenologia básica da óptica e da fotónica. Algumas experiências de óptica guiada, com lasers diódo e de detecção de radiação laser. Modelação de componentes e subsistemas fotónicos em Matlab. Monografia - trabalho escrito e a apresentar oralmente (30%). Simulação numérica de um modelo ou conjunto de modelos relativos ao tema da monografia (30%). Caderno de Laboratório (30%). Intervenção nas aulas teóricas através de apresentações curtas (~15m) (10%).*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures which will provide the explanation of the relevant material and overview of the bibliography. In laboratory classes students will actually manipulate laser beams to study the basic phenomenology of optics and photonics. Experiments on guided optics, semiconductor lasers and detection. Modeling components and photonics subsystems with Matlab. Monography - written and oral presentation (30%). Numerical simulation on models covered by the monography (30%). Laboratory note book (30%). Short oral presentations (~15m) during the tutorials (10%).*

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

*Facilita-se o acesso aos modelos fundamentais da fotónica, com um número reduzido de livros de referência, mas antecipa-se a diversidade de interesses dos alunos valorizando o trabalho individual em temas de fotónica, alicerçados nos fundamentos expostos. Valoriza-se igualmente, através da simulação numérica, o tratamento quantitativo dos modelos, de modo a preparar os alunos para actividades típicas de engenharia que envolvam requisitos ou níveis de desempenho definidos quantitativamente. Finalmente, dá-se um peso significativo à componente laboratorial, muitas vezes a 1ª vez com que os alunos se confrontam com óptica e fotónica experimental, sem o que a formação de um futuro engenheiro ficaria severamente prejudicada.*

#### **6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*In tutorials, students are presented with the basics of photonics, following a small number of reference books, anticipating the diversity of their interests in terms of applications. We therefore promote the development of self-interest topics, based upon the basics of the subject, through individual work leading to monographies. Numerical simulation is promoted in order to prepare students to handle quantitative requirements and tolerances at system level, a very important activity for engineers. Finally, the laboratorial component is enhanced; in many cases, this is the very first time students become acquainted with experimental phenomenology, as well as modern experimental techniques in a professional optics laboratory, a requirement of utmost importance for the training of an engineer-to-be.*

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

*- Saleh B., Teich M., Fundamentals of Photonics (2ª ed., Wiley, 2007).- K. Iizuka, Elements of Photonics, Wiley, 2002- Trager F., Handbook of Lasers and Optics (Springer, 2007).- Bass (ed.) Handbook of Optics (5 volumes) (Optical Society of America)- K.D. Moller, Optics, Learning by Computing with Examples (Mathcad, Matlab), Springer, 2003- Encyclopedia of Laser Physics (<http://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>)- HyperPhysics, <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>*

### **Mapa X - Laboratório Avançado de Matéria Condensada / Advanced Condensed Matter Laboratory**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Laboratório Avançado de Matéria Condensada / Advanced Condensed Matter Laboratory*

#### **6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Maria Margarida Da Fonseca Beja Godinho - 56h*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Compreensão dos princípios físicos envolvidos em técnicas experimentais na área de Física da Matéria Condensada. Prática experimental na utilização de algumas técnicas experimentais de investigação em Física da Matéria Condensada. Tratamento e análise de resultados experimentais*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Knowledge of the Physical basis of Condensed Matter experimental techniques. Use of some experimental techniques in Condensed Matter Physics research. Experimental data treatment.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Produção e estudo de sistemas utilizando algumas das técnicas experimentais a seguir indicadas: MOCVD por injeção pulsada, pulverização catódica, deposição por laser pulsado, difracção de raios X, magnetometria SQUID, susceptibilidade magnética ac, resistividade eléctrica ac e dc, magneto-transporte, espectroscopia Mössbauer, microscopia de força atómica, microscopia electrónica de varrimento, efeito Kerr magnético-óptico. Hardware e software para cálculos de estrutura electrónica.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Production and study of systems using some of the experimental techniques listed: pulsed injection-MOCVD, sputtering and pulsed laser deposition, X-ray diffraction, SQUID magnetometry, ac magnetic susceptibility, ac and dc electrical resistivity, Mössbauer spectrometry, atomic force microscopy, scanning electron microscopy, Magnet-Optic Kerr Effect. Hardware e software for band structure calculations.*

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

*O programa proporciona a aprendizagem dos princípios físicos e a utilização de uma variedade de técnicas experimentais de investigação, bem como o tratamento e análise de resultados experimentais, na área da Física da Matéria Condensada, pelo que cumpre os objectivos fixados.*

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

*The program provides learning of the physical principles and the use of a variety of experimental research techniques, as well as the processing and analysis of experimental results, in the area of Condensed Matter Physics, which meets the objectives set.*

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

*Aulas de exposição sobre as técnicas experimentais a ser utilizadas e os conceitos físicos subjacentes. Trabalho em laboratório, análise dos dados experimentais e ajuste dos resultados utilizando simulações computacionais. Avaliação contínua sobre a qualidade do trabalho realizado e capacidade de intervenção dos estudantes no laboratório (25%); relatório escrito (25%); exposição oral e discussão sobre um dos trabalhos realizados (50%).*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Tutorial lectures on the available experimental techniques and inherent physical concepts. Experimental work in the lab, analysis of experimental data and fitting of the results using computer modeling. Continuous evaluation on the quality of the performed work and intervention of the students on the planning (25%); written report (25%), oral presentation and discussion on one of the performed experimental works (50%).*

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

*A metodologia de ensino assenta na exposição e discussão dos conceitos e técnicas utilizados e em aulas práticas em que essas técnicas são aplicadas em exemplos concretos. Sob a supervisão do professor os alunos, organizados por grupos (2-3-alunos), são chamados a planear o conjunto de medidas experimentais que vão realizar, tendo em vista a obtenção de informação sobre o sistema que é objecto de estudo. Guiados no processo de utilização das diferentes técnicas e no tratamento dos resultados correspondentes, os alunos são chamados no fim a coligir toda a informação obtida sobre os sistemas estudados e a realizar uma apresentação oral sobre o estudo efectuado. Esta metodologia permite desenvolver nos alunos, para além de um conhecimento profundo de um conjunto de técnicas experimentais, a capacidade de análise e de decisão relativamente à execução de um trabalho de investigação de natureza experimental.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*This methodology guarantees a deep knowledge of the used experimental. The course is organized as a series of lectures devoted to the presentation and discussion of the main concepts and techniques, and a series of laboratory sessions where these are applied to specific systems, allowing their description in terms of physical properties. Under teacher's supervision the students have to plan the measurements to perform in order to obtain the maximum information about the system under study. The students are guided on the utilization of the available techniques, data treatment methodologies and modeling, and have to do at the end of the course an oral presentation about their study. I techniques and the training of the students concerning their capacity to plan a complete series of measurements focused on the study of a specific physical system.*

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

*Livros de referência em física da matéria condensada e manuais do equipamento disponível.*

### **Mapa X - Magnetismo e Supercondutividade / Magnetism and Superconductivity**

#### **6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Magnetismo e Supercondutividade / Magnetism and Superconductivity*

#### **6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Maria Margarida Da Fonseca Beja Godinho - 28h*

#### **6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Maria Margarida Colen Martins da Cruz - 28h*

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

*Apresentar os conceitos fundamentais em Magnetismo e Supercondutividade e suas aplicações.*

#### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To present the fundamental concepts in Magnetism and Superconductivity and their applications.*

#### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Magnetismo de átomos e electrões livres. 2. Interações magnéticas. 3. Ordem magnética em isolantes e metais. 4. Excitações magnéticas. 5. Domínios magnéticos. 6. Sistemas magnéticos: desordem, baixa dimensionalidade e transporte. 7. Supercondutividade, factos experimentais. 8. Teorias fenomenológicas de London e Ginzburg-Landau. 9. Teoria microscópica de Bardeen-Cooper-Schrieffer. 10. Supercondutores não convencionais e outros condensados.*

#### **6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Magnetism of atoms and free electrons. 2. Magnetic interactions. 3. Magnetic order in insulators and metals. 4. Magnetic excitations. 5. Magnetic domains. 6. Magnetic systems: disorder, low dimensionality and transport. 7. Superconductivity, experimental facts. 8. Phenomenological theories of London and Ginzburg-Landau. 9. Microscopic theory of Bardeen-Cooper-Schrieffer. 10. Unconventional superconductors and other condensates.*

#### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*As matérias ensinadas são fundamentais para qualquer estudo dos temas desenvolvidos na disciplina e podem ser encontradas nos livros de referência neste assunto.*

#### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*The materials taught are basic to any study of the themes developed in the course and can be found in reference books on this subject.*

#### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. Exame final escrito (70%). Apresentação oral de um trabalho de revisão seleccionado de uma lista de tópicos disponibilizada pelo professor (30%)*

#### **6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures, which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of*

*problems related to the lectured topics. Final written examination (70%). Oral presentation of a review topic selected from a list of topics proposed (30%)*

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

*A metodologia de ensino utilizada procura abordar os diferentes temas de uma forma integrada, de modo a conferir aos alunos uma visão abrangente dos temas tratados, habilitando-os a tornarem-se autónomos em estudos futuros.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The teaching methodology seeks to address the different issues in an integrated manner and tries to give the students a comprehensive view of the topics, which enables them to become independent in future studies.*

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

*S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter Physics, Oxford University Press, 2001. J. Annett, Superconductivity, Superfluids and Condensates, Oxford University Press, 2004. E. Trémolet de Lacheisserie, D. Gignoux and M. Schlenker, Magnetism - Fundamentals, vol. I; Magnetism – Materials and Applications, vol. II, (Springer-Verlag) 2005. M. Tinkham, Introduction to Superconductivity, 1ª ed. 1975; 2ª ed. (Dover) 2004.*

**Mapa X - Ondas Não Lineares / Nonlinear Waves**

**6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Ondas Não Lineares / Nonlinear Waves*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Dmitry Zezyulin - 56h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Apresentar os conceitos básicos sobre ondas lineares e não lineares, ondas de choque e solitões tendo em vista aplicações básicas de interesse em Física e Engenharia.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To give basic knowledge about linear and nonlinear waves, shock waves and solitons, with the goal of addressing a variety of basic applications in Physics and Physical Engineering.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Ondas lineares em meios contínuos e discretos. 2. Aplicações físicas: equação não linear de Schroedinger em ótica; equação de Gross-Pitaevskii na teoria de condensado de Bose-Einstein; osciladores acoplados não lineares. 3. Descrição lagrangiana e hamiltoniana das ondas não lineares. 4. Ondas planas não lineares. Instabilidade modulacional. 5. Existência global das ondas não lineares. Blow-up em tempo finito. 6. Solitões. 7. Ondas de choque. 8. Modos não lineares em potenciais parabólicos e periódicos. Gap solitons.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Linear waves in continuous and discrete media. 2. Physical applications: nonlinear Schroedinger equation in optics, Gross-Pitaevskii equation in the theory of Bose-Einstein condensates, coupled nonlinear oscillators. 3. Lagrangian and Hamiltonian description of nonlinear waves. 4. Nonlinear plane waves. Modulational instability. 5. Global existence and finite-time blowup of nonlinear waves. 6. Solitons. 7. Shock waves. 8. Stationary nonlinear modes in periodic and parabolic potentials. Gap solitons.*

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

*As matérias ensinadas são fundamentais para qualquer estudo dos temas desenvolvidos na disciplina e podem ser encontradas nos livros de referência neste assunto.*

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

*The subjects taught are basic to any study of the themes developed in the course and can be found in reference books on this subject.*



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

*Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. Avaliação contínua (20%), apresentação de um projeto (80%).*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures. Continuous assessment (20%), presentation of a project (80%).*

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

*A metodologia utilizada permitirá aos estudantes abordar os temas desenvolvidos na disciplina de uma forma integrada com vista a habilitar cada um dos alunos a tornar-se autónomo em estudos futuros.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The methodology will allow students to address issues developed in the discipline in an integrated manner in order to enable each student to become independent in future studies.*

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

*G. B. Whitham, Linear and Nonlinear Waves, (John Wiley & Sons) 1974. A. M. Kamchatnov, Nonlinear Periodic Waves and Their Modulations. An Introductory Course, (World Scientific) 2000). R. K. Dodd, J. C. Eilbeck, J. D. Gibbon, and H. C. Morris, Solitons and Nonlinear Wave Equations, (Academic Press) 1982. M. J. Ablowitz and H. Segur, Solitons and the Inverse Scattering Transform, (SIAM) 1981. C. Sulem and P.-L. Sulem, The nonlinear Schrodinger equation: self-focusing and wave collapse, (Springer-Verlag) 1999. V. I. Karpman, Nonlinear Waves in Dispersive Media, (Pergamon Press) 1975. I. M. Gelfand and S. V. Fomin, Calculus of variations, (Prentice-Hall) 1963. J. Yang, Nonlinear Waves in Integrable and Nonintegrable Systems, (SIAM) 2010. L. Pitaevskii and S. Stringari, Bose-Einstein Condensation, (Clarendon Press, Oxford) 2003.*

**Mapa X - Sem. em Fís. da Matéria Condensada e Nano-Materiais /Sem. in Cond. Matter Phys. and Nanomaterials****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Sem. em Fís. da Matéria Condensada e Nano-Materiais /Sem. in Cond. Matter Phys. and Nanomaterials*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel - 28h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*A unidade curricular Seminário pretende expôr os alunos a temas de investigação atual em variadas áreas da Física, familiarizar os alunos com o ambiente de investigação e desenvolver a capacidade de realização de uma apresentação científica, através da participação em seminários organizados pelo Departamento de Física.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The curricular unit Seminar aims to expose the students to current research topics in various areas of Physics, to familiarize the students with the research environment and develop the ability to make a scientific presentation, through participation in seminars organized by the Department of Physics.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Exposição a uma variedade de temas de investigação em Física apresentados nos seminários, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre o plano de investigação para a sua tese.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Exposure to a variety of research topics in Physics presented in the seminars, and presentation of a seminar by the student on the research plan for her / his thesis.*

**6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade**

**curricular.**

*A exposição a uma variedade de temas de investigação em Física e apresentação de um seminário pelo aluno são adequados para os objectivos definidos.*

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

*The exposure to a variety of research topics in Physics and presentation of a seminar by the student are adequate for the objectives set.*

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

*Assistência a seminários e realização de um seminário pelo aluno no quadro dos seminários organizados pelo Departamento de Física. A avaliação tem duas componentes: assistência e participação nos seminários organizados pelo Departamento de Física, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre o plano de investigação para a sua tese.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Attendance of seminars and presentation of a seminar by the student in the frame of the seminars organized by the Department of Physics. The evaluation has two components: attendance and participation in the seminars organized by the Departments of Physics, and presentation of a seminar by the student on the research plan for her/his thesis.*

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

*A assistência a seminários e a realização de um seminário pelo aluno são adequados para os objectivos definidos.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The attendance of seminars and the presentation of a seminar by the student are appropriate for the objectives set.*

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

*N/A*

**Mapa X - Técnicas de Obs. e Redução de Dados em Astronomia /Techn. of Obs. and Data Reduction in Astronomy****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Técnicas de Obs. e Redução de Dados em Astronomia /Techn. of Obs. and Data Reduction in Astronomy*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Rui Jorge Lourenço Santos Agostinho - 56h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Dar uma formação sólida em Astronomia observacional, estudando os princípios físicos e procedimentos para realizar observações com instrumentação moderna, assim como os princípios das técnicas da análise de dados. Deste modo, o aluno familiariza-se com os detalhes dos parâmetros observacionais tais como, conceitos avançados sobre sistemas de coordenadas, características de telescópios e detetores, princípios avançados de fotometria, espectroscopia e do tratamento de dados associado, o que lhe permite planear e conduzir observações astronómicas para investigação científica, num observatório internacional.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To provide a solid basis in concepts of observational Astronomy, by studying the physical principles underlying the use of modern instrumentation, as well as advanced details in data reduction and analysis. The student should get familiar with several observational parameters, which involves advanced concepts in astronomical reference systems, characteristics of modern telescopes and detectors, advanced principles of photometry, spectroscopy and associated data reduction techniques, which allows one to plan and conduct astronomical observations for scientific research, at an international observatory.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Sistemas de Coordenadas. Alterações com a refração atmosférica, movimento próprio, precessão e nutação. Escalas de Tempo. 2. Intensidade luminosa, magnitude e sua deteção. Alterações devidas à massa de ar e ao instrumento. 3. As flutuações estatísticas da emissão de luz. 4. Os Sistemas fotométricos de Johnson e Strömgren: relação das cores e índices com os parâmetros atmosféricos estelares. Diagramas H-R. 5. Características dos detetores CCD. Calibração das contagens na imagem do CCD. Princípios estatísticos fundamentais do tratamento de imagens. Ajustes e incertezas estatísticas. O software IRAF. 6. Espectroscópios: redes de difração simples e montagem Échelle. Espectros e riscas espectrais: parâmetros observacionais e relação com as características físicas. Distribuição dum espectro na imagem CCD.*

#### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Coordinates systems. The change in position due to atmospheric refraction, proper motion, precession and nutation. Time scales. 2. Light intensity, magnitude and their detection. Changes due to air mass and instruments. 3. Statistical fluctuations of light emission. 4. The Johnson and Strömgren's photometric systems: relationships between colors, indices and stellar atmospheric parameters. H-R diagrams. 5. Characteristics of CCD detectors. Calibration of photon counts on CCD images. Fundamental statistical principles on image data reductions. Data fit and statistical uncertainties. 6. Spectroscopes: simple diffraction gratings and Échelle assembly. Spectra and spectral lines: observational parameters and their relation to physics characteristics. General behavior of spectra on CCD images.*

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

*Os objetivos programáticos incluem fornecer bases sólidas para fazer investigação em astronomia, numa componente observacional com instrumentação moderna. O programa apresentado explora em detalhe estes objetivos, abordando os conceitos importantes que subjazem a todos os parâmetros observacionais, tais como, tópicos avançados sobre sistemas de coordenadas, características de telescópios, detetores CCD de imagem, princípios avançados de fotometria, espectroscopia, técnicas e procedimentos no tratamento dos dados e imagens. Deste modo, o conteúdo programático tem uma sequência lógica que sistematiza e explora estes conceitos, em todos os aspetos do conhecimento atual, capacitando o aluno para conduzir observações astronómicas para investigação científica, num observatório internacional, e saber tratar os dados obtidos relacionando-os com os fenómenos astrofísicos.*

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

*The objectives are defined as to lay down foundations and develop research skills in observational astronomy, using modern instrumentation. This program of study explores the objectives, through the usage of important aspects underlying observational parameters such as, advanced concepts in reference systems, advanced principles of photometry, characteristics of modern telescopes and detectors, spectroscopy and associated data reduction techniques. In this way, the syllabus has a logical sequence that details and explores the concepts previously stated, according to our current knowledge, to capacitate the student to conduct astronomical observations for scientific research, at an international observatory, and do the data reduction to relate them with the astrophysical phenomena.*

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

*Usa-se a explanação dedutiva para modelar dados observacionais ou definir conceitos. A explanação é interativa para envolver os conhecimentos prévios dos alunos e integrar os novos resultados. Usam-se modelos dinâmicos em Mathematica para explorar resultados complexos e multifacetados. A consolidação da aprendizagem recorre à resolução de problemas teóricos e práticos, com redução de dados de investigação científica. A avaliação consiste na resolução de séries de problemas e de um trabalho escrito.*

#### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*The deductive method is used to model observational data or to define concepts. The explanation is interactive in a way to involve students and guide them on the assimilation of new topics. Dynamical models in Mathematica are used to explore complex or multivariate results. The learning consolidation is based on problem solving, theoretical or numeric, but particularly achieved with the reduction of scientific research data. It's required to hand-in the solutions of several problem sets and one written essay.*

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

*Esta UC é de índole mais prática mas desenvolve todos os conceitos avançados sobre técnicas de observação e tratamento de dados em astronomia. Por um lado, nas aulas teóricas e teórico-práticas são profusamente explanados e demonstrados os conceitos e resultados importantes associados a estes objetivos. Por outro lado, os alunos têm de resolver exercícios cuja aplicabilidade prática no planeamento e observação astronómica é grande. Mas é-lhes requerido que desenvolvam software para tratar os dados observacionais que são fornecidos, também nos exercícios que constam na avaliação. Deste modo ganham competências adequadas (mas essenciais) à condução de investigação científica em astronomia observacional moderna.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*Although this UC is essentially of a practical nature, it develops all advanced concepts on observational techniques and data reduction in astronomy. On one hand, during both theoretical or problem solving lectures, all topics related to the aforementioned objectives are explained and debated in great detail. On the other hand, the students are required to solve problem-exercises with immediate applicability on astronomical observations procedures and planning, for instance. But they are also required to develop software to do the reduction of observational data, given in the problem sets to turn-in. This is of extremely importance for the development (and strengthening) of skills for doing scientific research in modern observational astronomy.*

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

*- Robin M. Green: "Spherical Astronomy", Cambridge University Press (CUP), 1985. - Christopher R. Kitchin: "Astrophysical Techniques", CRC Press 2008, (1ªed 1991). - Edwin Budding & Osman Demircan: "Introduction to Astronomical Photometry", CUP, 2007, "Cambridge Observing Handbooks for Research Astronomers" series, No. 6. - Christopher R. Kitchin: "Optical Astronomical Spectroscopy", Institute of Physics Publishing, 1996*

**Mapa X - Universo Primitivo: Inflação e Estr. de Larga Escala/Early Univ.: Inflation and Large Scale Struct.****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Universo Primitivo: Inflação e Estr. de Larga Escala/Early Univ.: Inflation and Large Scale Struct.*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Francisco Sabelio Nobrega Lobo - 56h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*A disciplina é dedicada aos conceitos teóricos fundamentais do modelo padrão da cosmologia, o Modelo de Hot Big-Bang. Nomeadamente trata dos fenómenos físicos que, no quadro desse modelo, ocorreram do Universo Primitivo até á emissão da Radiação Cósmica de Fundo na época de desacoplamento entre radiação e matéria. Pretende-se que os alunos assimilem as ideias do modelo e que sejam capazes de resolver problemas no limite que precede a capacidade para desenvolver trabalho de investigação.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The course is devoted to the fundamental, theoretical concepts of the standard cosmological model, the Hot Big-Bang model. It addresses the physical phenomena that, according to the model, occur since the Early Universe to the emission of the Cosmic Microwave Background at the decoupling of matter and radiation. It is aimed that the students understand the ideas of the model and that they be able to solve problems approaching the level of research problems.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Assumpções em Cosmologia 2. História Térmica do Universo 3. Nucleosíntese do Big Bang 4. Recombinação 5. Bariogénese 6. Matéria Escura 7. Inflação 8. Perturbações Relativistas e Formação de Estrutura 9. Energia Escura 10. Modelos Alternativos da Gravitação*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*1. Assumptions in Cosmologia 2. Thermal history of the Universe 3. Nucleosynthesis of the Big Bang 4. Recombination 5. Barigenesis 6. Dark matter 7. Inflation 8. Relativistic perturbations and structure formation 9. Dark energy 10. Alternative models of gravity*

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

*O programa cobre os fundamentos do Universo primitivo, de forma que o aluno fique em posição para abordar problemas básicos nesta área e colaborar em temas de investigação.*

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

*The program covers the fundamentals of the Early Universe in such a way that the student is in position to approach elementary problems in these areas but also able to collaborate in research topics.*

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

*A matéria é dada frequentemente no quadro e ocasionalmente algum conteúdo exposto numa apresentação de slides. As aulas teórico-práticas são coordenadas pelo docente mas os exercícios são resolvidos pelos alunos. As folhas de problemas funcionam como trabalhos de casa e têm uma frequência semanal. A avaliação será feita mediante a resolução de folhas de problemas, um trabalho e um exame oral final. O trabalho será realizado pelos alunos e deverá ser apresentado sob a forma de uma pequena monografia escrita (com aproximadamente 12-15 páginas) e uma apresentação oral. As séries de problemas, o trabalho final e a oral valem um terço cada, respectivamente, para a nota final.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The topics are transmitted to the students at the blackboard and occasionally with a slides presentation. The theoretical-practical classes are coordinated by the lecturer, however, the problems ought to be solved by the students in groups of 2 students maximum. The exercise sheets function as homework and are to be handed in on a weekly basis. The students will have to solve weekly problem sheets during the course of the semester. There will also be a short essay to be done individually and presented to the class. The list of topics to choose from will be available from November. And finally, the students are expected to pass an oral exam with two jury elements. Each evaluation consists of one-third of the final classification.*

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

*Devido à grande componente matemática, em especial o cálculo tensorial, esta disciplina necessita de um cuidado acrescido a fim de manter a motivação inicial que levou os alunos a inscreverem-se. Com este objectivo, a estrutura do programa procura alcançar os conceitos físicos primeiro que a complexidade matemática que só é invocada quando estritamente necessário, sem detrimento de se atingirem os objectivos. Igualmente importante é a componente prática na forma de resolução de exercícios. Por esta razão são essenciais os trabalhos de casa regulares e as aulas práticas dedicadas à destreza de cálculo.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*Given the large mathematical component, specially tensor calculus, this course requires an extra care when it comes to keep the students' initial motivation for the subject. With this in mind, the program's structure seeks to reach the physical concepts before the mathematical complexity that is only invoked when strictly necessary without losing sight of the objectives. Equally important is the practical component in the form of exercises. For this reason, regular homework and practice classes are essential to achieve calculus ability.*

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

*1. Barbara Ryden - "Introduction to Cosmology" - Addison Wesley, 2003. 2. Scott Dodelson - "Modern Cosmology" - Academic Press, Elsevier, 2003. 3. Patrick Peter and Jean-Philippe Uzan, "Primordial Cosmology", Oxford U. Press, 2009. 4. Edward Kolb and Michael Turner - "The early universe" - Addison Wesley 1990*

**Mapa X - Astrofís. Extra-Galác.: Form. e Evol. de Galáx./Extra-Galactic Astrophy.: Format. and Evol. of Galax****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Astrofís. Extra-Galác.: Form. e Evol. de Galáx./Extra-Galactic Astrophy.: Format. and Evol. of Galax*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*David Ricardo Serrano Gonçalves Sobral - 56h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Oferecer uma visão abrangente do Universo a larga escala, discutindo o estudo das galáxias, a sua formação e evolução ao longo da história do Universo. Particular atenção será dada às indicações fornecidas por observações astronómicas a multi-comprimentos de onda, o estado do conhecimento actual e os desafios para a investigação futura.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To provide an overall view of the Universe at large scale, focusing on galaxies, their formation and evolution throughout the history of the Universe. The latest information from multiwavelength astronomical observations will be highlighted and discussed, as will be the challenges for future research.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. A Via Láctea. 2. Galáxias normais e galáxias activas. 3. Medição de distâncias cosmológicas e a Estrutura de Larga Escala do Universo. 4. Modos de evolução de galáxias. 5. Seleção e estudo de galáxias distantes. 6. Modelos de formação de galáxias.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*The Milky-Way. Normal and Active galaxies. The measurement of cosmological distances and the Large Scale Structure of the Universe. Evolutionary paths for galaxies. Methods for the selection and study of distant galaxies. Models of galaxy formation.*

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

*O programa está construído de uma forma evolutiva em termos de escala, partindo da Galáxia como exemplo de uma galáxia "normal" e estudando exemplos progressivamente mais distantes, eventualmente mais raros, de galáxias, permitindo ao aluno formar uma conjectura clara sobre a formação e evolução de galáxias e o seu enquadramento no conhecimento da estrutura de larga escala do universo.*

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

*The program is built in a scale-evolving way, starting from the Galaxy as an example of a "normal" galaxy to more distant, eventually less common, examples of galaxies, allowing for the student to create a clear picture of galaxy formation and evolution in the overall knowledge of the large scale structure of the Universe.*

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

*Aulas teóricas, dedicadas à apresentação da matéria. Aulas teórico-práticas, onde os conceitos são aprofundados e discutidos, recorrendo à resolução de exercícios e à discussão de artigos científicos relevantes. Resolução de problemas e realização de trabalhos; exame final.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures for the presentation of concepts. Additional classes used to discuss and expand these concepts, plan and perform work assignments and discussion of relevant scientific articles. Resolution of problem sets and essays; Final exam.*

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

*A apresentação dos conteúdos é, em grande parte, efectuada pela via tradicional de aulas teóricas complementadas com a resolução de exercícios nas aulas teórico-práticas. A discussão de artigos científicos permite um contacto mais próximo com a investigação atual nesta área, consolidando os conhecimentos adquiridos.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The presentation of content is mostly done through theoretical classes, complemented by more practical classes where example exercises are solved. The discussion of scientific articles allows for a closer contact with current research in this area, consolidating the aquired knowledge*

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

*"Galaxies in the Universe: an Introduction", L.S. Sparke & J. Gallagher, III. Cambridge University Press, 2000. "Galaxies and Cosmology", F. Combes, P. Boisseé, A. Mazue, A. Blanchard., Springer, 2002. "An Introduction to Modern Astrophysics", Bradley W. Carroll, and Dale A. Ostlie, 2nd Edition, Addison-Wesley, 2006.*

**Mapa X - Estágio (Fís. da Matéria Condensada e Nano-Materiais)/Trainee. in Condensed Matter Phy. and Nanomat.****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Estágio (Fís. da Matéria Condensada e Nano-Materiais)/Trainee. in Condensed Matter Phy. and Nanomat.*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Iveta Rombeiro Do Rego Pimentel - 0h*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*O objectivo da u.c. Estágio é permitir que o aluno complemente a sua formação em temas, técnicas e/ou métodos científicos que se revelem importantes para a realização da sua dissertação e não sejam abrangidos por outras unidades curriculares. A definição do conteúdo desta unidade curricular é feita pelo orientador da dissertação com aprovação do coordenador do ciclo de estudos.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The objective of the Traineeship is to allow students to complement their training in scientific topics, techniques and/or methods that are important to carry out their thesis and are not covered by other courses. The definition of the content of this course is made by the supervisor of the thesis with approval of the coordinator of the cycle of studies.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*A definição do conteúdo desta unidade curricular é feita pelo orientador da dissertação com aprovação do coordenador do ciclo de estudos.*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*The definition of the content of this course is made by the supervisor of the thesis with approval of the coordinator of the cycle of studies.*

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

*Os temas, técnicas e/ou métodos tratados no Estágio complementam a formação adquirida pelo aluno nas outras unidades curriculares, sendo relacionados com o trabalho a realizar na dissertação.*

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

*The topics, techniques and/or methods treated in the Traineeship complement the training received by the students in other courses, being related to the work to be undertaken in the dissertation.*

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

*Orientação individual do aluno pelo supervisor da dissertação.*

*A avaliação é feita com base num relatório escrito e apresentação oral sobre o trabalho realizado, sendo a classificação dada pelo orientador em conjunto com o coordenador do ciclo de estudos.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Individual guidance of the student by the supervisor of the thesis.*

*The assessment is based on a written report and oral presentation on the work done, the grade being given by the supervisor together with the coordinator of the course.*

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

*O trabalho autónomo realizado pelo estudante sob a orientação de um supervisor permite-lhe desenvolver competências úteis para a realização da dissertação.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The autonomous work performed by the student under the guidance of a supervisor allows her/him to develop useful skills to carry out the thesis.*

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

*N/A*

**Mapa X - Cosmologia Física / Physical Cosmology****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Cosmologia Física / Physical Cosmology*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Ismael Alexandre Borges Tereno - 56h*

### **6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*A disciplina de Cosmologia Física apresenta uma combinação de conceitos teóricos e métodos observacionais de cosmologia. A cosmologia moderna tem uma importante componente observacional, existindo uma grande variedade de dados obtidos em observatórios terrestres e missões espaciais. O objectivo essencial do curso é fornecer conceitos teóricos e métodos observacionais, essenciais para a investigação científica actual em Astrofísica e Cosmologia. Espera-se que os alunos apreendam os conceitos da matéria lecionada, sejam capazes de resolver problemas avançados sobre a matéria dada, fiquem aptos a compreender e debater artigos científicos relevantes e desenvolvam cultura científica em Física e Astronomia.*

### **6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The course of Physical Cosmology features a combination of theoretical concepts and methods of observational cosmology. Modern cosmology has an important observational component, with a wide range of data from ground-based observatories and space missions. The aim of the course is to provide the theoretical framework of the standard cosmological model together with observational methods. The theory-observations interplay is essential for current research in cosmology. It is expected that the students will get a solid understanding of the covered topics, will be able to solve advanced problems and to understand and discuss relevant scientific articles, developing their scientific culture in Physics and Astronomy.*

### **6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1. Universo Homogéneo 2. Sondas de Geometria: observações no Universo homogéneo 3. Universo Não Homogéneo 4. Sondas de Estrutura: observações no Universo não homogéneo*

### **6.2.1.5. Syllabus:**

*1. The Homogeneous Universe 2. Probes of Geometry: observations in the homogeneous Universe 3. The Inhomogeneous Universe 4. Probes of Structure: observations in the inhomogenous Universe*

### **6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.**

*A evolução do Universo produz um conjunto de quantidades observáveis como por exemplo, anisotropias na radiação cósmica de fundo, uma distribuição espacial de matéria escura que afecta gravitacionalmente a luz das galáxias, ou as distâncias às supernovas. O programa da disciplina de Cosmologia Física apresenta o desenvolvimento teórico destes observáveis cosmológicos e astrofísicos, incluindo tópicos como radiação cósmica de fundo, lentes gravitacionais, supernovas, oscilações barionicas. Além disso, introduz técnicas estatísticas e observacionais que permitem testar modelos cosmológicos usando esses observáveis. Estes 3 pontos: o estudo físico da evolução do Universo; o desenvolvimento teórico de observáveis; as técnicas estatísticas e observacionais, permitirão adquirir conhecimentos teóricos e observacionais de cosmologia moderna, essenciais para a investigação actual em cosmologia.*

### **6.2.1.6. Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives.**

*The evolution of the Universe produces a set of observables as anisotropies in the cosmic microwave background, a spatial distribution of dark matter that gravitationally affects the light of galaxies, or the distances to supernovae. The course outline presents the theoretical development of those cosmological and astrophysical observables, including topics such as the cosmic microwave background, gravitational lensing, supernovae, baryon acoustic oscillations. In addition, it also introduces statistical and observational techniques that allow one to test cosmological models using those observables. These 3 points: the physical study of the evolution of the universe; the theoretical development of observables; the statistical and observational techniques, provide a theoretical and observational knowledge of modern cosmology, which is essential for current research in cosmology.*

### **6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída):**

*Os conceitos fundamentais são introduzidos e explicados em detalhe, enquanto que as equações relevantes são deduzidas e desenvolvidas no quadro. Recorre-se também à projecção de slides para apresentar imagens, gráficos, resultados observacionais, bem como pontualmente informação em sitios internet. Participação activa dos alunos na componente teórica-prática com resolução de exercícios no quadro e discussão de artigos. Para cada um dos 4 capítulos do programa, é entregue uma série de exercícios para resolver em casa, que é depois discutida na aula TP (50%). Alguns dos exercícios incluem trabalho computacional. A participação nas aulas teóricas e teórica-prática, incluindo a discussão de artigos é também tida em conta na avaliação (20%). Finalmente, cada aluno fará uma apresentação final oral aprofundando um tópico dado nas aulas, utilizando o quadro (30%).*



**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*The fundamental concepts are introduced and explained in detail and the relevant equations are developed in the blackboard. Slides are also used to display images, plots, observational results, or on-line information. Students are asked to participate actively in the TPs by discussing exercises on the blackboard and presenting papers. 4 series of problems (one per chapter) to solve at home, and later discussion in TP class (50%). Some of the exercises should include computational work. Participation in the lectures and in the TPs, including the paper discussions (20%) Final oral presentation on a chosen a topic. It should be a lecture-like presentation (30%) .*

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

*A investigação em cosmologia moderna necessita de sólidas bases teóricas e capacidade de interpretação de resultados experimentais/observacionais. Para atingir o objectivo de preparar os alunos para a investigação nesta área, a disciplina de Cosmologia Física utiliza o seguinte conjunto de metodologias. Metodologia clássica com explicação dos conceitos e apresentação detalhada dos cálculos no quadro (componente teórica): este método permite dar a formação teórica formal sobre a Física do Universo, quer em aspectos mais clássicos dos modelos cosmológicos, quer nos aspectos teóricos relevantes para os observáveis cosmológicos. Projecção de slides acompanhando a exposição oral no quadro (componente teórica): necessário para apresentação de figuras, esquemas e simulações numéricas ilustrando processos físicos, bem como de gráficos mostrando resultados observacionais. Participação do aluno na resolução de exercícios concretos (componente teórica-prática): visando consolidação da matéria dada. Determinação de parâmetros cosmológicos (componente teórica-prática): estas aplicações permitem ilustrar em concreto a interacção entre aspectos teóricos e observacionais da cosmologia moderna, potenciando uma maior compreensão e familiaridade com os conteúdos do programa. Leitura e discussão de artigos - 'journal-club' - (componente teórica-prática): permitindo o desenvolvimento do espírito crítico e inquisitivo e a familiarização com resultados recentes. Preparação de um tópico (componente de avaliação): dar uma pequena aula no quadro visa potenciar uma compreensão mais aprofundada do tópico e o desenvolvimento de técnicas de apresentação oral, limitando o uso de imagens e frases encontrada na internet que muitas vezes tornam as exposições com recurso a slides mais superficiais. Estas diferentes metodologias visam atingir uma maior compreensão e consolidação da matéria dada e a obtenção de ferramentas necessárias às actividades de investigação científica.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*Research in modern cosmology requires a solid theoretical basis and interpretation of experimental/observational results. With the goal of preparing students for research in this area, Physical Cosmology uses the following set of methodologies. Classical methodology with presentation of the concepts and calculations on the blackboard (T): This allows for formal theoretical training both in the classical aspects of cosmological models, and in the theoretical aspects of the observational cosmological. Slides to accompany the lectures (T) : needed to show images, plots and numerical simulations illustrating physical processes or observational results. Problem solving, also with students' participation (TP) : useful to consolidate the topics covered in the lectures. Cosmological parameters estimation (TP) : these applications allow to illustrate the interaction between observational and theoretical aspects of modern cosmology , promoting deeper understanding. Reading and discussion of articles - 'journal club' - (TP) : with the goal of developing a critical mind and acquiring knowledge of recent results and research methods. Oral presentation (evaluation): delivering a short lecture on a chosen topic aims to promote a deeper understanding of the topic and to develop techniques of oral presentation. These different approaches aim to promote a greater understanding of the subject matter and to provide the necessary tools for scientific research .*

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

*Coles and Lucchin, Cosmology, 2ª ed., (Wiley) 2002 Dodelson, Modern Cosmology, (Academic Press) 2003 Peacock, Cosmological Physics, (CUP) 1999 Mo, van den Bosch and White, Galaxy Formation and Evolution, (CUP) 2011 Schneider, Extragalactic Astronomy and Cosmology, (Springer) 2006*

**Mapa X - Sistemas Dinâmicos / Dynamical Systems****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Sistemas Dinâmicos / Dynamical Systems*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Jorge Sebastião de Lemos Carvalhão Buescu - (não ativa 2015/16)*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não há outros docentes envolvidos*

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

*Dar aos alunos um conhecimento de ideias e de métodos básicos da teoria de sistemas dinâmicos e de algumas aplicações dela em ciência moderna.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Give students an understanding of basic ideas and methods from dynamical systems theory and some applications of it in modern science.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*1.Alguns factos históricos. Conceitos básicos Sistemas dinâmicos: equações diferenciais, não linearidade; espaço de fase; sistemas autónomos e não-autónomos 2.Fluxos unidimensionais Campo vetorial; retrato de fase, equilíbrio, análise de estabilidade linear 3.Bifurcações Sela-nó, transcritical, pitchfork 4.Sistemas com um grau de liberdade. Conceitos básicos Pontos fixos; variedades estáveis e instáveis, estabilidade de Liapunov e estab. assintótica; equação característica 5.Sistemas com um grau de liberdade (cont.) Retrato de fase; existência e unicidade de solução; pontos fixos e linearização 6.Ciclos limite Funções de Liapunov, teorema de Poincaré-Bendixson, oscilador de van der Pol 7.Osciladores não lineares Teor. de perturbações, averaging 8.Bifurcações (cont.) Bifurcações globais de ciclos limite; bifurcação de Hopf, mapa Poincaré 9.Equações de Lorenz Pontos fixos e bifurcações. Atrator estranho, conceito de caos; conceito de fractal. 10.Mapas unidimensionais Mapa logístico*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*1.Some historical facts. Fundamentals Dynamical systems: differential equations, nonlinearity; trajectory, phase space; systems autonomous and non-autonomous 2.Flows one-dimensional Vector field; phase portrait, equilibrium, linear stability analysis 3.Bifurcations Saddle-node, transcritical, pitchfork 4.Systems with one degree of freedom. Fundamentals Fixed points, stable and unstable manifolds, stability and Liapunov stability asymptótica; characteristic equation 5.Systems with one degree of freedom (cont.)Phase portrait, existence and uniqueness of solution, fixed points and linearization 6.Limit cycles Liapunov functions, Poincaré-Bendixson theorem, van der Pol oscillator 7.Nonlinear oscillators Perturbation theory (weak nonlinearity), averaging 8.Bifurcations (cont.) Global bifurcations of limit cycles; Hopf bifurcation, Poincare map 9.Lorenz equations Fixed points and bifurcations. Strange Attractor,concept of chaos, fractal concept. 10.Maps one-dimensional Logistic map*

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

*As matérias ensinadas são fundamentais para qualquer estudo dos temas desenvolvidos na disciplina e podem ser encontradas nos livros de referencia neste assunto.*

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

*The subjects taught are basic to any study of the themes developed in the course and can be found in reference books on this subject.*

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

*Aulas teóricas e teórico-práticas Avaliação contínua (30%), exame final (70%)*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures and theoretical-practical Continuous assessment (30%), final exam or presentation of a project (70%)*

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

*A metodologia utilizada permitirá aos estudantes abordar os temas desenvolvidos na disciplina de uma forma integrada com vista a habilitar cada um dos alunos a tornar-se autónomo em estudos futuros.*

**6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The methodology will allow students to address issues developed in the discipline in an integrated manner in order to enable each student to become independent in future studies.*

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

*S. H. Strogatz, "Nonlinear Dynamics and Chaos. With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering" (Westview press, 1994) J. K Hale, H. Koçak, "Dynamics and Bifurcations" (Springer-Verlag, New*

York, Inc. 1991) J. M. T. Thompson and H. B. Stewart, "Nonlinear Dynamics and Chaos" (John Wiley & Sons, Ltd, 2002)

## Mapa X - Criticalidade e Sistemas Complexos / Criticality and Complex Systems

### 6.2.1.1. Unidade curricular:

*Criticalidade e Sistemas Complexos / Criticality and Complex Systems*

### 6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):

*Margarida Maria Telo Da Gama - 56h*

### 6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:

*Não existem outros docentes envolvidos*

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

*Tomando como ponto de partida tópicos da disciplina de Física Estatística da licenciatura, este curso estende os conteúdos dados sobre fenómenos críticos de equilíbrio e de não-equilíbrio.*

### 6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*This course goes beyond previous courses in statistical physics, with emphasis on critical phenomena in equilibrium and non-equilibrium systems.*

### 6.2.1.5. Conteúdos programáticos:

*1. Percolação 2. Transições de fase térmicas 3. Criticalidade auto-organizada*

### 6.2.1.5. Syllabus:

*1. Percolation 2. Thermal phase transitions 3. Self-organized criticality*

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

*Os objetivos do curso são levar os alunos a desenvolver as habilidades inerentes a uma profunda compreensão dos tópicos do curso, testado em aplicações concretas também abordados no curso*

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

*The course objectives are to lead the students to develop the skills inherent to a deep understanding of the course topics, tested in concrete applications also covered in the course.*

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

*Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. Avaliação continua com base na resolução de problemas (50%) e exame final escrito com discussão oral (50%).*

### 6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures. Paper presentation during the semester (50%) and final written exam with oral discussion (50%).*

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

*A disciplian está organizada à volta de três grandes capítulos representativos de três tipos de transições de fase contínuas. As aulas teóricas são acompanhadas de séries de problemas e de pequenos trabalhos ou simulações computacionais.*

### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The course is organized as a series of lectures devoted to the presentation and discussion of the main concepts and techniques, and a parallel series of problem classes to work out the more challenging aspects of problem lists.*

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

*K. Christensen e N.R. Moloney, Complexity and Criticality, (Imperial College Press, London) 2005; D. Stauffer e A. Aharony, Introduction to Percolation Theory, (CRC Press, London) 1994; M. Sahimi, Applications of Percolation Theory, (CRC Press, London) 1994; P. Bak, How nature works, (Copernicus, New York) 1999.*

**Mapa X - Técnicas Nucleares / Nuclear Techniques****6.2.1.1. Unidade curricular:**

*Técnicas Nucleares / Nuclear Techniques*

**6.2.1.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular (preencher o nome completo):**

*Não ativa 2015/16*

**6.2.1.3. Outros docentes e respetiva carga letiva na unidade curricular:**

*Não aplicável.*

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

*Oferecer uma formação abrangente, teórica e prática, em técnicas nucleares baseadas no uso de iões, núcleos e neutrões como sondas. Técnicas Nucleares A é focada nas técnicas que usam iões e núcleos, incluindo igualmente a implantação iónica como um processo tecnologicamente relevante. Técnicas Nucleares B é focada no uso de neutrões, incluindo igualmente a produção de radioisótopos para medicina e aplicações industriais.*

**6.2.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*To give an overall formation, theoretical and experimental, in nuclear techniques based on the utilisation of ions, nucleus and neutrons, as probes. In a first stage there is a focus on the techniques using ions and nucleus, including ionic implantation as a technological relevant process. The second part of the curricular unit is focused on the use of neutrons, including also the production of radio-isotopes for medical and industrial applications.*

**6.2.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Retrodispersão de Rutherford Emissão de raios-X induzida por partículas Implantação iónica Correlações angulares perturbadas Neutrões como sondas Fontes de neutrões Detectores de neutrões Produção de radioisótopos em reactores e aceleradores*

**6.2.1.5. Syllabus:**

*Rutherford retrodispersion Particle Induced X-Ray Emission (PIXE) Ionic Implantation Perturbed Angular Correlation (PAC) Neutrons as local probes Neutron sources Neutron detection Production of radio-isotopes in reactors and accelerators*

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

*As matérias ensinadas são fundamentais para qualquer estudo dos temas desenvolvidos na disciplina e podem ser encontradas nos livros de referencia neste assunto.*

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

*The subjects taught are basic to any study of the themes developed in the course and can be found in reference books on this subject.*

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

*Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. Aulas práticas onde os alunos fazem experiências relacionadas com o conteúdo das aulas teóricas. Relatórios escritos das aulas práticas. Exame final escrito.*

**6.2.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Lectures which provide the exposition of the different subjects, and classes which are used to discuss and solve problems related to the lectures. Practical classes where the students perform experiments related to the presented subjects. Reports on the performed experiments. Final written exam.*

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

*A metodologia utilizada permitirá aos estudantes abordar os temas desenvolvidos na disciplina de uma forma integrada com vista a habilitar cada um dos alunos a tornar-se autónomo em estudos futuros.*

### 6.2.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*The methodology will allow students to address issues developed in the discipline in an integrated manner in order to enable each student to become independent in future studies.*

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

*G. Schatz, A. Weidinger, Nuclear Condensed Matter Physics, John Wiley, 1996 H.R. Verma, Atomic and Nuclear Analytical Methods, Springer, 2007 Glenn Knoll, Radiation Detection and Measurement, 3rd Ed., Wiley, 2000*

## 6.3. Metodologias de Ensino/Aprendizagem

---

### 6.3.1. Adequação das metodologias de ensino e das didáticas aos objetivos de aprendizagem das unidades curriculares.

*As metodologias de ensino e as didáticas são adaptadas aos objectivos específicos de cada Unidade Curricular nos seguintes aspectos: adaptação da distribuição das horas de leccionação (teóricas, práticas, teórico-práticas), adaptação do tipo de aulas práticas (laboratório, computador), adaptação dos métodos de avaliação (exame final, trabalhos práticos, testes intercalares). A decisão pertence ao professor responsável da UC, mas o coordenador do ciclo de estudos monitoriza as metodologias escolhidas e verifica a sua adequação. O Seminário envolve assistir a um conjunto de seminários e realizar um seminário sobre um tema escolhido. O Estágio envolve a escrita de um relatório sobre o trabalho realizado e apresentação oral sobre o mesmo. A Dissertação envolve a realização de trabalho de investigação sob orientação de um professor/investigador.*

### 6.3.1. Suitability of methodologies and didactics to the learning outcomes of the curricular units.

*The teaching methodologies and didactics are adapted to the specific objectives of each course in the following aspects: adaptation of the distribution of hours of teaching (theoretical, practical, theoretical-practical), adaption of the type of practical classes (laboratory, computer), adaptation of the methods of assessment (final exam, practical assignments, mid-term tests). The decision belongs to the professor responsible for the course, but the coordinator of the cycle of studies monitors the methodologies and checks their suitability. The Seminar involves attending a series of seminars and give a seminar on a chosen theme. The Internship involves writing a report on the work done and oral presentation on it. The Dissertation involves carrying out research work under the supervision of professor / investigator.*

### 6.3.2. Formas de verificação de que a carga média de trabalho necessária aos estudantes corresponde ao estimado em ECTS.

*A organização dos cursos por ciclos é semestral, correspondendo cada semestre a 30 ECTS e 1 ano a 60 ECTS. Por decisão do Senado da UL, 1 ECTS corresponde a 28h de trabalho de um estudante. Pressupõe-se assim que 1 ano de trabalho corresponde a 1680h.*

*A avaliação destas condições foi realizada em Ciências através de inquéritos dirigidos aos alunos e aos docentes aquando da adequação dos cursos ao processo de Bolonha, nos quais os alunos foram diretamente inquiridos sobre a distribuição do tempo de trabalho que foi necessário para que tivessem concluído com sucesso as diferentes disciplinas que frequentaram, e os docentes sobre a estimativa que faziam para o mesmo tempo de trabalho.*

*Este é um assunto discutido e cuidadosamente pensado em cada reestruturação, principalmente quando se propõem mudanças estruturais no plano curricular.*

### 6.3.2. Means to check that the required students' average work load corresponds the estimated in ECTS.

*The program is organized in semesters, each corresponding to 30ECTS. An academic year is composed by 60ECTS. By decision of the Senate of the UL, 1 ECTS is by definition equivalent to 28h of work of a student. It is assumed that a year's work corresponds to 1680 h. The evaluation of this conditions was done in FCUL through a survey directed to students and teachers when programs were rearranged according to the Bologna process. In these surveys students were directly asked about the amount of working time that was necessary to have successfully completed different disciplines, and an estimative for this working time was also asked to the teachers.*

*This is a subject discussed and carefully thought of every restructuring, especially when they propose structural changes in the curriculum.*

### 6.3.3. Formas de garantir que a avaliação da aprendizagem dos estudantes é feita em função dos objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

*Embora os formatos da avaliação sejam uma decisão dos professores responsáveis das Unidades Curriculares, o coordenador do ciclo de estudos monitoriza os formatos de avaliação escolhidos e verifica a sua adequação. São promovidos contactos frequentes entre o coordenador e os responsáveis das UCs para garantir que esta adequação existe. A avaliação do Seminário é feita pelo coordenador do ciclo de estudos face à apresentação do seminário. A avaliação do Estágio é feita pelo orientador em conjunto com o coordenador do ciclo de estudos, com base no trabalho desenvolvido, o relatório escrito e a apresentação oral. A avaliação do trabalho de investigação para a Dissertação é feita pelo orientador nas discussões regulares com o estudante, e finalmente na defesa da Dissertação perante um júri.*

### 6.3.3. Means to ensure that the students learning assessment is adequate to the curricular unit's learning outcomes.

*Embora os formatos da avaliação sejam uma decisão dos professores responsáveis das Unidades Curriculares, o coordenador do ciclo de estudos monitoriza os formatos de avaliação escolhidos e verifica a sua adequação. São promovidos contactos frequentes entre o coordenador e os responsáveis das UCs para garantir que esta adequação existe.*

*The evaluation of the Seminar is made by the coordinator of the cycle of studies, based on the presentation of the seminar. The evaluation of the Internship is made by the supervisor together with the coordinator of the cycle of studies, based on the work performed, the written report and the oral presentation. The evaluation of the research work for the Thesis is made by the supervisor in regular discussions with the student, and finally in the defense of the Thesis before a jury.*

### 6.3.4. Metodologias de ensino que facilitam a participação dos estudantes em atividades científicas.

*A realização da Tese de Mestrado baseia-se no desenvolvimento de trabalho de investigação, integrando os alunos nos grupos de investigação da FCUL.*

### 6.3.4. Teaching methodologies that promote the participation of students in scientific activities.

*The performance of the Master's Thesis is based on the development of research work, with the students being integrated in the research groups of FCUL.*

## 7. Resultados

### 7.1. Resultados Académicos

#### 7.1.1. Eficiência formativa.

##### 7.1.1. Eficiência formativa / Graduation efficiency

	Antepenúltimo ano / Two before the last year	Penúltimo ano / One before the last year	Último ano / Last year
N.º diplomados / No. of graduates	2	3	6
N.º diplomados em N anos / No. of graduates in N years*	1	2	3
N.º diplomados em N+1 anos / No. of graduates in N+1 years	1	1	3
N.º diplomados em N+2 anos / No. of graduates in N+2 years	0	0	0
N.º diplomados em mais de N+2 anos / No. of graduates in more than N+2 years	0	0	0

#### Perguntas 7.1.2. a 7.1.3.

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

*Taxas de sucesso: (aprovados / inscritos, aprovados / avaliados)*

*Física: (62%, 97%)*

*Informática: (75%, 100%)*

*Estatística e Investigação Operacional: (67%, 67%)*

*Economia: (100%, 100%)*

### 7.1.2. Comparison of the academic success in the different scientific areas of the study programme and related curricular units.

*Success ratios: (approved / entrolled, approved / assessed)*

*Physics: (62%, 97%)*

*Computer Sciences: (75%, 100%)*

*Statistics and Operational Research: (67%, 67%)*

*Economy: (100%, 100%)*

### 7.1.3. Forma como os resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados para a definição de ações de melhoria do mesmo.

*No final de cada semestre e após o lançamento das notas, constam de forma automática nos relatórios de unidade curricular, as taxas de sucesso por u.c. (aprovados/inscritos e aprovados/avaliados). Anualmente o NUPAGEQ elabora indicadores sobre o Número médio de ECTS realizados por curso (de 1º ciclo e MI), bem como realiza estudos neste âmbito.*

*Estes resultados da monitorização do sucesso escolar são utilizados pela coordenação do curso para detetar eventuais problemas relacionados com as diferentes u.c. do plano de estudos. Em função dos problemas detetados são ouvidos os docentes e os alunos envolvidos na disciplina, e são encontradas soluções.*

*Nas u.c. com valores muito fora da média, procura-se encontrar alguma situação específica que explique esse comportamento e, caso se encontre uma explicação causal, esta é abordada com os regentes ou com os responsáveis de outros departamentos.*

*Até agora as situações verificadas foram esporádicas e ultrapassadas com estas iniciativas.*

### 7.1.3. Use of the results of monitoring academic success to define improvement actions.

*At the end of each semester, are inserted automatically in the course of reporting, success rates by uc (approved / registered and approved / evaluated). Every year NUPAGEQ elaborates indicators of the average of ECTS performed by study cycle (1st cycle and IM) as well as conducts studies in this area.*

*Academic success rates are used by the course coordinator. If problems are detected teachers and students involved in the course are heard, and solutions are found.*

*In the courses with the lowest values, which are far away from the average, there is an effort to find some specific situation that explains this behavior. If some causal explanation is found, it is dealt with its professors or with the presidents of the other departments.*

*Until now the reported situations have been solved with these initiatives.*

### 7.1.4. Empregabilidade.

#### 7.1.4. Empregabilidade / Employability

	%
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em sectores de atividade relacionados com a área do ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment in areas of activity related with the study programme's area.	100
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego em outros sectores de atividade / Percentage of graduates that obtained employment in other areas of activity	0
Percentagem de diplomados que obtiveram emprego até um ano depois de concluído o ciclo de estudos / Percentage of graduates that obtained employment until one year after graduating	100

## 7.2. Resultados das atividades científicas, tecnológicas e artísticas.

### Pergunta 7.2.1. a 7.2.6.

#### 7.2.1. Indicação do(s) Centro(s) de Investigação devidamente reconhecido(s), na área científica predominante do ciclo de estudos e respetiva classificação (quando aplicável).

*Centro de Física Teórica e Computacional (CFTC) - Muito Bom*

*Centro de Física e Engenharia de Materiais Avançados (CEFEMA) - Muito Bom*

*Centro Multidisciplinar para Astrofísica (CENTRA) - Muito Bom*

*Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço (IA) - Excelente*

*Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica (IBEB) - Muito Bom*

*Instituto de Biosistemas e Ciências Integrativas (BIOIS) - Excelente*

*Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores (INESC-ID) - Muito Bom*

*Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP) - Muito Bom*

#### 7.2.1. Research centre(s) duly recognized in the main scientific area of the study programme and its mark (if applicable).

*Center of Theoretical and Computational Physics (CFTC) - Very Good*

*Center of Physics and Engineering of Advanced Materials (CEFEMA) - Very Good*  
*Multidisciplinary Center for Astrophysics (CENTRA) - Very Good*  
*Institute of Astrophysics and Space Sciences (IA) - Excellent*  
*Institute of Biophysics and Biomedical Engineering (IBEB) - Very Good*  
*Biosystems & Integrative Sciences Institute (BIOISI) - Excellent*  
*Institute of Engineering of Systems and Computers (INESC-ID) - Very Good*  
*Laboratory of Instrumentation and Experimental Particle Physics (LIP) - Very Good*

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

<http://a3es.pt/si/iportal.php/cv/scientific-publication/formId/c555f4f2-2ad7-d4cb-8c25-562514dcb3c6>

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

<http://a3es.pt/si/iportal.php/cv/other-scientific-publication/formId/c555f4f2-2ad7-d4cb-8c25-562514dcb3c6>

**7.2.4. Impacto real das atividades científicas, tecnológicas e artísticas na valorização e no desenvolvimento económico.**

*O elevado nível de formação especializada numa ciência fundamental como a Física, aliado à capacidade desenvolvida para realizar trabalho de investigação original e desenvolvimento inovador, constituem um enorme contributo para a valorização e desenvolvimento de uma economia competitiva baseada no conhecimento científico. Muitos Físicos desempenham uma atividade crucial na economia.*

**7.2.4. Real impact of scientific, technological and artistic activities on economic enhancement and development.**

*The high level of specialized training in a fundamental science such as Physics, combined with the capacity developed to carry out original research work and innovative development, constitute a major contribution to the enhancement and development of a competitive economy based on scientific knowledge. Many Physicist play a crucial activity in the economy.*

**7.2.5. Integração das atividades científicas, tecnológicas e artísticas em projectos e/ou parcerias nacionais e internacionais.**

*A Dissertação realizada pelos alunos é muitas vezes integrada em projectos de Investigação e Desenvolvimento de equipas nacionais ou internacionais. Alguns dos projectos envolvem o uso de grandes equipamentos e colaboração com grandes equipas internacionais (e.g. CERN, ESA, ESO, ...).*

**7.2.5. Integration of scientific, technological and artistic activities in national and international projects and/or partnerships.**

*The Thesis performed by the students is often integrated in Research and Development projects of national or international teams. Some of the projects involve the use of large equipment and collaboration with large international teams (eg CERN, ESA, ESO, ...).*

**7.2.6. Utilização da monitorização das atividades científicas, tecnológicas e artísticas para a sua melhoria.**

*A avaliação do trabalho de investigação realizado pelos alunos para a Dissertação de Mestrado contribui para melhorar a qualidade da actividade científica a desenvolver pelos futuros alunos.*

**7.2.6. Use of scientific, technological and artistic activities' monitoring for its improvement.**

*The evaluation of the research work carried out by the students for the Master's Thesis contributes to improve the quality of the scientific activity to be undertaken by the future students.*

## 7.3. Outros Resultados

---

### Perguntas 7.3.1 a 7.3.3

**7.3.1. Atividades de desenvolvimento tecnológico e artístico, prestação de serviços à comunidade e formação avançada na(s) área(s) científica(s) fundamental(ais) do ciclo de estudos.**

*Os resultados da investigação de docentes e investigadores ligados a este ciclo de estudos, assim como os materiais pedagógicos criados, têm sido usados em palestras oferecidas a instituições de educação e em acções de formação no âmbito de cursos ministrados por outras universidades.*

**7.3.1. Activities of technological and artistic development, consultancy and advanced training in the main scientific area(s) of the study programme.**

*The results of the research performed by professors and researchers involved in this cycle of studies, as well as the teaching media that are produced, have been featured in lectures offered to educational institutions and in training programs within cycles of study taught in other institutions.*



### 7.3.2. Contributo real dessas atividades para o desenvolvimento nacional, regional e local, a cultura científica, e a ação cultural, desportiva e artística.

*A formação avançada contribui para o capital científico regional e local. A interação com empresas e instituições de educação locais, regionais e nacionais proporciona um contributo para o desenvolvimento das capacidades científicas na área científica principal do ciclo de estudos.*

### 7.3.2. Real contribution for national, regional and local development, scientific culture, and cultural, sports and artistic activities.

*Advanced training of students impacts positively on the local and regional scientific capabilities. Interaction with companies and educational institutions (at the local, regional and national level) provides a contribution to the development of scientific capabilities in the main scientific area of the cycle of studies.*

### 7.3.3. Adequação do conteúdo das informações divulgadas ao exterior sobre a Instituição, o ciclo de estudos e o ensino ministrado.

*Anualmente são elaboradas por Ciências um conjunto de publicações destinadas a promover a Instituição e os seus ciclos de estudos. Os stakeholders e os opinion makers têm assim ao seu dispor um conjunto de informações atualizadas sobre o acesso, as funções, principais empregadores e saídas profissionais dos cursos de Ciências. Estas brochuras são distribuídas gratuitamente em feiras e certames especializados (nacionais e internacionais), escolas secundárias, empresas, etc, sendo igualmente disponibilizadas em formato digital.*

### 7.3.3. Suitability of the information made available about the institution, the study programme and the education given to students.

*FCULisboa produces every year a set of publications to promote the institution and its study programs. Stakeholders and opinion makers have at their disposal a set of updated information of access, functions, major employers and career opportunities of our study programs. These brochures are distributed free in shows and specialized fairs (national and international), secondary schools, companies, etc., and is also available in digital format.*

### 7.3.4. Nível de internacionalização

#### 7.3.4. Nível de internacionalização / Internationalisation level

	%
Percentagem de alunos estrangeiros matriculados no ciclo de estudos / Percentage of foreign students enrolled in the study programme	4.8
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (in) / Percentage of students in international mobility programs (in)	9
Percentagem de alunos em programas internacionais de mobilidade (out) / Percentage of students in international mobility programs (out)	0
Percentagem de docentes estrangeiros, incluindo docentes em mobilidade (in) / Percentage of foreign teaching staff (in)	0
Mobilidade de docentes na área científica do ciclo de estudos (out) / Percentage of teaching staff in mobility (out)	0

## 8. Análise SWOT do ciclo de estudos

### 8.1 Análise SWOT global do ciclo de estudos

#### 8.1.1. Pontos fortes

- 1. Ciclo de estudos da Faculdade de Ciências, instituição de referência no ensino superior;*
- 2. Longa experiência do Departamento de Física na formação de mestres, com taxas muito altas de empregabilidade;*
- 3. Formação especializada em áreas principais da Física: Astrofísica e Cosmologia, Física Nuclear e Partículas, Física Estatística e Não-Linear, Física da Matéria Condensada e Nanomateriais; número significativo de disciplinas de opção que permite diferentes perfis de formação dentro de cada área de especialização; realização de trabalho de investigação, escrita e defesa de uma Dissertação;*
- 4. O Seminário proporciona a apresentação pública de temas de investigação atual;*
- 5. Alta qualificação académica e vasta experiência pedagógica e científica dos docentes e investigadores associados ao ciclo de estudos; áreas de investigação diversificadas, reconhecidas internacionalmente, fortes colaborações internacionais, a nível individual ou em organizações (e.g., CERN, ESA, ESO, ...);*
- 6. Promoção externa e interna da mobilidade de estudantes no espaço internacional (e.g., programa Erasmus,*

...);

7. *A formação adquirida permite a entrada em Doutoramento nas melhores universidades, nacionais e estrangeiras;*

8. *As competências adquiridas proporcionam um conjunto diversificado de saídas profissionais;*

9. *Biblioteca de referência; boas infraestruturas laboratoriais e computacionais; boas infraestruturas gerais; localização da Faculdade de Ciências num campus com bons equipamentos;*

10. *Único Mestrado em Física na região de Lisboa e a sul do Tejo.*

#### 8.1.1. Strengths

1. *Cycle studies of the Faculty of Science, institution of reference in higher education;*

2. *Long experience of the Department of Physics in the training of post-graduates, with very high rates of employability;*

3. *Specialized training in main areas of Physics: Astrophysics and Cosmology, Particle and Nuclear Physics, Statistical and Nonlinear Physics, Condensed Matter Physics and Nanomaterials; significant number of optional courses which allows different profiles of training within each area of specialization; performance of research work, write up and defense of a Thesis;*

4. *The Seminar provides public presentation of current research topics;*

5. *High academic qualification and extensive pedagogical and scientific experience of the faculty and researchers associated with the cycle of studies; diverse research areas, internationally recognized, strong international collaborations, individually or in organizations (eg CERN, ESA, ESO, ...);*

6. *External and internal promotion of the mobility of students in the international space (eg, Erasmus, ...);*

7. *The training received enables admission to a PhD in the best universities, national and foreign;*

8. *The skills acquired provide a diverse range of career opportunities;*

9. *Reference Library; good laboratory and computational infrastructures; good general infrastructures; location of the Faculty of Sciences on a campus with good equipment;*

10. *Single Master in Physics in the region of Lisbon and south of the Tagus.*

#### 8.1.2. Pontos fracos

1. *Baixo número de alunos a frequentar o Mestrado;*

2. *Baixa taxa de alunos aprovados / alunos inscritos, tendo porém uma taxa de alunos aprovados / alunos avaliados muito boa; elevado número médio de anos para a conclusão do ciclo de estudos;*

3. *Fraca definição das áreas de especialização;*

4. *Fraca internacionalização.*

#### 8.1.2. Weaknesses

1. *Low number of students attending the Master;*

2. *Low rate of approved students / enrolled students, but the rate of approved students / assessed student is very good; high average number of years to complete the cycle of studies;*

3. *Weak definition of the areas of specialization;*

4. *Weak internationalization.*

#### 8.1.3. Oportunidades

1. *Aumento da procura e qualidade dos estudantes motivada pela menção da FCUL e pelo reconhecimento nacional e internacional da investigação dos seus docentes;*

2. *Aumento da atracção de estudandes através de programas ou parcerias nacionais e internacionais;*

3. *Exploração de sinergias com os Mestrados Integrados oferecidos pelo Departamento de Física e outros Mestrados da Universidade de Lisboa;*

4. *Crescente importância de formação especializada em Física no desenvolvimento de novas áreas científicas e tecnológicas;*

5. *Crescente percepção da utilidade das competências adquiridas para intervenção na valorização e desenvolvimento da economia.*

#### 8.1.3. Opportunities

1. *Increase of demand and quality of students motivated by the mention FCUL in science news;*

2. *Increase of the attraction of students through national and international programs and partnerships;*

3. *Explore synergies with the Integrated Masters offered by the Department of Physics and other Masters of the University of Lisbon;*

4. *Growing importance of specialized training in Physics to the development of new scientific and technological areas;*

5. *Growing awareness of the usefulness of the skills acquired to intervene in the enhancement and development of the economy.*

#### 8.1.4. Constrangimentos

1. *Renovação insuficiente do corpo docente e número residual de posições de investigação;*
2. *Recurso a docentes e investigadores sem vínculo permanente à FCUL;*
3. *Financiamento reduzido do ensino superior e investigação científica;*
4. *Situação socioeconómica difícil pode levar a uma redução da procura;*
5. *Situação económica e financeira do país adversa.*

#### 8.1.4. Threats

1. *Insufficient renewal of the faculty staff and small number of research positions;*
2. *Use of teachers and researchers with no permanent contract with FCUL;*
3. *Reduced financing of higher education and scientific research;*
4. *Difficult socioeconomic situation can lead to a reduction if the demand;*
5. *Adverse economic and financial situation of the country.*

## 9. Proposta de ações de melhoria

### 9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

---

#### 9.1.1. Ação de melhoria

*Relativamente ao ponto fraco 1, desenvolver-se-ão acções no sentido de aumentar fortemente a divulgação do Mestrado em Física, como por exemplo, a criação de um "flyer" com informação apelativa, apresentando o Mestrado como uma oportunidade de formação avançada em Física e continuação natural, e desejada, da Licenciatura em Física. Também se efetuará uma maior divulgação do Seminário do Mestrado, o qual é público e apresenta semanalmente temas de investigação atual em Física.*

#### 9.1.1. Improvement measure

*Regarding the weak point 1, actions will be taken to strongly increase the disclosure of the Master in Physics, such as the production of a "flyer" with appealing information, presenting the Master as an opportunity of advanced training in Physics and the natural, and desired, continuation of the "Licenciatura" degree in Physics. Also, we will make a more extensive announcement of the Seminar of the Master, which is public and weekly presents current research topics in Physics.*

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

*Alta, 1 year.*

#### 9.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.

*High, 1 year.*

#### 9.1.3. Indicadores de implementação

*Monitorização do número e qualidade dos alunos inscritos no Mestrado.*

#### 9.1.3. Implementation indicators

*Monitoring the number and quality of the students enrolled in the Master.*

### 9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos

---

#### 9.1.1. Ação de melhoria

*Relativamente ao ponto fraco 2, desenvolver-se-ão acções no sentido de contrariar a não realização das disciplinas e a extensão do período de realização da Dissertação, como por exemplo, a realização de reuniões periódicas da coordenação do ciclo de estudos com os alunos, para um maior acompanhamento destes. Na secção 6. deste Guião de Auto-avaliação, apresentamos uma proposta de reestruturação curricular, em que o 1º ano fica dedicado à realização das disciplinas e o 2º ano fica dedicado à realização dos Seminários I e II e da Dissertação. Espera-se que esta alteração aumente a concentração no trabalho lectivo ou de investigação e leve à melhoria do sucesso escolar.*

#### 9.1.1. Improvement measure

*Regarding the weak point 2, actions will be taken to counter the non performance of the courses and the*

*extension of the period for completion of the Dissertation, for example, arrange regular meetings of the coordination of the cycle of studies with the students, to further monitor them. In section 6 of this Guidebook Self Assessment, we present a proposal for curriculum restructuring, in which the 1st year is dedicated to take the courses and the 2nd year is dedicated to take the Seminars I and II and the Thesis. It is expected that this change will increase the concentration on the course or research work and will lead to improved academic success.*

#### **9.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida**

*Alta, para a primeira parte da medida 1 ano, para a segunda parte da medida tempo mínimo de 1 ano após a reestruturação ser aprovada.*

#### **9.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.**

*High, for the first part of the measure 1 year, for the second part of the measure minimum time of 1 year after the restructuring is approved.*

#### **9.1.3. Indicadores de implementação**

*Monitorização dos efeitos das acções propostas na melhoria do sucesso escolar.*

#### **9.1.3. Implementation indicators**

*Monitoring of the effects of proposed actions in improving the academic success.*

### **9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos**

---

#### **9.1.1. Ação de melhoria**

*Relativamente ao ponto fraco 3, na secção 6. deste Guião de Auto-avaliação, apresentamos uma proposta de reestruturação que reforça a definição de cada área de especialização, da seguinte forma:*

- 1. As especializações de Física Estatística e Não-Linear e Física da Matéria Condensada e Nanomateriais fundiram para dar origem à especialização de Física da Matéria Condensada;*
- 2. Em cada uma das três áreas de especialização passa a haver 4 disciplinas específicas obrigatórias, 6 disciplinas opcionais, e Seminário I, Seminário II e Dissertação, realizados na área da especialização.*

#### **9.1.1. Improvement measure**

*Regarding the weak point 3, in section 6 of this Guidebook Self Assessment, we present a proposal for curricular restructuring that reinforces the definition of each area of specialization, as follows:*

- 1. The specializations of Statistical and Nonlinear Physics and Condensed Matter Physics and Nanomaterials merged to give rise to the specialization of Condensed Matter Physics;*
- 2. In each of the three areas of specialization, there are now 4 mandatory specific courses, 6 optional course, Seminar I, Seminar II and the Thesis being performed in the area of specialization.*

#### **9.1.2. Prioridade (alta, média, baixa) e tempo de implementação da medida**

*Alta, tempo mínimo de 1 ano após a reestruturação ser aprovada.*

#### **9.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.**

*High, minimum time of 1 year after the restructuring is approved.*

#### **9.1.3. Indicadores de implementação**

*Monitorização dos efeitos das alterações na formação dos alunos.*

#### **9.1.3. Implementation indicators**

*Monitoring the effects of the changes in the training of the students.*

### **9.1. Ações de melhoria do ciclo de estudos**

---

#### **9.1.1. Ação de melhoria**

*Relativamente ao ponto fraco 4, na secção 6. deste Guião de Auto-avaliação, apresentamos uma proposta de reestruturação curricular, em que o 1º ano fica dedicado à realização das disciplinas e o 2º ano fica dedicado à realização dos Seminários I e II e da Dissertação. Espera-se que esta alteração ao dar uma maior liberdade das atividades letivas no 2º ano contribua para um aumento da internacionalização.*

**9.1.1. Improvement measure**

*Regarding the weak point 4, in section 6 of this Guidebook Self Assessment, we present a proposal for curriculum restructuring, in which the 1st year is dedicated to take the courses and the 2nd year is dedicated to take the Seminars I and II and the Thesis. It is expected that this change which gives more freedom from the course activities in the 2nd year will contribute to an increase of internationalization.*

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

*Alta, tempo mínimo de 1 ano após a reestruturação ser aprovada.*

**9.1.2. Priority (High, Medium, Low) and implementation timeline.**

*High, minimum time of 1 year after the restructuring is approved.*

**9.1.3. Indicadores de implementação**

*Monitorização dos efeitos das alterações na internacionalização do Mestrado.*

**9.1.3. Implementation indicators**

*Monitoring the effects of the changes in the internationalization of the Master.*

**10. Proposta de reestruturação curricular (facultativo)****10.1. Alterações à estrutura curricular**

---

**10.1. Alterações à estrutura curricular****10.1.1. Síntese das alterações pretendidas**

- 1. As especializações de Física Estatística e Não-Linear e Física da Matéria Condensada e Nanomateriais fundiram-se para dar origem à especialização de Física da Matéria Condensada.*
- 2. Em cada uma das três áreas de especialização passa a haver 4 disciplinas específicas obrigatórias, 6 disciplinas opcionais, Seminário I e Seminário II e Dissertação.*
- 3. O 1º ano concentra as disciplinas e o 2º ano inclui os Seminários I e II e a Dissertação.*
- 4. Foram adicionadas as disciplinas: Seminário I, Seminário II, Matéria Mole, Interação Luz-Matéria.*
- 5. Electrodinâmica Quântica passa a designar-se Teoria Quântica de Campo; Criticalidade e Sistemas Complexos passa a Transições de Fase; Magnetismo e Supercondutividade passa a Física do Estado Sólido; Laboratório Avançado de Física Nuclear passa a Laboratório Avançado de Nuclear e Partículas; Dissertação nas quatro (antigas) áreas passa a Dissertação.*
- 6. Foram suprimidas: as 4 disciplinas de Seminário e de Estágio, as Opções A e a Opção B.*

**10.1.1. Synthesis of the intended changes**

- 1. The specializations of Statistical and Nonlinear Physics and Condensed Matter Physics and Nanomaterials merged to give rise to the specialization of Condensed Matter Physics.*
- 2. In each of the three areas of specialization, there are now 4 mandatory specific courses, six optional courses, Seminar I and II Seminar and Dissertation.*
- 3. The 1st year focus the courses and the 2nd year includes the Seminars I and II and the Thesis.*
- 4. Courses that were added: "Seminar I", "Seminar II", "Soft Matter", "Light-Matter Interaction".*
- 5. "Quantum Electrodynamics" has been renamed to "Quantum Field Theory"; "Criticality and Complex Systems" becomes "Phase Transitions"; "Magnetism and Superconductivity" becomes "Solid State Physics"; "Nuclear Physics Advanced Laboratory" becomes "Nuclear and Particles Advanced Laboratory"; "Dissertation" in the four (old) areas becomes "Dissertation".*
- 6. Suppressed: the four courses of "Seminar" and "Traineeship", "Options A" and "Option B".*

**10.1.2. Nova estrutura curricular pretendida (apenas os percursos em que são propostas alterações)****Mapa Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia****10.1.2.1. Ciclo de Estudos:**

*Física*

**10.1.2.1. Study programme:***Physics***10.1.2.2. Grau:***Mestre***10.1.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia***10.1.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Astrophysics and Cosmology***10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Ciências Físicas	CFIS (ECTS opt 0-36)	84	0
Engenharias e Tecnologias Físicas	ETFIS (ECTS opt 0-36)	0	0
Qualquer Área (3 Items)	QA (ECTS opt 0-36)	0 <b>84</b>	0 <b>0</b>

**Mapa Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas****10.1.2.1. Ciclo de Estudos:***Física***10.1.2.1. Study programme:***Physics***10.1.2.2. Grau:***Mestre***10.1.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas***10.1.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Area of Specialization in Nuclear and Particle Physics***10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Ciências Físicas	CFIS (ECTS opt 0-36)	84	0
Engenharias e Tecnologias Físicas	ETFIS (ECTS opt 0-36)	0	0
Qualquer Área (3 Items)	QA (ECTS opt 0-36)	0 <b>84</b>	0 <b>0</b>

**Mapa Área de Especialização em Física da Matéria Condensada****10.1.2.1. Ciclo de Estudos:***Física***10.1.2.1. Study programme:**

**Physics****10.1.2.2. Grau:***Mestre***10.1.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física da Matéria Condensada***10.1.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Area of Specialization in Condensed Matter Physics***10.1.2.4 Nova estrutura curricular pretendida / New intended curricular structure**

Área Científica / Scientific Area	Sigla / Acronym	ECTS Obrigatórios / Mandatory ECTS	ECTS Optativos / Optional ECTS*
Ciências Físicas	CFIS (ECTS opt 0-36)	84	0
Engenharias e Tecnologias Física	ETFIS (ECTS opt 0-36)	0	0
Qualquer Área	QA (ECTS opt 0-36)	0	0
<b>(3 Items)</b>		<b>84</b>	<b>0</b>

**10.2. Novo plano de estudos****Mapa XII - Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia - 1º Ano / 1º Semestre****10.2.1. Ciclo de Estudos:***Física***10.2.1. Study programme:***Physics***10.2.2. Grau:***Mestre***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Area of Specialization in Astrophysics and Cosmology***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano / 1º Semestre***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 1st Semester***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Processos Radiativos em Astrofísica	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Universo Primitivo: Inflação e Estrutura de Larga Escala	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Opção A	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção A	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional

Opção A  
(5 Items)

CFIS/ETFIS/QA

Semestral

168

-

6

Opcional

## Mapa XII - Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia - 1º Ano / 2º Semestre

### 10.2.1. Ciclo de Estudos:

*Física*

### 10.2.1. Study programme:

*Physics*

### 10.2.2. Grau:

*Mestre*

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

*Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia*

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

*Specialization Area in Astrophysics and Cosmology*

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

*1º Ano / 2º Semestre*

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

*1st Year / 2nd Semester*

### 10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Astrofísica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Cosmologia Física	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Opção A	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção A	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção A	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional

(5 Items)

## Mapa XII - Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia - 2º Ano / 1º Semestre

### 10.2.1. Ciclo de Estudos:

*Física*

### 10.2.1. Study programme:

*Physics*

### 10.2.2. Grau:

*Mestre*

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

*Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia*

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

*Specialization Area in Astrophysics and Cosmology*



**10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º Ano / 1º Semestre***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd Year / 1st Semester***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminário I	CFIS	Semestral	168	S:14; OT:14	6	Obrigatória
Dissertação (2 Items)	CFIS	Anual	672	OT:28	24	Obrigatória

**Mapa XII - Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia - 2º Ano / 2º Semestre****10.2.1. Ciclo de Estudos:***Física***10.2.1. Study programme:***Physics***10.2.2. Grau:***Mestre***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Astrophysics and Cosmology***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º Ano / 2º Semestre***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd Year / 2nd Semester***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminário II	CFIS	Semestral	168	S:14; OT:14	6	Obrigatória
Dissertação (2 Items)	CFIS	Anual	672	OT:28	24	Obrigatória

**Mapa XII - Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia - Grupo Opcional A****10.2.1. Ciclo de Estudos:***Física***10.2.1. Study programme:***Physics*

**10.2.2. Grau:***Mestre***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Astrofísica e Cosmologia***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Astrophysics and Cosmology***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Grupo Opcional A***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***Optional Group A***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Técnicas de Observação e Redução de Dados em Astronomia	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Astrofísica Extra-Galáctica: Formação e Evolução de Galáxias	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Sistemas Planetários	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Mecânica Quântica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Teoria Quântica de Campo	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Física Nuclear	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Física de Partículas	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Física Atómica e Molecular Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Física Estatística Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Interação Luz-Matéria	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Outra Disciplina do Mestrado Integrado em Engenharia Física da FCUL, ou de outro Mestrado da ULisboa	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional

**(11 Items)****Mapa XII - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas - 1º Ano / 1º Semestre****10.2.1. Ciclo de Estudos:***Física***10.2.1. Study programme:***Physics***10.2.2. Grau:***Mestre***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Nuclear and Particle Physics***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano / 1º Semestre*

**10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 1st Semester***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica Quântica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Física Nuclear	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional

(5 Items)

**Mapa XII - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas - 1º Ano / 2º Semestre****10.2.1. Ciclo de Estudos:***Física***10.2.1. Study programme:***Physics***10.2.2. Grau:***Mestre***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Nuclear and Particle Physics***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano / 2º Semestre***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 2nd Semester***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Teoria Quântica do Campo	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Física de Partículas	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção B	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional

(5 Items)

**Mapa XII - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas - 2º Ano / 1º Semestre****10.2.1. Ciclo de Estudos:**

*Física***10.2.1. Study programme:***Physics***10.2.2. Grau:***Mestre***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Nuclear and Particle Physics***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º Ano / 1º Semestre***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd Year / 1st Semester***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminário I	CFIS	Semestral	168	S:14; OT:14	6	Obrigatória
Dissertação (2 Items)	CFIS	Anual	672	OT:28	24	Obrigatória

**Mapa XII - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas - 2º Ano / 2º Semestre****10.2.1. Ciclo de Estudos:***Física***10.2.1. Study programme:***Physics***10.2.2. Grau:***Mestre***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Nuclear and Particle Physics***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º Ano / 2º Semestre***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd Year / 2nd Semester***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

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

/ Curricular Units	Scientific Area (1)	Duration (2)	Working Hours (3)	Contact Hours (4)	ECTS	Observations (5)
Seminário II	CFIS	Semestral	168	S:14; OT:14	6	Obrigatória
Dissertação (2 Items)	CFIS	Anual	672	OT:28	24	Obrigatória

## Mapa XII - Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas - Grupo Opcional B

### 10.2.1. Ciclo de Estudos:

*Física*

### 10.2.1. Study programme:

*Physics*

### 10.2.2. Grau:

*Mestre*

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

*Área de Especialização em Física Nuclear e Partículas*

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

*Specialization Area in Nuclear and Particle Physics*

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

*Grupo Opcional B*

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

*Optional Group B*

### 10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Laboratório Avançado de Nuclear e Partículas	CFIS	Semestral	168	T:14; PL:42	6	Opcional
Física Atómica e Molecular Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Processos Radiativos em Astrofísica	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Astrofísica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Universo Primitivo: Inflação e Estrutura de Larga Escala	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Cosmologia Física	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Astrofísica Extra-Galáctica: Formação e Evolução de Galáxias	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Física Estatística Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Transições de Fase	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Interação Luz-Matéria	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Outra Disciplina do Mestrado Integrado em Engenharia Física da FCUL, ou de outro Mestrado da ULisboa	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional

(11 Items)

## Mapa XII - Área de Especialização em Física da Matéria Condensada - 1º Ano / 1º Semestre

### 10.2.1. Ciclo de Estudos:

*Física*

**10.2.1. Study programme:***Physics***10.2.2. Grau:***Mestre***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física da Matéria Condensada***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Condensed Matter Physics***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano / 1º Semestre***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 1st Semester***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Mecânica Quântica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Física do Estado Sólido	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Opção C	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção C	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção C	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional

(5 Items)

**Mapa XII - Área de Especialização em Física da Matéria Condensada - 1º Ano / 2º semestre****10.2.1. Ciclo de Estudos:***Física***10.2.1. Study programme:***Physics***10.2.2. Grau:***Mestre***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física da Matéria Condensada***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Condensed Matter Physics***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***1º Ano / 2º semestre***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***1st Year / 2nd Semester***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Física Estatística Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Física da Matéria Mole	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Obrigatória
Opção C	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção C	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional
Opção C	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional

(5 Items)

## Mapa XII - Área de especialização em Física da Matéria Condensada - 2º Ano / 1º Semestre

### 10.2.1. Ciclo de Estudos:

*Física*

### 10.2.1. Study programme:

*Physics*

### 10.2.2. Grau:

*Mestre*

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

*Área de especialização em Física da Matéria Condensada*

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

*Specialization Area in Condensed Matter Physics*

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

*2º Ano / 1º Semestre*

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

*2nd Year / 1st Semester*

### 10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminário I	CFIS	Semestral	168	S:14; OT:14	6	Obrigatória
Dissertação	CFIS	Anual	672	OT:28	24	Obrigatória

(2 Items)

## Mapa XII - Área de Especialização em Física da Matéria Condensada - 2º Ano, 2º Semestre

### 10.2.1. Ciclo de Estudos:

*Física*

### 10.2.1. Study programme:

*Physics*

### 10.2.2. Grau:

*Mestre*

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

*Área de Especialização em Física da Matéria Condensada*

**10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Condensed Matter Physics***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***2º Ano, 2º Semestre***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***2nd Year / 2nd Semester***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Seminário II	CFIS	Semestral	168	S:14; OT:14	6	Obrigatória
Dissertação (2 Items)	CFIS	Semestral	672	OT:28	24	Obrigatória

**Mapa XII - Área de Especialização em Física da Matéria Condensada - Grupo Opcional C****10.2.1. Ciclo de Estudos:***Física***10.2.1. Study programme:***Physics***10.2.2. Grau:***Mestre***10.2.3. Ramo, variante, área de especialização do mestrado ou especialidade do doutoramento (se aplicável):***Área de Especialização em Física da Matéria Condensada***10.2.3. Branch, option, specialization area of the master or speciality of the PhD (if applicable):***Specialization Area in Condensed Matter Physics***10.2.4. Ano/semestre/trimestre curricular:***Grupo Opcional C***10.2.4. Curricular year/semester/trimester:***Optional Group C***10.2.5 Novo plano de estudos / New study plan**

Unidades Curriculares / Curricular Units	Área Científica / Scientific Area (1)	Duração / Duration (2)	Horas Trabalho / Working Hours (3)	Horas Contacto / Contact Hours (4)	ECTS	Observações / Observations (5)
Laboratório Avançado de Matéria Condensada	CFIS	Semestral	168	T:14; PL:42	6	Opcional
Nanofísica	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Transições de Fase	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Interação Luz-Matéria	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Teoria Quântica de Campo	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Física Nuclear	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Física de Partículas	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Física Atómica e Molecular Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Astrofísica Complementar	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional



Cosmologia Física	CFIS	Semestral	168	T:28; TP:28	6	Opcional
Outra Disciplina do Mestrado Integrado em Engenharia Física da FCUL, ou de outro Mestrado da ULisboa	CFIS/ETFIS/QA	Semestral	168	-	6	Opcional

(11 Items)

### 10.3. Fichas curriculares dos docentes

### 10.4. Organização das Unidades Curriculares (apenas para as unidades curriculares novas)

#### Mapa XIV - Física da Matéria Mole / Soft Matter Physics

##### 10.4.1.1. Unidade curricular:

*Física da Matéria Mole / Soft Matter Physics*

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

*Margarida Maria Telo da Gama , T: 28; TP: 28*

##### 10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

*<sem resposta>*

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

*Esta unidade curricular está focada na compreensão das propriedades de agregados macroscópicos de micro-partículas. Estes componentes, à escala do micrón, muitas vezes agregam-se em materiais com um comportamento inesperado. Muitos são utilizados na vida quotidiana e têm um número crescente de aplicações tecnológicas. Exemplos destes materiais incluem cristais líquidos, polímeros, colóides e matéria granular. As descrições teóricas atuais da matéria mole são baseadas nas ferramentas da mecânica estatística clássica de equilíbrio e de não-equilíbrio, na quebra espontânea de simetria e na física de muitos corpos.*

##### 10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*This curricular unit is focused on understanding the properties of assemblies of micron-sized building blocks. These meso-scale constituents often self-assemble into macro-scale materials with unexpected behaviour. Many are used in everyday life and have an increasing number of technological applications. Examples of building blocks are liquid crystals, polymers, colloids and granular matter. Current theoretical descriptions of soft matter are based on the tools of classical equilibrium and non-equilibrium statistical mechanics, symmetry breaking and many body physics.*

##### 10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

1. *Introdução*
2. *Força, Energia e Escalas de tempo*
3. *Dispersões coloidais*
4. *Polímeros*
5. *Cristais Líquidos*
6. *Auto-agregação supramolecular*

##### 10.4.1.5. Syllabus:

1. *Introduction*
2. *Force, Energy and Time scales*
3. *Coloidal dispersions*
4. *Polymers*
5. *Liquid Crystals*
6. *Supramolecular self-assembly*

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

*Ao contrário da Física do Estado Sólido que assenta numa base teórica bem estabelecida, a Física da Matéria Mole está ainda em desenvolvimento, não havendo um formalismo generalizado. Assim, o estudo da Física da Matéria Mole implica o conhecimento de um espetro alargado de materiais e de técnicas e conceitos bem como o domínio da sua aplicação a diferentes problemas. Nesta unidade curricular, são discutidos vários materiais típicos para os quais é possível obter resultados conceptualmente simples usando as ferramentas da*

*mecânica estatística clássica de equilíbrio e de não-equilíbrio, da quebra espontânea de simetria e da física de muitos corpos. Desta forma, são introduzidos conceitos chave, bem como as técnicas teóricas mais relevantes.*

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

*While solid state physics is based on a well established theoretical basis, the physics of soft matter is still developing and there is not a unique formalism or theory. Thus, the study of this discipline implies the knowledge of a broad range of materials and concepts as well as their application to different problems. In this course, we discuss several materials for which it is possible to obtain conceptually simple results using the tools of classical equilibrium and non-equilibrium statistical mechanics, spontaneous symmetry breaking and many-body physics. Thus, key concepts are introduced as well as the most relevant theoretical techniques.*

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

*Ensino:*

*Discussão dos diferentes sistemas e técnicas nas aulas teóricas e resolução de problemas nas aulas teórico-práticas. A participação dos alunos nas aulas é fortemente encorajada.*

*Avaliação:*

*40% exercícios das aulas teórico-práticas, 60% exame final.*

#### 10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Teaching:*

*Discussion of the different systems and techniques in the lectures and hands-on problem solving in the exercise classes. Class participation is strongly encouraged.*

*Evaluation:*

*40% exercises, 60% final exam*

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

*Nas aulas teóricas, são discutidos diferentes sistemas e as técnicas adequadas para estudar as suas propriedades. De uma forma construtiva, são discutidas as vantagens e desvantagens das diferentes técnicas. Pretende-se assim equipar os alunos com competência para resolução de problemas que implicam o estudo de sistemas de complexidade crescente. As aulas teóricas são complementadas com exercícios semanais nas aulas teórico-práticas. Os exercícios servem para desenvolver competências de resolução de problemas.*

#### 10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.

*In the lectures, different systems are introduced and the appropriate techniques to study their properties are applied. In a constructive manner, the advantages and disadvantages of different techniques are compared. The aim is to equip students with the skills to solve problems involving the study of increasingly complex systems. The lectures are supplemented by weekly exercises in practical classes. The exercises serve to develop problem-solving skills.*

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

*R. A. L. Jones, Soft Condensed Matter, (Oxford Master Series in Physics) 2002.*

### Mapa XIV - Interação Luz-Matéria / Light-Matter Interaction

#### 10.4.1.1. Unidade curricular:

*Interação Luz-Matéria / Light-Matter Interaction*

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

*Vladimir Vladlenovich Konotop, T:28; TP:28*

#### 10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

*<sem resposta>*

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

*Dar aos alunos um conhecimento básico sobre diferentes tópicos da interação entre a luz e a matéria, com ênfase específico na interação ressonante da luz com gases atômicos e estados acoplados de fótons com excitações em semi-condutores.*

**10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*Provide students with basic knowledge on different topics of the interaction between light and matter, with specific emphasis on light propagation in atomic vapors and on coupled states of photons with excitations in semi-conductors.*

**10.4.1.5. Conteúdos programáticos:**

1. *Emissão e absorção de luz.*
2. *Quantização do campo e Hamiltonianos de interação da luz com a matéria.*
3. *Propagação de luz em meios ressonantes.*
4. *Manipulação de átomos com luz. Aplicações.*
5. *Elementos de óptica de semicondutores.*
6. *Elementos de electrodinâmica de cavidades.*

**10.4.1.5. Syllabus:**

1. *Emission and absorption of light.*
2. *Field quantization and Hamiltonians of interaction of light with matter.*
3. *Light propagation in resonant media. Applications.*
4. *Manipulations of atoms by light.*
5. *Elements of optics of semiconductors.*
6. *Elements of cavity electrodynamics.*

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

*As matérias ensinadas são fundamentais para um conhecimento avançado da óptica de meios ressonantes. Por um lado, a disciplina apresenta uma extensão avançada de vários tópicos ensinados na Licenciatura. Por outro lado, os conhecimentos adquiridos permitirão continuar estudo pós-graduados ou iniciar trabalho de investigação em áreas relacionadas com óptica de meios ressonantes.*

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

*The subjects taught are fundamental for an advanced knowledge of the optics of resonant media. On the one hand the course presents an advanced extension of several topics taught in the undergraduate studies "Licenciatura". On the other hand the acquired knowledge will allow students to continue post-graduate studies or initiate scientific research in areas related to optics of resonant media.*

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

*Ensino:*

*Aulas teóricas, que se dedicam à exposição da matéria, e aulas teórico-práticas, que são utilizadas para a resolução e discussão de séries de problemas sobre a matéria dada nas aulas teóricas. Desenvolvimento de miniprojetos.*

*Avaliação:*

*Exame final escrito.*

**10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):**

*Teaching:*

*Lectures which provide the exposition of material, and classes which are used to solve and discuss sets of problems related to the material in the lectures. Development of mini-projects.*

*Evaluation:*

*Final written exam.*

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

*A metodologia adoptada inclui aulas para exposição da matéria e resolução de problemas, bem como trabalho de aprendizagem individual através do desenvolvimento de mini-projectos.*

**10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The methodology used includes lectures for exposition of the material and problem solving classes, as well as personal learning work which consists in developing individual mini-projects.*

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

*P. T. Ho. Weiner, Light-Matter Interaction. Fundamentals and Applications, (John Wiley & Sons) 2003.*

*A. V. Kavokin, J. J. Baumberg, G. Malpuech and F. P. Laussy, Microcavities, (Oxford University Press), 2007.*  
*W. T. Hill and C. H. Lee, Light-Matter Interaction, (Wiley-VCH Verlag) 2007.*  
*H. P. Breuer and F. Petruccione, The theory of open quantum systems, (Oxford University Press) 2002.*

## Mapa XIV - Seminário I/ Seminar I

### 10.4.1.1. Unidade curricular:

*Seminário I/ Seminar I*

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

*Iveta Rombeiro do Rego Pimentel, S:14; OT:14*

### 10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:

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

*A unidade curricular Seminário pretende expôr os alunos a temas de investigação atual em variadas áreas da Física e desenvolver a capacidade de realização de uma apresentação científica, através da participação em seminários organizados pelo Departamento de Física.*

### 10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:

*The curricular unit Seminar aims to expose the students to current research topics in various areas of Physics and develop the ability to make a scientific presentation, through participation in seminars organized by the Department of Physics.*

### 10.4.1.5. Conteúdos programáticos:

*Exposição a uma variedade de temas de investigação em Física apresentados nos seminários, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre o plano de investigação da sua tese.*

### 10.4.1.5. Syllabus:

*Exposure to a variety of research topics in Physics presented in the seminars, and presentation of a seminar by the student on the research plan of her / his thesis.*

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

*A exposição a uma variedade de temas de investigação em Física e apresentação de um seminário pelo aluno são adequados para os objectivos definidos.*

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

*The exposure to a variety of research topics in Physics and presentation of a seminar by the student are adequate for the objectives set.*

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

*Ensino:*

*Assistência a seminários e realização de um seminário pelo aluno no quadro dos seminários organizados pelo Departamento de Física.*

*Avaliação:*

*A avaliação tem duas componentes: assistência e participação nos seminários organizados pelo Departamento de Física, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre o plano de investigação da sua tese.*

### 10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):

*Teaching:*

*Attendance of seminars and presentation of a seminar by the student in the frame of the seminars organized by the Department of Physics.*

*Evaluation:*

*The evaluation has two components: attendance and participation in the seminars organized by the Departments of Physics, and presentation of a seminar by the student on the research plan of her / his thesis.*

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

*A assistência a seminários e a realização de um seminário pelo aluno são adequados para os objetivos definidos.*

**10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The attendance of seminars and the presentation of a seminar by the student are appropriate for the objectives set.*

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

*N/A*

**Mapa XIV - Seminário II/ Seminar II****10.4.1.1. Unidade curricular:**

*Seminário II/ Seminar II*

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

*Iveta Rombeiro do Rego Pimentel, S:14; OT:14*

**10.4.1.3. Outros docentes e respetivas cargas lectivas na unidade curricular:**

*<sem resposta>*

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

*A unidade curricular Seminário pretende expôr os alunos a temas de investigação atual em variadas áreas da Física e desenvolver a capacidade de realização de uma apresentação científica, através da participação em seminários organizados pelo Departamento de Física.*

**10.4.1.4. Learning outcomes of the curricular unit:**

*The curricular unit Seminar aims to expose the students to current research topics in various areas of Physics and develop the ability to make a scientific presentation, through participation in seminars organized by the Department of Physics.*

**10.4.1.5. Conteúdos programáticos:**

*Exposição a uma variedade de temas de investigação em Física apresentados nos seminários, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre um tema geral à sua escolha.*

**10.4.1.5. Syllabus:**

*Exposure to a variety of research topics in Physics presented in the seminars, and presentation of a seminar by the student on a general topic of her / his choice.*

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

*A exposição a uma variedade de temas de investigação em Física e apresentação de um seminário pelo aluno são adequados para os objetivos definidos.*

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

*The exposure to a variety of research topics in Physics and presentation of a seminar by the student are adequate for the objectives set.*

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

*Ensino:*

*Assistência a seminários e realização de um seminário pelo aluno no quadro dos seminários organizados pelo Departamento de Física.*

*Avaliação:*

*A avaliação tem duas componentes: assistência e participação nos seminários organizados pelo Departamento de Física, e apresentação de um seminário pelo aluno sobre o plano de investigação da sua tese.*

**10.4.1.7. Teaching methodologies (including evaluation):***Teaching:*

*Attendance of seminars and presentation of a seminar by the student in the frame of the seminars organized by the Department of Physics.*

*Evaluation:*

*The evaluation has two components: attendance and participation in the seminars organized by the Departments of Physics, and presentation of a seminar by the student on the research plan of her / his thesis.*

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

*A assistência a seminários e a realização de um seminário pelo aluno são adequados para os objectivos definidos.*

**10.4.1.8. Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes.**

*The attendance of seminars and the presentation of a seminar by the student are appropriate for the objectives set.*

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

*N/A*